

ISSN 2078-4481

Міністерство освіти і науки України
Херсонський національний технічний університет

ВІСНИК

**Херсонського національного
технічного університету**



Рекомендовано до друку Вченою радою
Херсонського національного технічного університету
(протокол № 1 від 30 серпня 2016 року)

Журнал включено до Переліку наукових фахових видань України
(наказ Міністерства освіти і науки України від 11.07.2016 №820), у яких можуть публікуватися
результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів
доктора та кандидата технічних наук

Журнал включено до наукометричних баз, електронних бібліотек та репозитаріїв: РИНЦ
(Российский индекс научного цитирования),
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky)

Херсон 2016

Редакційна рада

Головний редактор

Бардачов Ю.М.

д.т.н., професор, заслужений діяч науки і техніки України,
ректор Херсонського національного технічного університету

Заступники головного редактора

Розов Ю.Г.

д.т.н., професор

Савіна Г.Г.

д.е.н., професор

Відповідальний секретар

Корнева А.О.

начальник відділу інформаційного забезпечення

Редакційна колегія

Букетов А.В.

д.т.н., професор

Валько М.І.

д.т.н., професор

Гандель Ю.В.

д.ф.-м.н., професор

Гнатушенко В.В.

д.т.н., професор

Дімітрова В.Я. (Болгарія)

д.н., доцент

Коваленко М.А.

д.е.н., професор

Коган О.Г. (Білорусь)

д.т.н., професор

Костогриз О.П.

д.т.н., професор

Крічмар С.Й.

д.х.н., професор

Кузьміна Т.О.

д.т.н., професор

Литвиненко В. І.

д.т.н., професор

Мельник І. В.

д.т.н., доцент

Миколайчук Н.С.

д.е.н., професор

Міщенко Г.В.

д.т.н., професор

Новіков О.О.

д.х.н., професор

Партицький С. (Польща)

д.с.н., професор

Повстяной М.В.

д.х.н., професор

Сарапіна О.А.

д.е.н., професор

Сарібєкова Д.Г.

д.т.н., професор

Сарібєкова Ю.Г.

д.т.н., професор

Семенченко Ф.Г.

д.політ.н., професор

Сошко О.І.

д.т.н., професор

Сусоров В.Д.

д.і.н., професор

Тіхосова Г.А.

д.т.н., професор

Тулученко Г.Я.

д.т.н., професор

Фомішина В.М.

д.е.н., професор

Ходаков В.Є.

д.т.н., професор

Хомченко А. Н.

д.ф.-м.н., професор

Чепелюк О.В.

д.т.н., професор

Чурсіна Л.А.

д.т.н., професор

Шарко М.В.

д.е.н., професор

ISSN 2078-4481

Министерство образования и науки Украины
Херсонский национальный технический университет

ВЕСТНИК

**Херсонского национального
технического университета**



Рекомендовано к печати Ученым советом
Херсонского национального технического университета
(протокол № 1 від 30 августа 2016 року)

Журнал включен в Перечень научных специализированных изданий Украины
(приказ Министерства образования и науки Украины от 11.07.2016 №820),
в которых могут публиковаться результаты диссертационных работ на соискание ученых
степеней доктора и кандидата технических наук

Журнал включен в наукометрические базы, электронные библиотеки и репозитории: РИНЦ
(Российский индекс научного цитирования),
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky)

Херсон 2016

Редакционный совет

Главный редактор

Бардачев Ю.Н.

д.т.н., профессор, заслуженный деятель науки и техники Украины,
ректор Херсонского национального технического университета

Заместители главного редактора

Розов Ю.Г.

д.т.н., профессор

Савина Г.Г.

д.э.н., профессор

Ответственный секретарь

Корнева А.А.

начальник отдела информационного обеспечения

Редакционная коллегия

Букетов А.В.

д.т.н., профессор

Валько Н.И.

д.т.н., профессор

Гандель Ю.В.

д.ф.-м.н., профессор

Гнатушенко В.В.

д.т.н., профессор

Димитрова В.Я. (Болгария)

д.н., доцент

Коваленко Н.А.

д.э.н., профессор

Коган А.Г. (Беларусь)

д.т.н., профессор

Костогрыз А.П.

д.т.н., профессор

Кричмар С.И.

д.х.н., профессор

Кузьмина Т.О.

д.т.н., профессор

Литвиненко В.И.

д.т.н., профессор

Мельник И.В.

д.т.н., доцент

Миколайчук Н.С.

д.э.н., профессор

Мищенко А.В.

д.т.н., профессор

Новиков А.А.

д.х.н., профессор

Партицкий С. (Польша)

д.с.н., профессор

Повстяной М.В.

д.х.н., профессор

Сарапина О.А.

д.э.н., профессор

Сарибекова Д.Г.

д.т.н., профессор

Сарибекова Ю.Г.

д.т.н., профессор

Семенченко Ф.Г.

д.полит.н., профессор

Сошко А.И.

д.т.н., профессор

Сусоров В.Д.

д.и.н., профессор

Тихосова А.А.

д.т.н., профессор

Тулученко Г.Я.

д.т.н., профессор

Фомишина В.Н.

д.э.н., профессор

Ходаков В.Е.

д.т.н., профессор

Хомченко А.Н.

д.ф.-м.н., профессор

Чепелюк Е.В.

д.т.н., профессор

Чурсина Л.А.

д.т.н., профессор

Шарко М.В.

д.э.н., профессор

ISSN 2078-4481

Ministry of Education and Science of Ukraine
Kherson National Technical University

VISNYK
of Kherson National
Technical University



Recommended for publication by the Academic Council of
Kherson National Technical University
(minutes №1 on 30th August 2016)

The journal is included in the List of scientific professional publications of Ukraine
(Order №820 of the Ministry of Education and Science of Ukraine dated 11 July 2016) where
the results of the theses of Doctor and Candidate of Engineering Science can be published

The journal is included in the scientometric bases, electronic libraries and repositories: RSCI
(Russian Science Citation Index)
Google Scholar, National Library of Ukraine (Vernadsky)

Kherson 2016

Editorial Board

Editor-in-Chief

Bardachov Yu.N. Professor, Doctor of Engineering Science, Honored Worker of Science and Technology of Ukraine, Rector of Kherson National Technical University

Deputies Editor-in-Chief

Rozov Yu.G.

Doctor of Engineering Science, Professor

Savina G.G.

Doctor of Economics, Professor

Executive Secretary

Korneva A.A.

Head of Information Security Office

Members of Editorial Board

Buketov A.V.

Doctor of Engineering Science, Professor

Val'ko N.I.

Doctor of Engineering Science, Professor

Gandel' Yu.V.

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Hnatushenko V.V.

Doctor of Engineering Science, Professor

Dimitrova V. Ya. (Bulgaria)

PhD, Associate Professor

Kovalenko N.A.

Doctor of Economics, Professor

Kogan A.G. (Belarus)

Doctor of Engineering Science, Professor

Kostogryz A.P.

Doctor of Engineering Science, Professor

Krichmar S.I.

Doctor of Chemistry, Professor

Kuz'mina T.O.

Doctor of Engineering Science, Professor

Lytvynenko V.I.

Doctor of Engineering Science, Professor

Melnyk I.V.

Doctor of Engineering Science, Associate Professor

Mikolaychuk N.S.

Doctor of Economics, Professor

Mishchenko A.V.

Doctor of Engineering Science, Professor

Novikov A.A.

Doctor of Chemistry, Professor

Партицький С. (Poland)

Doctor of Social Sciences, Professor

Povstyanoy M.V.

Doctor of Chemistry, Professor

Sarapina O.A.

Doctor of Economics, Professor

Saribekova D.G.

Doctor of Engineering Science, Professor

Saribekova Yu.G.

Doctor of Engineering Science, Professor

Semenchenko F.G.

Doctor of Political Science, Professor

Soshko A.I.

Doctor of Engineering Science, Professor

Susorov V.D.

Doctor of Historical Sciences, Professor

Tikhosova A.A.

Doctor of Engineering Science, Professor

Tuluchenko G.Ya.

Doctor of Engineering Science, Professor

Fomishina V.M.

Doctor of Economics

Khodakov V.Ye.

Doctor of Engineering Science, Professor

Khomchenko A.N.

Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Chepelyuk Ye.V.

Doctor of Engineering Science, Professor

Chursina L.A.

Doctor of Engineering Science, Professor

Sharko M.V.

Doctor of Economics

ЗМІСТ

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ НАУКИ

Смельянова Т.А. Розв'язуюче рівняння вільних коливань тришарової циліндричної оболонки, яка підкріплена ребрами жорсткості	11
Аль Рефо Ибрагим Фархан Салман, Кузнецов Ю.Н. Эволюция и генетическое прогнозирование развития многошпиндельных токарных автоматов	17

ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

Акимов А.В., Сапронов А.А., Шарко А.В., Михайлик В.Д., Ивченко Т.И., Скирденко О.И. Анализ структуры защитных покрытий для элементов энергетических установок на транспорте с целью обеспечения их надежности в процессе эксплуатации	23
Алиева Л. И. Деформирование заготовок способом радиального выдавливания с противодавлением	29
Березкін І.С., Грубник О.В. Проблеми переробки пластикових відходів та теоретичне обґрунтування створення альтернативних технологій переробки пластику	37
Злепко С.М., Титова Н.В., Новиков В.А. Особенности подготовки воды для инкубационных аппаратов	42
Копылов В.И., Солодкий С.П., Селиверстов И.А. Демпфирующие свойства плазменныххаломиний – никелевых покрытий на высоколегированных сталях	47
Кочевих М.О., Блажис Г.Р., Гончар О.А., Вялін Д.О. Особливості отримання фактурних бетонних виробів для огорожувальних конструкцій	54
Марасанов В. В., Шарко А. А., Коберский В. В. Анализ механизмов возникновения сигналов акустической эмиссии при динамическом нагружении твердых тел	60
Мешков Ю. Є. Синтез закону руху вихідної ланки, що хитається, та працює в режимі фізичного маятника	66
Петровський А.В., Березницький Д.О. Деякі аспекти оптимізації використання корисних площ складів палетованих вантажів	71
Розов Ю.Г. Анализ потери продольной устойчивости двух труб, вставленных одна в другую, при упругих деформациях	76
Титова Н.В., Новіков В.О., Бачинський М.В., Горбатюк С.М. Особливості впливу лазерного та оптичного випромінювання на гідробіонти	82
Яглинский В.П., Гутьра С.С., Хомяк Ю.М., Чанчин А.Н. Параметрические колебания эпицикла колесного редуктора	87

ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ І ХАРЧОВОЇ
ПРОМИСЛОВОСТІ

Бойко Г.А., Уханова О.А. Визначення придатності волокон льону олійного різних сортів до прядіння	97
Валько Н.И., Зубкова Е.В., Стоянова О.В., Тихосова А.А. Влияние условий гипоксии растительного сырья на активность глутаматдекарбоксилазы	102
Валько М.І., Стоянова О.В., Зубкова К.В. Актуальні питання проектування технологічних процесів консервних підприємств	107
Валько М.І., Тихосова Г.А., Стоянова О.В., Зубкова К.В. Удосконалення технології овочевих маринадів	113
Горач О.О., Круглий Д.Г., Бартків Л.Г. Актуальність розробки нормативних документів на стебла соломи та волокно льону олійного	118
Дубінецька Г.О., Остапенко Н.В., Луцкер Т.В., Навольська Л.В. Систематизація елементів весільного одягу на основі принципів трансформації	123
Зубкова К.В. Визначення константи деструкції γ -аміномасляної кислоти в процесі теплової обробки овочевих консервів	136
Ковалевський К.А., Валько М.І., Кузьміна Т.О., Мамай О.І., Шанін О.Д. Обладнання для виробництва плодкових, коньячних спиртів та спирту-ректифікату	142
Ковалевський К.А., Валько М.І., Кузьміна Т.О., Тихосова Г.А., Мамай О.І. Виробництво продуктів із вторинної сировини виноробства	149

Кулігін М.Л., Семешко О.Я. Дослідження впливу модифікованого крохмалю на реологічні властивості кетчупу.....	155
Куник А.Н., Семешко О.Я., Сарібєкова Ю.Г., Асаулюк Т.С. Исследование физико-химических свойств шерстного жира, полученного кислотным способом жиродобычи.....	161
Левчук І.В., Кіщенко В.А., Українець А.І., Осейко М.І., Пасічний В.М., Маринін А.І. Оцінка залишкового вмісту пестицидів у вовняному жирі при очищенні вовни з використанням високоенергетичної обробки.....	166
Мамай О.І., Валько М.І., Кузьміна Т.О., Ковалевський К.А., Шанін О.Д. Спосіб видалення заліза з вин і коньяків.....	172
Салєба Л.В., Сарібєкова Д.Г., Куник О.М., Сарібєков Г.С., Микитенко К.Є. Дослідження процесу екстрагування каротиноїдів.....	178
Скروпишева О.В., Гнідець В.П. Використання методу мікрокристалоскопічного аналізу для ідентифікації харчових та технологічних добавок у харчових продуктах	183

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ І ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Славич В.П., Клеймьонов А.Г. Модель визначення довжини черги транспортних засобів при виникненні перешкоди на смузі руху	188
---	-----

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

Корженевська В.М. Проблеми та тенденції розвитку підприємств машинобудування в умовах кризи.....	194
Малєєв В.А., Безпальченко В.М. Водохозяйственный комплекс херсонской области: состав, анализ, эколого-экономические проблемы, перспективы развития	200

ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ШКОЛИ

Малєєв В.А., Безпальченко В.М. Моббинг: причины, таксономия, последствия.....	209
Radetska S.V. Translation model of the intertextual elements in the literary texts	215

CONTENS

FUNDAMENTAL SCIENCES

Yemelyanova T.A. Resolving equation of free vibrations for a three-layer cylindrical shell reinforced by ribs of rigidity.....	11
Ibrahem Farhan Salman Alrefo, Yu. N. Kuznetsov Evolution and genetic forecasting of multispindle automatic lathe development.....	17

ENGINEERING SCIENCES

Akimov A.V., Saprnov O.O., Sharko A.V., Mikhaylik V.D., Ivchenko T.I., Skirdenko O.I. Analysis of protective coatings for cell power plants in transport in order to ensure their reliability in exploitation.....	23
Aliieva L. I. Workpiece deformation by radial extrusion technique with backpressure.....	29
Berezkin I. S., Grubnyk A. V. Problems of the plastic waste recycling and theoretical study on the development of alternative technologies of the plastic recycling.....	37
Zlepko C.M., Titova N.V., Novikov V.A. Features preparation of water for hatching apparatus.....	42
Kopylov V.I., Solodkiy S.P., Seliverstov I.A. Damping properties aluminum - nickel plasma coatings on high-alloy steels.....	47
Kochevykh M., Blazhys H., Gonchar O., Vyalin D. Features of texture concrete products receipt for non-load-bearing constructions.....	54
Marasanow V.V., Sharko A.A., Koberesky V. V. Analysis of mechanisms origin acoustic emission signals at dynamic lading of solids.....	60
Mieshkov Yu.Ye. Synthesis of the law of motion of final swing link operating in the mode of a physical pendulum	66
Petrovskii A.V., Berezniitskii D.O. Some aspects of use optimization of real-estate storages of pallets loads	71
Rozov J.G. Analysis of longitudinal stability of two tubes inserted into one another, in the area of elastic deformation.....	76
Titova N.V., Novikov V.A., Bachyns'ky M.V., Horbatyuk S.M. Features influence and laser opticalon radiation hydrobyont.....	82
Yaglinsky V.P., Gutryra S.S., Khomiak Yu. M., Chanchin A.N. Parametrical fluctuations of the ring of the wheel gearbox.....	87

THE TECHNOLOGY OF LIGHT AND FOOD INDUSTRY

Boyko G.A., Uhanova O.A. Determination of merchantability oil flax fibers spinning different varieties on.....	97
Valko M.I., Zubkova K.V., Stoianova O.V., Tikhosova G.A. Effect of hypoxia of plant material on the activity glutamatedecarboxylase.....	102
Valko M.I., Stoianova O.V., Zubkova K.V. Topical issues design of technological processes of canning factories	107
Valko M.I., Tikhosova G.A., Stoianova O.V., Zubkova K.V. Improvement technology of vegetable marinades.....	113
Gorach O.O., Krugluy D.G., Bartkiv L.G. Relevance of the development of regulatory documents on a stalk of straw and oil flax fibers.....	118
Dubinetska H., Ostapenko N., Luzker T., Navolska L. The systematization of wedding apparel in terms of transformation principles.....	123
Zubkova K.V. Determination of constant destruction of γ - aminobutyric acid during thermal treatment canned vegetables.....	136
Kovalevsky K.A., Valko M.I., Kuzmina T.O., Mamai O.I., Shanin A.D. Equipment for the production of fruit, cognac spiritus.....	142
Kovalevsky K.A., Valko M.I., Kuzmina T.O., Tikhosova G.A., Mamai O.I. Products obtained from recycled raw of winemaking.....	149
Kuligin M., Semeshko O. Investigation of the effect of modified starch on the rheological properties of ketchup.....	155

Kunik A.N., Semeshko O.Y., Saribeykova Y.G., Asulyuk T.S. Research of physical and chemical properties of wool grease obtained by acid method.....	161
Levchuk I.V., Kischenko V.A., Ukrainets A.I., Oseiko N.I., Pasichniy V.N., Marynin A.I. Pesticide residue evaluation in the wool fat under wool scouring with high-energy treatment.....	166
Mamai O.I., Valko M.I., Kuzmina T.O., Kovalevsky K.A., Shanin A.D. Method for removing iron from wines and cognacs.....	172
Saleba L., Saribekova D., Kunik A., Saribekov H., Mikitenko K. Study of extracting carotenoids....	178
Skropysheva E.V., Hnidets V.P. Using method microcrystalline analysis for identification of food and technological supplements in food.....	183

MATHEMATICAL MODELING OF PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PROCESSES AND TECHNICAL SYSTEMS

Slavich V.P., Kleimjonov A.G. Definition model of queue vehicle length with interference in lane.....	188
--	-----

ECONOMICAL SCIENCES

Korgenevskaya V.N. Problems and tendencies of development machine-building enterprises in the conditions of crisis.....	194
Malieiev V.A. , Bezpachenko V.M. Water management system of the kherson region: composition, analysis, environmental and economic problems, development perspectives.....	200

PROBLEMS OF THE HIGHER SCHOOL

Maljejev V.A. , Bezpachenko V.M. Mobbing: reasons, taxonomy, consequences.....	209
Radetska S.V. Translation model of the intertextual elements in the literary texts	215

ФУНДАМЕНТАЛЬНІ НАУКИ

УДК 624.073.4

Т.А.ЄМЕЛЬЯНОВА

Херсонський державний аграрний університет

**РОЗВ'ЯЗУЮЧЕ РІВНЯННЯ ВІЛЬНИХ КОЛИВАНЬ
ТРИШАРОВОЇ ЦИЛІНДРИЧНОЇ ОБОЛОНКИ, ЯКА ПІДКРІПЛЕНА
РЕБРАМИ ЖОРСТКОСТІ**

В роботі розглядається отримання розв'язуючого рівняння вільних коливань тришарової циліндричної оболонки з легким заповнювачем, яка підкріплена поздовжніми або поперечними ребрами жорсткості, для побудови розрахункової моделі та розробки алгоритму дослідження вільних коливань тришарових оболонок наступних типів: пологої тришарової оболонки, яка підкріплена поздовжніми ребрами жорсткості; кругової тришарової оболонки, яка підкріплена поздовжніми ребрами жорсткості; пологої тришарової оболонки, яка підкріплена поперечними ребрами жорсткості.

Ключові слова: тришарова оболонка, легкий заповнювач, вільні коливання, ребра жорсткості, функція зусиль, функція переміщень.

Т.А.ЕМЕЛЬЯНОВА

Херсонский государственный аграрный университет

**РАЗРЕШАЮЩЕЕ УРАВНЕНИЕ СВОБОДНЫХ КОЛЕБАНИЙ
ТРЕХСЛОЙНОЙ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ ОБОЛОЧКИ, ПОДКРЕПЛЕННОЙ
РЕБРАМИ ЖЕСТКОСТИ**

В работе рассматривается получение разрешающего уравнения свободных колебаний трехслойной цилиндрической оболочки с легким наполнителем, подкрепленной продольными или поперечными ребрами жесткости, для построения расчетной модели и разработки алгоритма исследования свободных колебаний трехслойных оболочек следующих типов: пологой трехслойной оболочки, подкрепленной продольными ребрами жесткости; круговой трехслойной оболочки, подкрепленной продольными ребрами жесткости; пологой трехслойной оболочки, подкрепленной поперечными ребрами жесткости.

Ключевые слова: трехслойная оболочка, легкий наполнитель, свободные колебания, ребра жесткости, функция усилий, функция перемещений.

T.A.YEMELYANOVA

Kherson State Agrarian University

**RESOLVING EQUATION OF FREE VIBRATIONS FOR
A THREE-LAYER CYLINDRICAL SHELL REINFORCED BY RIBS
OF RIGIDITY**

The given article looks at obtaining of the resolving equation of free vibrations for a three-layer cylindrical shell with a lightweight aggregate reinforced by longitudinal and transverse ribs of rigidity for the construction of the computational model and algorithm development of the research of free vibrations for three-layer shells of the following types: a flat three-layer shell, reinforced by longitudinal ribs; a circular three-layer shell, reinforced by longitudinal ribs; a flat three-layer shell, reinforced by transverse ribs.

Keywords: three-layer shell, lightweight aggregate, free vibrations, ribs of rigidity, function of effort, function of displacements.

Постановка проблеми

Насьогодні шарові конструкції, а саме тришарові оболонки, знаходять широке застосування в таких наукоємних галузях, як промислове та цивільне будівництво, літакобудування, суднобудування та в інших галузях інженерії. Для подібних конструкцій рішення задач про вільні коливання має

фундаментальне значення для вирішення багатьох проблем динаміки, а саме при дослідженні процесів, які використовують інформацію про першу частоту вільних коливань [1,2].

Розглядаються вільні коливання тришарової циліндричної оболонки з легким трансверсально – ізотропним заповнювачем, яка підкріплена ребрами жорсткості. Відстань між ребрами, а також жорсткості ребер вважаються однаковими. При цьому ребра розташовані симетрично відносно серединної поверхні тришарової оболонки (рис..1).

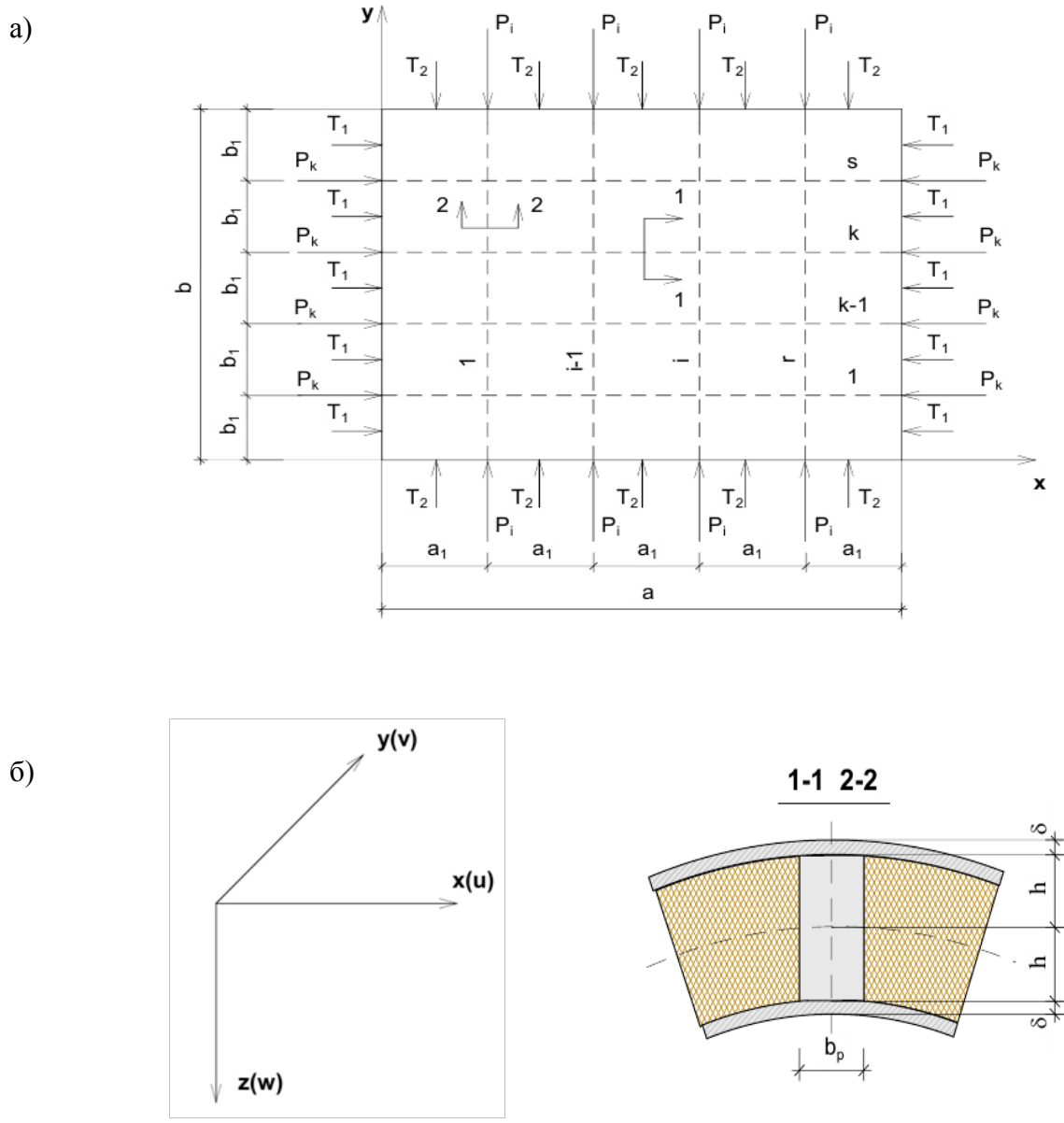


Рис. 1. Схема тришарової пологої оболонки з легким заповнювачем, яка підкріплена ребрами жорсткості: а) схема підкріпленої оболонки в плані, б) розріз оболонки за перерізами 1-1 та 2-2.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Варіаційним шляхом, використовуючи функціонал - дію за Остроградським – Гамільтоном, отримані рівняння руху тришарової оболонки симетричної будови, підкріпленої ребрами в двох взаємно перпендикулярних напрямках з урахуванням дії подовжніх сил в серединних площинах зовнішніх шарів і ребрах, граничні умови і умови по лініях ребер. При виведенні рівнянь передбачалося, що заповнювач легкий, а ребра мають однакову жорсткість в одному напрямі і розташовані на однакових відстанях. Для зовнішніх несучих шарів оболонки приймалися гіпотези Кірхгоффа - Лява, а для заповнювача - лінійний закон зміни тангенціальних переміщень за товщиною. Поперечні деформації заповнювача не враховувалися. Для ребер прийняті гіпотези Бернуллі та враховувався тільки згин ребер в вертикальній площині [3]. За допомогою граничного переходу отримані умови по лініях ребер без урахування деформацій зсуву в ребрах.

За допомогою варіаційного принципу Остроградського – Гамільтона, отримані диференціальні рівняння вільних коливань ділянки оболонки, замкненої між ребрами, а також умови по лініях ребер і по краях тришарової циліндричної оболонки, яка підкріплена як поздовжніми, так і поперечними ребрами жорсткості, при шарнірному обпиранні кромки [4].

Диференціальні рівняння згинальних коливань ділянки оболонки, розташованої між ребрами, мають вигляд:

$$\begin{aligned}
 u_{\beta} - H \frac{\partial w}{\partial x} &= \frac{Bh}{G_3} \left(\frac{\partial^2 u_{\beta}}{\partial x^2} + \frac{1-\mu}{2} \frac{\partial^2 u_{\beta}}{\partial y^2} + \frac{1+\mu}{2} \frac{\partial^2 v_{\beta}}{\partial x \partial y} \right); \\
 v_{\beta} - H \frac{\partial w}{\partial y} &= \frac{Bh}{G_3} \left(\frac{\partial^2 v_{\beta}}{\partial y^2} + \frac{1-\mu}{2} \frac{\partial^2 v_{\beta}}{\partial x^2} + \frac{1+\mu}{2} \frac{\partial^2 u_{\beta}}{\partial x \partial y} \right); \\
 -2D\nabla^4 w - 2BH\nabla^2 \left(\frac{\partial u_{\beta}}{\partial x} + \frac{\partial v_{\beta}}{\partial y} \right) + \frac{N_y}{R} - 2(\rho_H \delta + \rho_3 h) \omega^2 w &= 0; \\
 \frac{\partial N_x}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial y} &= 0; \\
 \frac{\partial N_y}{\partial y} + \frac{\partial S}{\partial x} &= 0.
 \end{aligned} \tag{1}$$

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є отримання розв'язуючого рівняння вільних коливань тришарової циліндричної оболонки з легким заповнювачем, яка підкріплена поздовжніми або поперечними ребрами жорсткості, для побудови розрахункової моделі та розробки алгоритму дослідження вільних коливань зазначеної оболонки при шарнірному обпиранні кромки.

Викладення основного матеріалу дослідження

Розглядаються наступні типи тришарової оболонки з легким трансверсально – ізотропним заповнювачем: а) полого тришарова оболонка, яка підкріплена поздовжніми ребрами жорсткості (рис.2); б) кругова тришарова оболонка, яка підкріплена поздовжніми ребрами жорсткості (рис.3); в) полого тришарова оболонка, яка підкріплена поперечними ребрами жорсткості (рис.4).

Всі ребра мають однакову жорсткість та розташовані на однакових відстанях одне від одного [6,7,8].

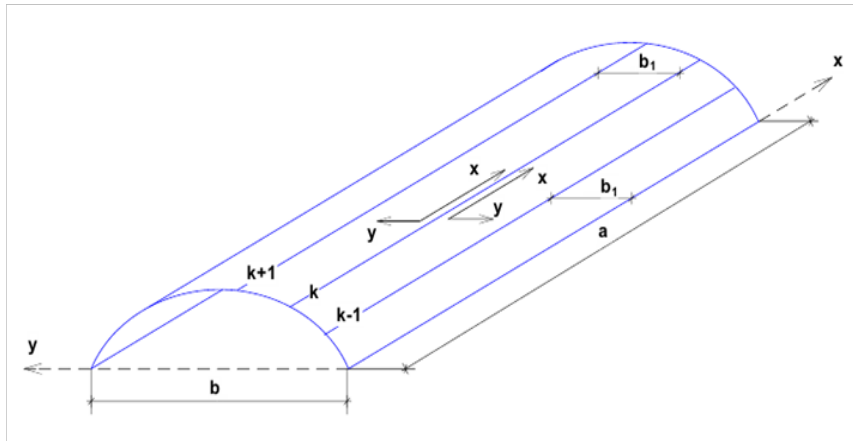


Рис. 2. Схема тришарової пологої оболонки, яка підкріплена поздовжніми ребрами жорсткості

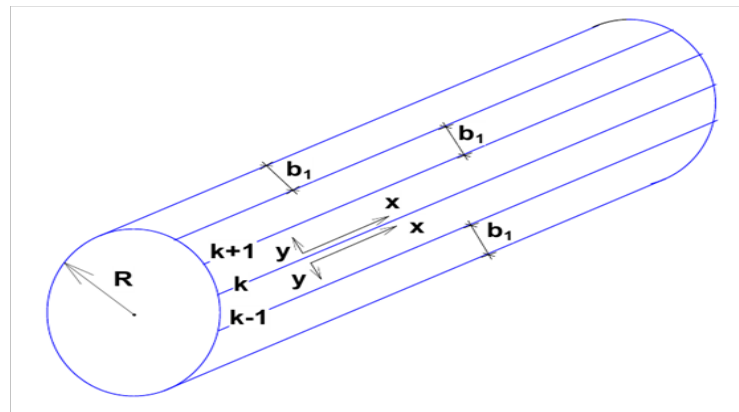


Рис. 3. Схема тришарової кругової циліндричної оболонки, яка підкріплена поздовжніми ребрами жорсткості

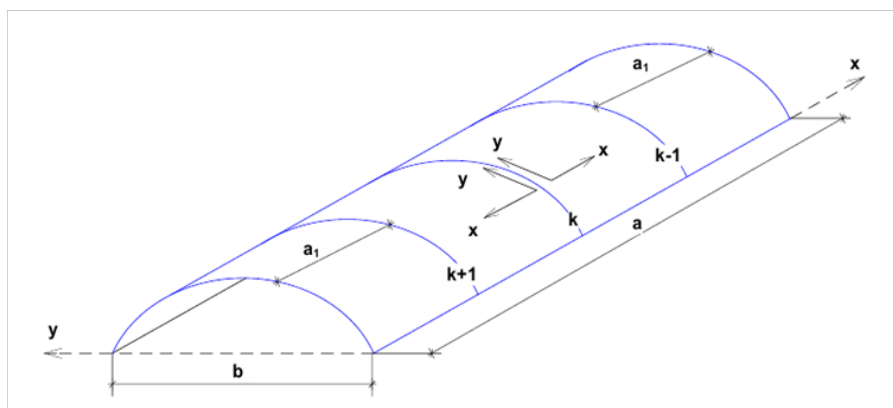


Рис. 4. Схема тришарової пологої оболонки, яка підкріплена поперечними ребрами жорсткості

Шляхом введення функцій зусиль

$$N_x = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial y^2}; \quad N_y = \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2}; \quad S = -\frac{\partial^2 \Phi}{\partial x \partial y}, \quad (2)$$

і функцій переміщень

$$u_\beta = H \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial \psi}{\partial y}; \quad v_\beta = H \frac{\partial \varphi}{\partial y} - \frac{\partial \psi}{\partial x}; \quad w = \left(1 - \frac{Bh}{G_3} \nabla^2 \varphi \right), \quad (3)$$

систему диференціальних рівнянь (1) можна привести до вигляду, припускаючи $D = 0$:

$$\nabla^4 \Phi + \frac{\bar{B}}{R} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(\varphi - \frac{Bh}{G_3} \nabla^2 \varphi \right) = 0, \quad (4)$$

$$\nabla^4 \varphi - \frac{1}{BD^*} \frac{\partial^2 \Phi}{\partial x^2} - m_{об} \omega^2 \left(\varphi - \frac{Bh}{G_3} \nabla^2 \varphi \right) = 0, \quad (5)$$

$$\Psi - \frac{1-\mu}{2G_3} Bh \nabla^2 \Psi = 0, \quad (6)$$

$$B = \frac{E\delta}{1-\mu^2};$$

$$D = \frac{E\delta}{12(1-\mu^2)};$$

$$H = h + 0,5\delta;$$

$$u_\beta = 0,5(u_1 - u_2);$$

$$v_\beta = 0,5(v_1 - v_2);$$

де δ – товщина зовнішніх шарів;

$2h$ – товщина зовнішніх шарів та заповнювача;

G_3 – модуль зсуву заповнювача;

E, μ – модуль пружності і коефіцієнт Пуассона зовнішніх шарів;

u_1, v_1, u_2, v_2 – тангенціальні переміщення серединних площин верхнього та нижнього шарів;

w – прогин оболонки.

Систему рівнянь (4) і (5) можна розв'язати, якщо ввести в розгляд функцію $F(x,y)$ та прийняти:

$$\varphi = \nabla^4 F, \quad \Phi = -\frac{\bar{B}}{R} \frac{\partial^2}{\partial x^2} \left(1 - \frac{Bh}{G_3} \nabla^2 \right) F \quad (7)$$

Остаточно систему рівнянь (4) і (5) можна привести до одного розв'язуючого рівняння (8):

$$\nabla^4 \nabla^4 F + \frac{\bar{B}}{R^2 D^*} \frac{\partial^4}{\partial x^4} \left(1 - \frac{Bh}{G^3} \nabla^2 \right) F - \frac{\omega^2 m_{об}}{D^*} \left(1 - \frac{Bh}{G^3} \nabla^2 \right) \nabla^4 F = 0 \quad (8)$$

Висновки

Таким чином, отримане розв'язуюче рівняння (8) може бути застосоване для побудови розрахункової моделі та розробки алгоритму дослідження вільних коливань тришарових циліндричних оболонок наступних типів: пологої тришарової оболонки, яка підкріплена поздовжніми ребрами жорсткості; кругової тришарової оболонки, яка підкріплена поздовжніми ребрами жорсткості; пологої тришарової оболонки, яка підкріплена поперечними ребрами жорсткості.

З урахуванням граничних умов для випадку вільного обпирання, можна отримати частотне рівняння для визначення першої частоти вільних коливань тришарових циліндричних оболонок з легким трансверсально-ізотропним заповнювачем, підкріплених як поздовжніми так і поперечними ребрами жорсткості.

Список використаної літератури

1. Григолюк Э.И., Чулков П.П. Устойчивость и колебания трехслойных оболочек.– М.: Машиностроение – 1973. – С.172.
2. Григолюк Э.И., Кассихин В.Н. Осесимметричные свободные колебания круговых трехслойных пластин // Некоторые прикладные задачи теории пластин и оболочек: сборник научных трудов под ред. Э.И. Григолюка. – 1981. – С. 185– 195.
3. Сливкер В.И. Строительная механика. Вариационные основы: Учебное пособие. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2005. – 736 с.
4. Кириченко В.Л., Емельянова Т.А. Дифференциальные уравнения устойчивости пологой трехслойной оболочки с легким заполнителем, подкрепленной ребрами жесткости // «Вестник» Херсонского государственного технического университета, 1999. – №3(6). – С. 248 – 251.
5. Емельянова Т.А. Дифференциальные уравнения свободных колебаний трехслойной оболочки, подкрепленной ребрами жесткости // Теоретическая и прикладная механика: сборник научных трудов. – Минск: УП «Технопринт», 2002. – С. 169 – 181.
6. Емельянова Т.А. Устойчивость трехслойной пологой оболочки с легким заполнителем, подкрепленной продольными ребрами жесткости // Сборник «Актуальные проблемы динамики и прочности в теоретической и прикладной механике» (по материалам Международной научно – технической конференции), Минск: УП «Технопринт». - 2001. – С. 193 – 197.
7. Кириченко В.Л., Емельянова Т.А. Стійкість тришарової циліндричної оболонки, яка підкріплена поздовжніми ребрами жорсткості за умовами поздовжнього стиску // Таврійський науковий вісник. – Херсон: Айлант, 2000. – №14. – С.185-197.

УДК 621.235.3

IBRAHEM FARHAN SALMAN ALREFO

College of Ma'an, Al-Balqa Applied University, Jordan

Yu. N. KUZNETSOV

The National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»

EVOLUTION AND GENETIC FORECASTING OF MULTISPINDLE AUTOMATIC LATHE DEVELOPMENT

Classifications based on various design and technological parameters of multispindle automatic and semiautomatic lathes from various manufacturers are analyzed, as elate evolution of their development base don productivity as defined by spindle RPM, and specific metal consumption as the lathe weight to main drive power capacity ratio. The genetic forecast has been made for new generations of multispindle automatic lathes, their units and mechanisms, including replacement mechanical systems with the electromechanical ones.

Keywords: multispindle automatic lathe, classification, productivity, specific metal consumption, evolution, genetic forecast

АЛЬ РЕФО ИБРАГИМ ФАРХАН САЛМАН

Аль-Балга технічний університет (Йорданія)

Ю.М. КУЗНЕЦОВ

НТУУ"Київський політехнічний інститут"

ЕВОЛЮЦІЯ І ГЕНЕТИЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ РОЗВИТКУ БАГАТОШПИНДЕЛЬНИХ ТОКАРНИХ АВТОМАТІВ

Проаналізовано конструктивні і технологічні параметри багатошпіндельних токарних автоматів і напівавтоматів різних виробників.

Визначено шляхи еволюції багатошпіндельних токарних верстатів в основу розвитку яких покладено не швидкість обертання шпинделю, а металоемність по відношенню до потужності приводу. Зроблено генетичний прогноз розвитку нових поколінь багатошпіндельних токарних автоматів, їх вузлів і механізмів, включаючи заміну механічних систем на електромеханічні і близькі до них приводи.

Ключові слова: багатошпіндельні токарні автомати, класифікація, продуктивність, металоемність, еволюція, генетичне прогнозування

АЛЬ РЕФО ИБРАГИМ ФАРХАН САЛМАН

Аль-Балга технический университет (Йордания)

Ю.Н. КУЗНЕЦОВ

НТУУ"Київський політехнічний інститут"

ЭВОЛЮЦИЯ И ГЕНЕТИЧЕСКОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РАЗВИТИЯ МНОГОШПИНДЕЛЬНЫХ ТОКАРНЫХ АВТОМАТОВ

Проанализированы конструктивные и технологические параметры многошпиндельных токарных автоматов и полуавтоматов различных производителей. Определены пути эволюции многошпиндельных токарных станков в основу развития которых лежит не скорость вращения шпинделя, а металлоемкость по отношению к мощности привода. Сделано генетический прогноз развития новых поколений многошпиндельных токарных автоматов, их узлов и механизмов, включая замену механических систем на электромеханические и близкие к ним приводы.

Ключевые слова: многошпиндельные токарные автоматы, классификация, производительность, металлоемкость, эволюция, генетический прогноз

Problem statement

The world production tends to flexible automated manufacturing as a result of rapidly changing product range, thus increasing the share of small-batch production. Still, there are such products and individual parts, which are produced in thousands and millions (accessories, fasteners, bearings, plumbing hardware, etc.). Such products and parts are manufactured by means of large-batch and mass production techniques at high-productivity cutting machines, including multispindle automatic (MAL) and semiautomatic lathes (MSAL) processing bar stock, pipe stock, and piece blanks (fig. 1) [2,10 - 13, 17].

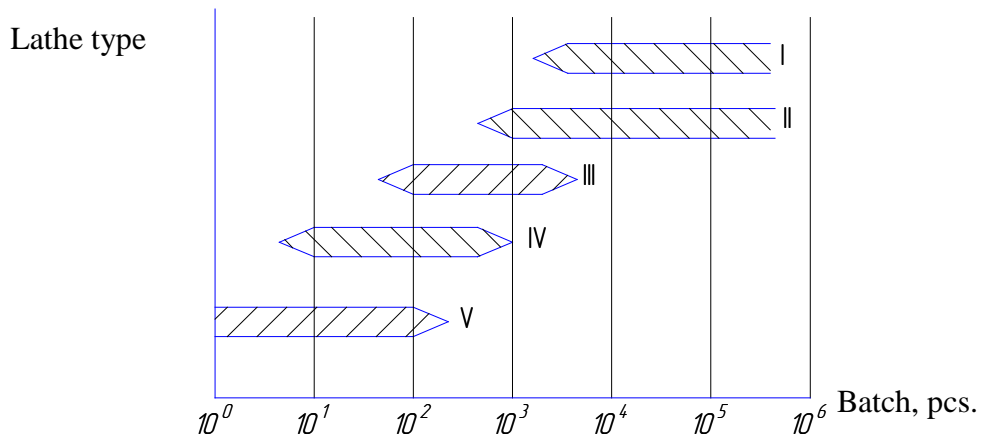


Fig. 1. Application areas for different lathes and part batches: 1 – drum (rotary) automatic lathe; 2 – multi-spindle automatic lathe; 3 – single-spindle automatic lathe; 4 – turret lathe; 5 – CNC lathe

Analysis of the previous researches and publications

The first bar-fed MAL ever with rotary spindle carrier (SC) was developed by National Acme Co., Cleveland, US based on patent No. 530180 in 1894 [12,16].

Acme system has been adopted by Gilde meister & Co. and A. Schuette for their MALs. The next one was Gridley system with four-spindle automatic machine produced by K. Hasse & Wrede (Berlin), then the five-spindle Davenport system, the six-spindle New-Britain system, and the three-spindle Lister system (by Davies Saving & Co., Dayton, US) followed. Prentis system MSAL were two-sided (Prentis & Co., New Haven, US) and one-sided (K. Hasse & Wrede, New-Britain). Wan near system differs significantly from the others in its vertical configuration and has 8 spindles located around the column (this MAL appeared first at Brussels World Exhibition, but has never been seen again since then). The same principle was employed in Bullard system MSALs for machining large parts.

Main material

There are several classifications for MAL and MSALs [2, 10-13, 16-18]. Taking into account the accumulated experience and information, work piece types, drives, mechanisms, and machining techniques used, the most comprehensive of the most he one proposed by Prof. G. Spur [10, 17] (fig. 2), in which all MALs and MSALs are classified based on the main design feature—application of the SC.

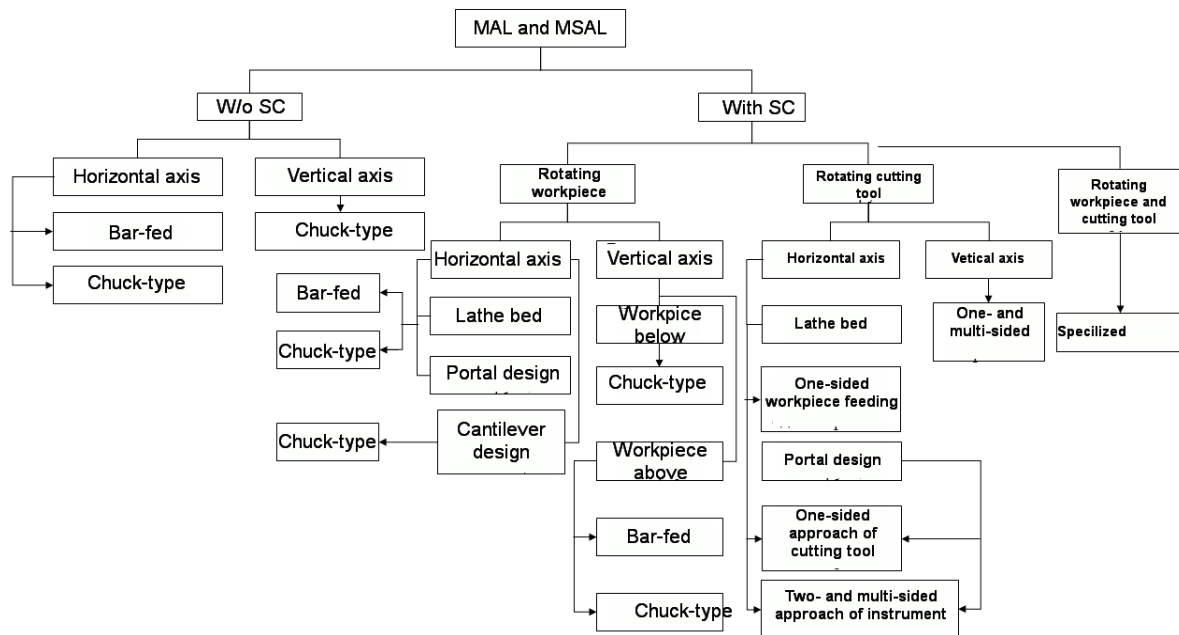


Fig. 2. Classification of MALs and MSALs based on design features [14]

However, this classification does not include MALs and MSAL switch inclined axis, bar-fed-chuck-type, cantilever-type, and others, which emerged with the introduction of CNC [3, 4 ,6]. Hereinafter, MAL also assumes MSAL.

The main technical and cost parameter for MAL determining its development level is its machining productivity, which is greatly influenced by the main drive - spindle RPM. Development of MALs by this criterion had been forecast with some credibility until 2000 by R. A. Sklyarov under the supervision of the author of [5], using patent data available at that time in Special Design Bureau for Multispindle Automatic Lathes (SKBMA) at Kyiv Machine Tool Plant.

Another technical and cost parameter for machining equipment and other machines of various purposes is the ratio of its weight G to power capacity N of the main drive source characterizing its specific metal consumption, which also is an indication of progressive development, particularly, taking into account the advancing metal deficit (mineral resources are being drastically exhausted): $M = \frac{G}{N}$.

At the mid - 20th century, according to the information in [2], this parameter for six-spindle MAL with cyclic control by camshaft was at 400-800 kg/kW (fig. 3).

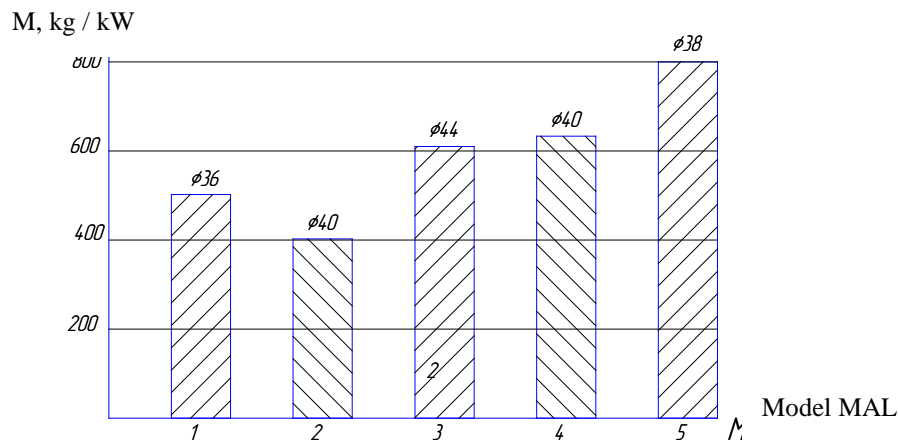


Fig. 3. Comparison of metal consumption efficiency for various models of MALs: 1—123; 2—1240-6; 3—Wickman; 4—Gildermeister; 5—KOH

By late-1970s the parameter M for Ukrainian MAL with cam shaft control [11] decreased slightly and was 387-769 kg/kW (fig. 4).

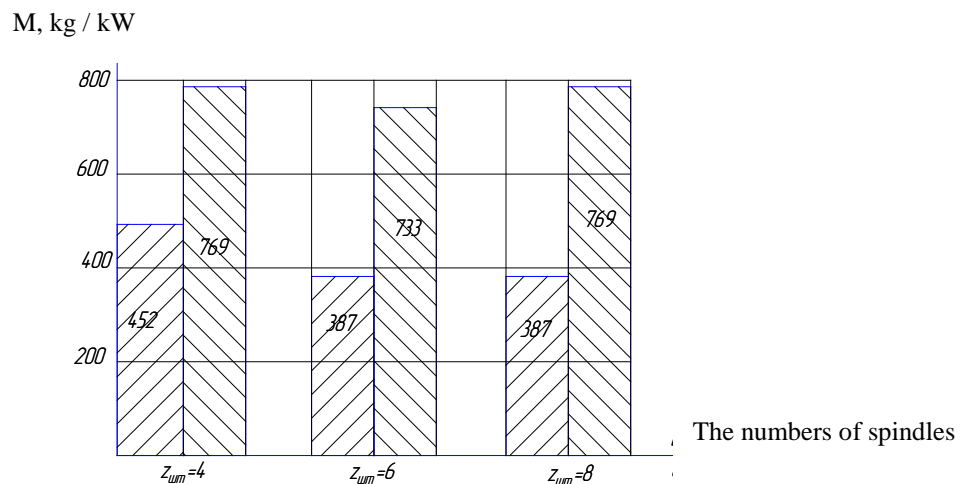


Fig. 4. Diagram of metal consumption efficiency for Ukrainian MAL with cyclic camshaft control for different numbers of spindles

It should be noticed, that according to [2, 11], for light and medium Ukrainian MAL spindle power loss at idle pass was 5.7-10.8 kW with cutting power of 15-42 kW, main drive power efficiency being in the range 0.6-0.8 and even less (in some cases as little as 0.3), because of long driving trains (due to gear and belt trains).

When bought Kyiv-made MALs, Japanese companies (according to SKBM Areports) used them at full capacity in creasing cutting (feed) speed and decreasing the duration of idle passes by increasing camshaft RPM. Upon decommissioning they made three machines using the metal obtained from recycling two MALs. Later, with the gradual introduction of CNC systems and high-speed spindle units along with short driving trains, Japanese companies managed to make two MALs using one recycled Kyiv-made MAL. That means the specific metal consumption lowered first 1.5-fold (258-513 kg/kW), and later was halved (193-385 kg/kW). This tendency of lowering metal consumption can be observed in other companies as well due to the utilization of modern CNC systems and short driving trains eliminating mechanical transmission and employing high-speed spindle units with CNC and continuous control in the form of motor-spindles [3, 4, 6, 19]. Examples include Multi swiss series CNC MAL [22] by Swiss company Torno with six work spindles and one counter-spindle, which had a specific metal consumption of 208 kg/kW. Other European and Asian companies have also reached this level with some accuracy. Along with adopting a modular design in MAL development, they also provide repair and maintenance services.

The values achieved are not final and can be lowered more by introducing electromechanical systems, mechatronics, new load-bearing systems, and non-metallic materials, particularly, composites.

For the purpose of solving the problems of productivity growth and metal consumption reduction, it is reasonable to use the approaches from evolutionary and genetic synthesis theories [1, 7, 8, 14, 15, 19], which are based on the laws of evolution and interdisciplinary sciences. Another representative of this group is genetics — an interdisciplinary knowledge do main studying the laws inheritance and structural changes in natural and anthropogenic systems developing in time.

With the introduction of CNC in MALs, the driving trains have changed fundamentally, electromechanical replaced mechanical, which initiated count for new MAL generations accounting for the evolution of main driving source (fig. 5) and SC rotation and fixing mechanisms (fig. 6). Abandonment of SC, the axis of which is the geometric axis of the lathe [3, 13], allows the most efficient implementation of modular design principle [4] and creating a number of CNC-equipped MALs with the help of systematic morphologic approach [6], increasing the number of spindles in order to raise the productivity.

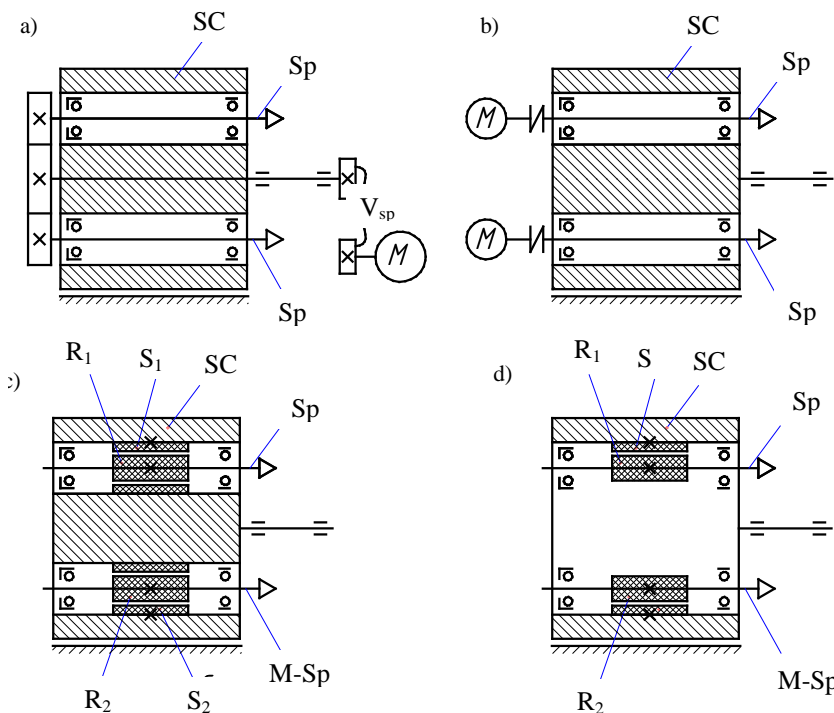


Fig. 5. Evolution of main drive development in MAL with rotary spindle carrier:
a—1st generation with mechanical transforming motor;
b—2nd generation without mechanical trains with individual motors for each spindle; c—3rd generation with
motor-spindles; d—4th generation with motor-spindles and common stator (genetic forecast)

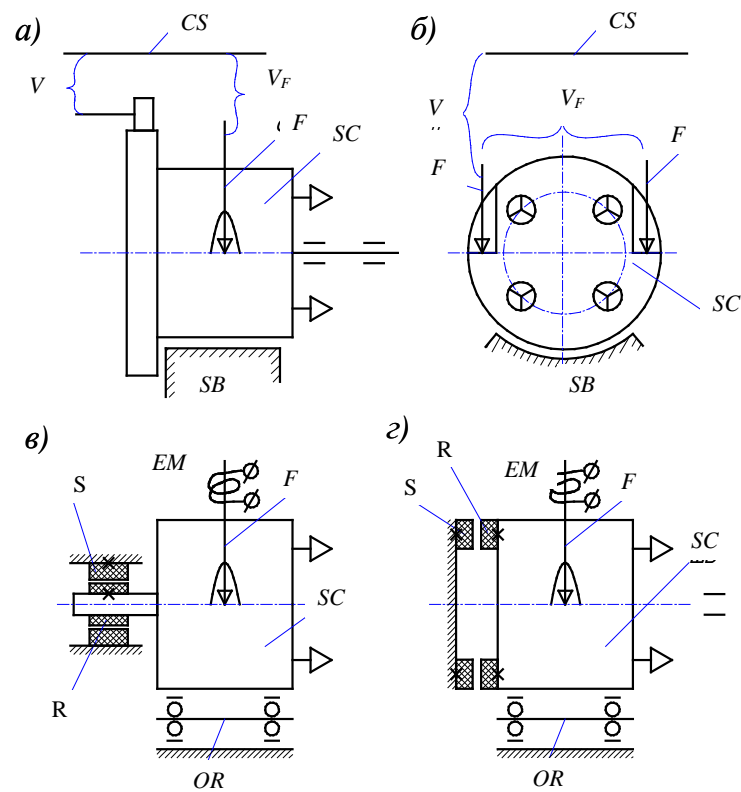


Fig. 6. Evolution of spindle carrier rotation and fixing mechanisms with cyclic control from camshaft with mechanical trains (a) and electromechanically systems and CNC—genetic for ecast (b, c): SC—spindlecarrier; CS—camshaft; F—fixator; EM—electromagnet; S—stator; R—rotor; SB—sleeve bearing; OR—rolling bearing

Conclusion

Based on the analysis of MAL evolution, 2 directions of enhancing them can forecast:

1. With SC and electromechanical systems of main drive, tool turret feed drive, chuck drive with geometric locking in loading-unloading position, bar feeding and fixing drive, rotation and fixing mechanisms of spindle carrier.

2. Without SC and with electromechanical systems of the main drive as a single module incorporating a motor-spindle and automatic chuck, tool turret feed drive, bar feeding and fixing drive.

In both cases hybrid driving systems for mechanisms and units will be utilized, as well as framework load-bearing systems widely employing non-metallic materials. The second direction with out rotary SC is the most promising, it implements parallel and parallel-serial machining techniques providing high productivity and machining quality along with maximum employment of modular principle and minimum consumption of materials and energy.

References

1. E. P. Balashov, Evolutional system synthesis: monograph, Moscow, Radio and communications publishers, 1985, 328 p.
2. B. L. Boguslavsiy, Automatic lathes. Basics of calculations, design, and operation: monograph, Moscow, Mechanical engineering state publishers, 1958, 595 p.
3. Yu. N. Kuznetsov, L. N. Sribniy, Increasing automatic lathe efficiency: monograph, Kyiv, Technica publishers, 1989, 168 p.
4. Yu. N. Kuznetsov, Increasing multispinde automatic lathe efficiency, Machines and tools journal, Iss. 2, 1988, pp. 4-6.
5. Yu. N. Kuznetsov, R. A. Sklyarov, Forecasting the development of technical systems: Textbook, Kyiv, ZMOK LLC – GNOZIS, 2004, 323 p.
6. Yu. N. Kuznetsov, D. O. Dmytryiev, G. Yu. Dinevich, Configuring machining equipment with parallel structure mechanisms: monograph, Kherson, V. S. Vyshemyrsky private company, 2009, 456 p.
7. Yu. N. Kuznetsov, Zh. A. Gerra, T. O. Khamuyela, Kyiv, GNOZIS LLC, 2012, 286 p.

8. Yu. N. Kuznetsov, V. F. Shynkarenko, Genetic approach – a key to creating complex mechanical systems, Processing complex journal, Iss. 1, 2 (5, 6), Lutsk, 2013, pp. 15-27.
9. Yu. N. Kuznetsov, Current status and prospective of development and production of metal-cutting equipment in Ukraine, News of Engineering Academy of Ukraine, Iss. 1(44), 2011, pp. 2-10.
10. Materials cutting handbook. Edited by G. Spur and T. Steffle. Volume 1. Translation from German edited by Yu. M. Soloventsev, Moscow, Mashinostroyeniye publishers, 1985, 616 p.
11. V. I. Chergikalo, O. I. Gurov, B. P. Davydovich, et al., Multi-spindle automatic lathes: monograph, Moscow, Mashinostroyeniye publishers, 1978, 309 p.
12. F. Kelle, Automatic machines. Translation from German by I. I. Kostarev, Moscow, Chief editorial board for mechanical engineering and metal processing.
13. G. A. Shaumyan, Automatic machines and lines: monograph, 3rd edition, Moscow, Mechanical engineering state publishers, 1961, 552 p.
14. V. F. Shynkarenko, Basics of electromechanical systems evolutionary theory, Kyiv, Naukovadumka publishers, 2002, 288 p.
15. V. F. Shynkarenko, Genetic forecast as a systematic base in management strategy for innovations in technical systems, Proceedings of Tavria State Agrotechnological University, Iss. 11, Vol. 4, 2011, pp. 3-19.
16. G. Schlesinger, Metal-cutting machines. Calculations and design. Textbook. Translation from German by N. S. Acherkan and B. L. Boguslavskiy (two parts with separate drawing album). Part. 1, Kyiv, Defense literature state publishers, 1938, 618 p.
17. Spur G. Mehrspindel – Drehautomaten. Carl Haser Verlag, München, 1970
18. Spur G. Geschichtlicher Rückblick auf die konstruktive Entwicklung der Mehrspindel – Drehautomaten. Werkstatt and betrib, 100 (1967). 3, S. 202-210.
19. Shynkarenko Vasyl, Kuznetsov Yuriy. An interdisciplinary approach to modeling and synthesis of difficult technical systems // Journal of the Technical University Gabrovo, Vol. 52, 2016. – p.p. 24-28.
20. <http://newsland.com/news/detail/id/1404560/>. Airplanes are now subject to laws of evolution.
21. <http://podrobnosti.ua/tech/2014/07/23/985989.htm/>. Americans applied laws of evolution to civil aviation.
22. <http://www.tajmac-zps.cz/ru/node/542>. Multispindle automatic lathes.

ІНЖЕНЕРНІ НАУКИ

УДК 667.64:678.026

А.В. АКИМОВ, А.А. САПРОНОВ, А.В. ШАРКО,
В.Д. МИХАЙЛИК, Т.І. ІВЧЕНКО
Херсонська державна морська академія,
О.І. СКІРДЕНКО
Херсонський державний університет

**АНАЛИЗ СТРУКТУРЫ ЗАЩИТНЫХ ПОКРЫТИЙ ДЛЯ ЭЛЕМЕНТОВ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК НА ТРАНСПОРТЕ С ЦЕЛЮ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ИХ НАДЕЖНОСТИ В ПРОЦЕССЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ**

Методами ІК-спектрального аналізу проведено дослідження структури і природи хімічних зв'язків, які виникають при структуроутворенні епоксидних композитів, пластифікованих трихлоретилфосфатом і наповнених трикомпонентними бідисперсними наповнювачами різної фізико-хімічної природи. Як наповнювачі використовували дрібнодисперсні наповнювачі – совелітовий порошок і вуглекислий кальцій, а також грубозернисті наповнювачі – алюмінат кальцію і хлорамін Б. Кількісний аналіз ІК-спектрів проводили за законом Ламберта-Бера, враховуючи при цьому значення інтенсивності пропускання (%), півширини (b), площі (%) смуг поглинання епоксидного матеріалу. На основі проведення ІК-спектрального порівняльного аналізу смуг поглинання епоксидної матриці та розроблених композитів обрані матеріали з підвищеним ступенем зшивання, а, отже, і полішеними фізико-механічними і теплофізичними властивостями характеризуються матеріали.

Ключові слова: епоксидний композит, трикомпонентний бідисперсний наповнювач, ІК-спектральний аналіз.

О.В. АКИМОВ, О.О. САПРОНОВ, О.В. ШАРКО, В.Д. МИХАЙЛИК, Т.І. ІВЧЕНКО
Херсонська державна морська академія
О.І. СКІРДЕНКО
Херсонський державний університет

**АНАЛІЗ СТРУКТУРИ ЗАХИСНИХ ПОКРИТТІВ ДЛЯ ЕЛЕМЕНТІВ ЕНЕРГЕТИЧНИХ
УСТАНОВОК НА ТРАНСПОРТІ З МЕТОЮ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЇХ НАДІЙНОСТІ В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ**

Методами ІЧ-спектрального аналізу проведено дослідження структури і природи хімічних зв'язків, які виникають при структуроутворенні епоксидних композитів, пластифікованих трихлоретилфосфатом і наповнених трикомпонентними бідисперсними наповнювачами різної фізико-хімічної природи. Як наповнювачі використовували дрібнодисперсні наповнювачі – совелітовий порошок і вуглекислий кальцій, а також грубозернисті наповнювачі – алюмінат кальцію і хлорамін Б. Кількісний аналіз ІЧ-спектрів проводили за законом Ламберта-Бера, враховуючи при цьому значення інтенсивності пропускання (%), півширини (b), площі (%) смуг поглинання епоксидного матеріалу. На основі проведення ІЧ-спектрального порівняльного аналізу смуг поглинання епоксидної матриці та розроблених композитів обрані матеріали з підвищеним ступенем зшивання, а, отже, і полішеними фізико-механічними і теплофізичними властивостями характеризуються матеріали.

Ключові слова: епоксидний композит, трикомпонентний бідисперсний наповнювач, ІЧ-спектральний аналіз.

A.V. AKIMOV, O.O. SAPRONOV, A.V. SHARKO, V.D. MIKHAYLIK, T.I. IVCHENKO,
Kherson State Maritime Academy
O.I. SKIRDENKO
Kherson State University

**ANALYSIS OF PROTECTIVE COATINGS FOR CELL POWER PLANTS IN TRANSPORT IN
ORDER TO ENSURE THEIR RELIABILITY IN EXPLOITATION**

By infrared spectral analysis of a study structure and the nature of the chemical bonds that arise in the structure formation of epoxy composites, plasticized trichloroethylphosphate and filled three-component

bidisperse fillers of various physical and chemical nature. As fillers used fine fillers – sovelite powder and calcium carbonate, and the coarse fillers – calcium aluminate and chloramine B. Quantitative analysis of the infrared spectra was carried out according to the law of Lambert-Beer law, taking into account the value of intensity transmittance (%), the half-width (b), the area (%) of the absorption bands epoxy composites material. On the basis of the infrared spectral comparative analysis of the absorption bands of epoxy matrix composites developed and selected materials with a higher degree of cross-linking, and, consequently, improved mechanical and thermal properties characterized materials.

Keywords: epoxy composite, three-component filler bidisperse filler, infrared spectral analysis.

Постановка проблемы

Обеспечение безопасности эксплуатации и надежности элементов энергетических установок на транспорте предъявляет крайне жесткие требования к надежности материалов, используемых в конструкциях изделий, в которых с целью удовлетворения современных требований повышения энерговооруженности, снижения массы изделий все шире применяются современные полимерные композиционные материалы (ПКМ) [1, 2]. Общеизвестно [1-10], что эпоксидные композитные материалы чувствительны к воздействию температуры.

Однако всестороннее применение этого класса материалов связано с решением целого круга сложных научно-технических проблем, в частности, с обеспечением гарантированного уровня основных эксплуатационных характеристик материалов в различных климатических районах.

На полимерные композиционные материалы существенное влияние оказывают атмосферные факторы (температура, влажность, солнечная радиация, циклическое изменение температуры и др.), которые, являясь активаторами старения ПКМ, способствуют развитию физико-химических процессов в материалах и за время эксплуатации изделий (25...30 лет) могут существенно снизить их прочностные свойства. Старение ПКМ является комплексным процессом: необходимо изучать не только отдельное влияние агрессивных факторов, но также учитывать и определять их совместное ускоряющее синергетическое воздействие: влагонасыщение, воздействие повышенных температур, циклы нагрева и охлаждения и механические нагрузки [11].

Проведение анализа структуры позволяет с достаточной степенью точности и достоверности охарактеризовать устойчивость и адаптивность внутренней структуры полимерных материалов и защитных покрытий на их основе, являющихся сложными гетерогенными системами, в процессе воздействия внешних эксплуатационных факторов [12]. Наряду с этим, особое внимание уделяют исследованию температуры полимеров, при которой происходят физико-химические превращения, что непосредственно влияет на свойства изделий или защитных покрытий в процессе эксплуатации [13]. Следует заметить, что введение наполнителей различной дисперсности и физико-химической природы улучшает свойства эпоксикомпозитных материалов, в том числе и теплофизические [14].

Для элементов транспортных энергетических установок применяются защитные покрытия, наполненные различными по природе и дисперсности частицами, что способствует улучшению комплекса их эксплуатационных характеристик. Кроме того, в связующее целесообразно вводить многокомпонентные бидисперсные наполнители для повышения эксплуатационных характеристик композитных материалов (КМ). Это позволит равномерно распределить влияние внешних нагрузок, действующих на покрытие, в макро- и микрообъемах матрицы [15].

Анализ последних исследований и публикаций

Значительный научный и практический опыт по разработке и исследованию свойств полимерных эпоксидных композитных материалов представлен в работах П.Д. Стухляка, А.В. Букетова, Ю.А. Михайлина и др., что позволяет провести анализ технологических процессов формирования, свойств и структуры материалов, наполненных частицами различной физико-химической природы и дисперсности. Также отдельное внимание следует уделить исследованиям поведения композитов и покрытий на их основе при повышенных температурах для объектов транспорта, энергетики и машиностроения. Для получения информации в данном направлении целесообразно использовать современные спектральные методы исследования (ИК-спектральный, термогравиметрический, дифференциально-термический анализ) процесса структурообразования на границе раздела фаз «связующее – дисперсный наполнитель» [1, 3, 6, 13, 14].

Формулировка цели исследования

Целью работы было исследование структуры эпоксикомпозитных защитных покрытий для элементов энергетических установок на транспорте с целью обеспечения их надежности в процессе эксплуатации.

Изложение основного материала исследования

Исследованы составы на основе эпоксидной диановой смолы марки ЭД-20 (ГОСТ 10587-93) с молекулярной массой 360...470, содержащей 21,5 % эпоксидных групп.

В качестве отвердителя эпоксидного олигомера применяли отвердитель аминного типа –

полиэтиленполиамин (ПЭПА) (ТУ 6-02-594-85), способный формировать трехмерную сетчатую структуру в отсутствие нагрева. Химическая формула ПЭПА – $H_2N(CH_2CH_2NH)_nH$, где $n = 1...4$, динамическая вязкость ПЭПА – $0,9 \text{ Па}\cdot\text{с}$.

В качестве пластификатора применяли трихлорэтилфосфат (ТХЭФ) (ТУ 6-05-1611-78). Молекулярная масса ТХЭФ – 285,49; внешний вид – низковязкая прозрачная маслянистая жидкость; химическая формула – $C_6H_{12}Cl_3O_4P$. При введении в композицию ТХЭФ получают материал, горение которого быстро прекращается после нивелирования действия открытого пламени.

Эпоксидное связующее формировали по следующей технологии: дозирование компонентов, гидродинамическое совмещение пластификатора и эпоксидной диановой смолы ЭД-20 до получения однородной смеси и последующего полного растворения добавки в течение времени $\tau = 2 \pm 0,1$ мин при комнатной температуре $T = 298 \pm 2 \text{ К}$, ультразвуковая обработка продолжительностью $\tau = 2 \pm 0,1$ мин, введение отвердителя ПЭПА и гидродинамическое совмещение компонентов в течение времени $\tau = 2 \pm 0,1$ мин, отверждение композиции. Отверждение КМ проводили по экспериментально установленному режиму: формирование образцов и их выдержка в течение $\tau = 12,0 \pm 0,1$ ч при температуре $T = 298 \pm 2 \text{ К}$, нагрев со скоростью $v = 3 \text{ К/мин}$ до выбранных температур сшивания $T = 393 \pm 2 \text{ К}$ и $T = 413 \pm 2 \text{ К}$ [10] (принято по результатам предварительного исследования адгезионных и физико-механических свойств исследуемых композитов), выдержка образцов при данной температуре в течение времени $t = 2,0 \pm 0,05$ ч, медленное охлаждение до температуры $T = 298 \pm 2 \text{ К}$. С целью стабилизации структурных процессов в матрице образцы выдерживали в течение времени $t = 24$ ч на воздухе при температуре $T = 298 \pm 2 \text{ К}$ с последующим проведением экспериментальных исследований.

Введение различных по природе, форме и дисперсности наполнителей в эпоксидное связующее способствует физико-химическому взаимодействию, возникающему на границе раздела фаз «полимер-наполнитель», и зависит от химической активности наполнителя, удельной площади поверхности, что существенно влияет на процессы структурообразования и определяет свойства КМ в процессе эксплуатации. С учетом того, что необходимо обеспечить негорючесть материалов в качестве наполнителей для экспериментальных исследований использованы: мелкозернистые наполнители ($d = 5...10 \text{ мкм}$) – совелитовый порошок (ТУ36-131-83) и углекислый кальций (ГОСТ 4530-76), а также крупнозернистые наполнители ($d = 63 \text{ мкм}$) – алюминат кальция (ГОСТ 969-91) и хлорамин Б (ТУ 9392-031-00203306-97).

Совелитовый порошок (СП) состоит из смеси солей карбоната магния ($MgCO_3$) и карбоната кальция ($CaCO_3$) с асбестом ($MgSiO_3$). Средняя плотность порошка не превышает 350 кг/м^3 .

Углекислый кальций (УК) в качестве основного ингредиента содержит карбонат кальция – 99,7%. Благодаря высокой термостойкости УК достаточно часто используют в виде антипирена. Введение в материалы УК обеспечивает повышение показателей их ударной вязкости, прочности на изгиб, жесткости и уменьшение хрупкости.

Алюминат кальция (АК) или глиноземистый цемент – неорганическое соединение с химической формулой $Ca(AlO_2)_2$. Физические свойства: молярная масса – $158,039 \text{ г/моль}$; температура плавления – $1605 \text{ }^\circ\text{C}$; плотность – $2,98 \text{ г/см}^3$.

Хлорамин Б (ХАБ) представляет собой кристаллогидрат натриевой соли хлорамида бензолсульфокислоты. При нагревании разлагается с выделением хлора и хлористого водорода. Химическая формула $C_6H_5SO_2NClNa$. Молярная масса – $213,5 \text{ г/моль}$. ХАБ – белый или слегка желтоватый кристаллический порошок со слабым запахом хлора.

На основе исследования физико-механических и теплофизических свойств композитов установлено, что улучшенными свойствами отличаются композиты с содержанием трехкомпонентного бидисперсного наполнителя [15], количество компонентов которого установили исходя из полученных результатов статистической обработки данных экспериментов. В частности, улучшенными свойствами отличаются композитные материалы (КМ), состоящие из эпоксидно-диановой смолы ЭД-20 ($q = 100 \text{ масс.ч.}$), пластифицированной трихлорэтилфосфатом ($q = 10 \text{ масс.ч.}$) и наполненной частицами алюмината кальция (АК), хлорамина Б (ХАБ), совелитового порошка (СП) или углекислого кальция (УК) при различном содержании трехкомпонентной добавки ($q_1 + q_2 + q_3$), масс.ч.:

КМ1 – АК (70 масс.ч.) + ХАБ (4 масс.ч.) + СП (20 масс.ч.);

КМ2 – АК (60 масс.ч.) + ХАБ (2 масс.ч.) + СП (10 масс.ч.);

КМ3 – АК (80 масс.ч.) + ХАБ (2 масс.ч.) + СП (10 масс.ч.);

КМ4 – АК (40 масс.ч.) + ХАБ (2 масс.ч.) + УК (30 масс.ч.);

КМ5 – АК (30 масс.ч.) + ХАБ (4 масс.ч.) + УК (20 масс.ч.);

КМ6 – АК (40 масс.ч.) + ХАБ (4 масс.ч.) + УК (15 масс.ч.)

Для исследования физико-химических процессов при сшивании эпоксидных композитов проводили ИК-спектральный анализ. Предварительно проводили исследование ИК-спектра эпоксидной матрицы (рис. 1). При исследовании ИК-спектра эпоксидной матрицы обнаружено полосу поглощения с волновым числом $\nu = 574,79 \text{ см}^{-1}$, которая характеризуется интенсивностью пропускания $T = 1,3 \%$ и

полушириной $b = 64,7 \text{ см}^{-1}$. Данная полоса характеризует присутствие простых эфиров и ароматических углеродов (рис. 1) в пластифицированной матрице, а относительная величина площади пиков – $S = 127,6 \%$ указывает на значительное их количество. Полоса поглощения с волновым числом $\nu = 671,23 \text{ см}^{-1}$ и интенсивностью пропускания $T = 1,1 \%$, а также с полушириной $b = 48,5 \text{ см}^{-1}$, свидетельствует о маятниковых колебаниях $-\text{CH}-$ групп и о наличии первичных аминогрупп эпоксидного связующего. При этом присутствие связи $\text{C}-\text{Cl}$ с характерной относительно большой величиной площади пика ($S = 109,3 \%$) свидетельствует о наличии значительного количества пластификатора ТХЭФ.

Полосы поглощения в диапазоне волновых чисел $\nu = 736,81 \dots 767,67 \text{ см}^{-1}$ относятся к маятниковым колебаниям $-\text{CH}-$, $-\text{NH}-$ групп и первичным аминогруппам эпоксидного связующего (рис. 1). Полоса поглощения при волновом числе $\nu = 837,11 \text{ см}^{-1}$ характерна для эпоксидных групп, маятниковых колебаний $-\text{NH}-$, $-\text{CH}-$ групп, валентных колебаний $-\text{C}-\text{C}-$ групп. Дополнительно обнаружены первичные амины и ароматические углероды. Также обнаружены валентные колебания эпоксидных, $-\text{C}-\text{C}-$, $-\text{C}-\text{N}-$ и $-\text{C}-\text{O}-$ групп на спектре матрицы при волновом числе $\nu = 975,98 \text{ см}^{-1}$. Полоса поглощения при таком волновом числе свидетельствует о колебаниях бензольного кольца и валентных колебаниях $-\text{C}-\text{O}-$ групп. В диапазоне волновых чисел $\nu = 1183,15 \dots 1458,18 \text{ см}^{-1}$ обнаружены валентные колебания $-\text{C}-\text{N}-$, $-\text{C}-\text{C}-$, $-\text{C}-\text{O}-$ групп, деформационные колебания $-\text{OH}-$ групп, наличие простых эфиров, эпоксидных и аминогрупп (рис. 1). Более детально характеристику ИК-спектра представлено на рис. 1 и в работе [13].

На следующем этапе проводили сравнение ИК-спектров матрицы и композитов, которые содержат трехкомпонентный дисперсный наполнитель (рис. 2, а-е). При этом сначала анализировали спектры композитов КМ1-КМ3.

При сравнении ИК-спектров эпоксидной матрицы и композитов (рис. 2, а-в) установлено образование полосы поглощения при волновом числе $\nu = 516,92 \text{ см}^{-1}$, которая характеризует простые эфиры $-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-$ и пара бензол, что косвенно свидетельствует об увеличении плотности пространственной сетки полимера при введении дисперсного наполнителя. Не менее важным является отсутствие полос поглощения при волновых числах $\nu = 574,79 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 736,81 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 767,67 \text{ см}^{-1}$ для КМ1, КМ2, КМ3, что указывает на повышенную степень сшивания и улучшенные физико-механические свойства КМ относительно матрицы. Значительное внимание следует уделить результатам исследования относительно уменьшения параметров T , b , S при $\nu = 840,96 \text{ см}^{-1}$ и смещения полосы поглощения в сторону больших волновых чисел на $\Delta\nu = 3,85 \text{ см}^{-1}$ (рис. 2). При этом наименьшей относительной величиной площади пиков ($S = 53,3 \%$) характеризуется спектр для композита КМ1. То есть, можно утверждать, что в данном случае происходит разрушение эпоксидных групп и конверсия активных радикалов с образованием $-\text{NH}-$ связей. Кроме этого, после сшивания эпоксидного композита обнаружена полоса поглощения при $\nu = 879,54 \text{ см}^{-1}$, наименьшие параметры (T , b , S) которой установлены для КМ1 (рис. 2), что свидетельствует о повышенной степени сшивания полимера вследствие высокой степени конверсии эпоксидных групп. Следует заметить, что характерных изменений (разрушение связей или образование новых связей) в диапазоне волновых чисел $\nu = 1056,99 \dots 1890,24 \text{ см}^{-1}$ для КМ1-КМ3 не обнаружено, однако замечено уменьшение параметров T , b , S (рис. 2) и смещение полос поглощения относительно аналогичных полос на спектре эпоксидной матрицы. Наименьшими параметрами T , b , S в диапазоне волновых чисел $\nu = 1056,99 \dots 1890,24 \text{ см}^{-1}$ характеризуется КМ1, что свидетельствует об улучшенных свойствах этого материала, относительно исследованных КМ.

Уменьшение параметров T , b , S в области волновых чисел $\nu = 2063,83 \dots 2360,87 \text{ см}^{-1}$ свидетельствует о формировании тройных связей $\text{C}\equiv\text{C}$, $\text{C}\equiv\text{N}$ в исследуемых композитах, при этом наименьшими параметрами отличается материал КМ1.

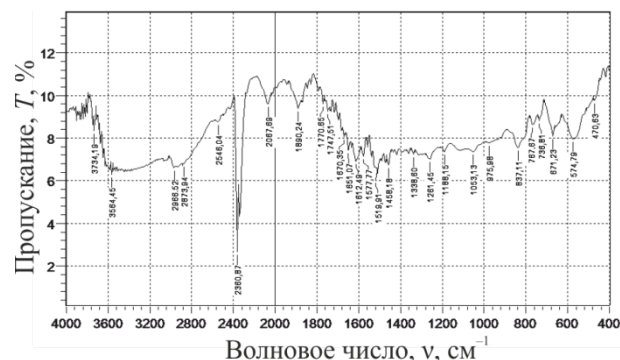


Рис. 1. ИК-спектр пластифицированной трихлорэтилфосфатом эпоксидной матрицы

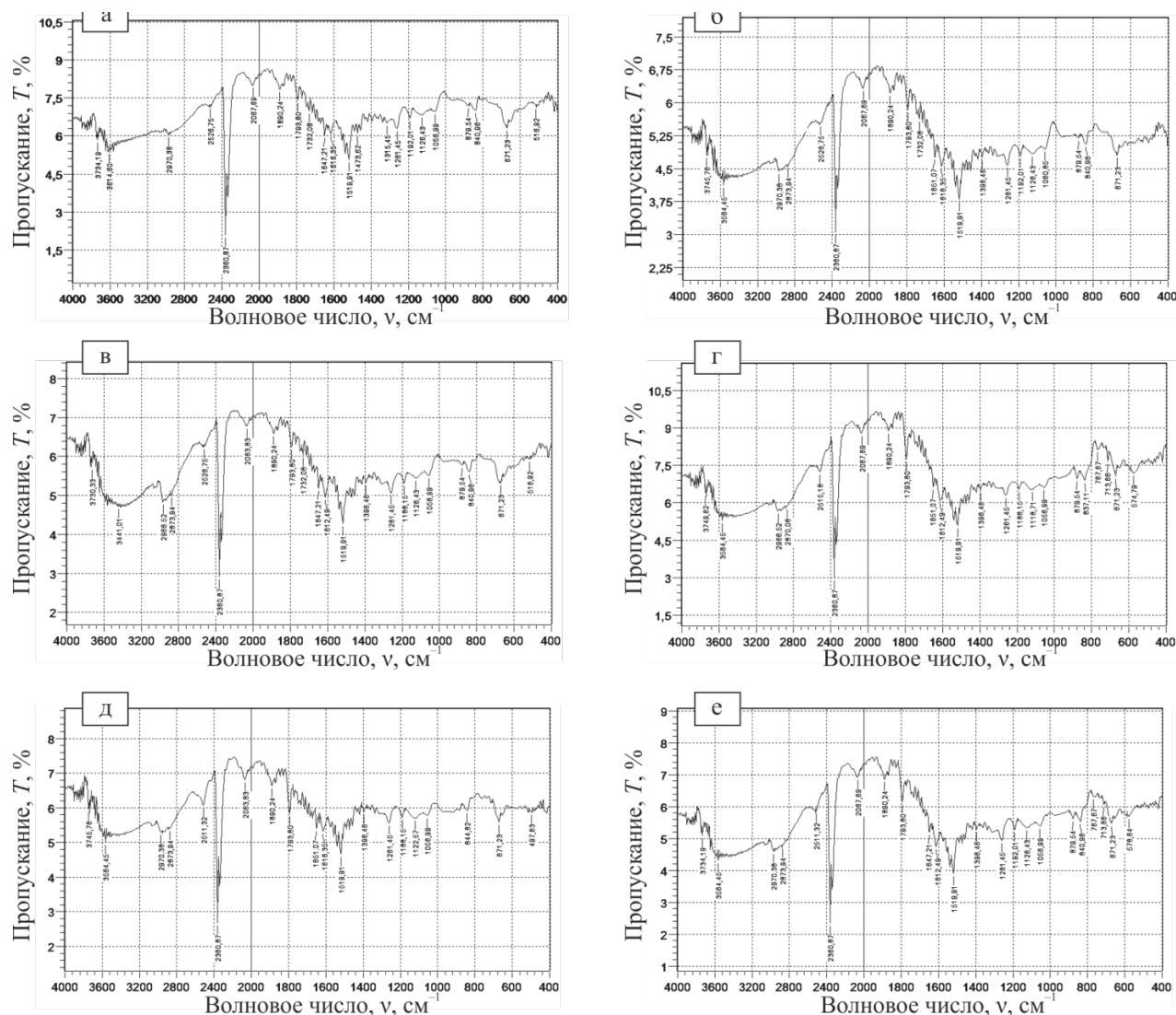


Рис. 2. ИК – спектры эпоксидных композитов:
а – КМ1; б – КМ2; в – КМ3; г – КМ4; д – КМ5; е – КМ6.

Отсутствие полос поглощения или уменьшение их параметров (T , b , S) относительно матрицы в области волновых чисел $\nu = 3745,76...2873,94 \text{ см}^{-1}$ (рис. 2) свидетельствует об уменьшении количества –СН– и водородных –ОН– групп, вследствие уплотнения пространственной сетки полимера. При этом анализ ИК-спектра КМ1 позволил обнаружить отсутствие полосы поглощения при $\nu = 2873,94 \text{ см}^{-1}$ (рис. 2), а также уменьшение параметров T , b , S в области волновых чисел $\nu = 3745,76...2873,94 \text{ см}^{-1}$, что указывает на формирование КМ с повышенными показателями физико-механических и теплофизических свойств вследствие увеличения содержания гель-фракции в структуре полимера.

Анализ спектров КМ4-КМ6 позволил обнаружить следующее. Установлено (рис. 2, д) отсутствие полос поглощения при волновых числах $\nu = 574,79 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 713,66 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 767,67 \text{ см}^{-1}$, $\nu = 879,54 \text{ см}^{-1}$ в спектре материала КМ5, что указывает на повышенную степень сшивания материала вследствие взаимодействия функциональных групп связующего с активными центрами на поверхности наполнителя.

Дополнительно установлено смещение полос поглощения (относительно матрицы) для КМ в сторону больших волновых чисел на $\Delta\nu = 7,71 \text{ см}^{-1}$ при $\nu = 844,82 \text{ см}^{-1}$ (для КМ5) и на $\Delta\nu = 3,85 \text{ см}^{-1}$ при $\nu = 840,96 \text{ см}^{-1}$ (для КМ6). Следует заметить, что смещение полос поглощения (даже незначительное) относительно матрицы происходит вследствие изменения геометрии цепей молекул как полимера в объеме, так и во внешних поверхностных слоях вокруг частиц наполнителя. Поэтому можно констатировать о активном воздействии дисперсных частиц на процессы структурообразования в КМ. При этом более существенное смещение установлено на спектре материала КМ5, что свидетельствует о большем количестве сшивок в объеме полимера, а следовательно, и о повышенных показателях физико-механических свойств материала КМ5.

В то же время можно констатировать, что характерных изменений (разрушение связей или

образования новых связей) в диапазоне волновых чисел $\nu = 1056,99 \dots 374962 \text{ см}^{-1}$ на спектрах материалов КМ4-КМ6 не обнаружено (кроме волнового числа $\nu = 1793,80 \text{ см}^{-1}$). Отмечено лишь уменьшение параметров T , b , S (рис. 2) и смещение полос поглощения относительно спектра эпоксидной матрицы. При этом наименьшими параметрами (T , b , S) характеризуются полосы поглощения на спектре материала КМ5. Как отмечено выше – это свидетельствует об улучшенных свойствах материала относительно испытываемых КМ.

Дополнительно установлено возникновение на спектрах образцов КМ4-КМ6 полосы поглощения при волновом числе $\nu = 1793,80 \text{ см}^{-1}$, характерной для карбонильной группы $-C=O-$ (рис. 2), а одинаковые параметры (T , b , S) указывают на улучшенные свойства исследуемых материалов относительно матрицы.

Выводы

На основе проведения ИК-спектрального сравнительного анализа полос поглощения эпоксидной матрицы и разработанных композитов можно сделать вывод, что среди всего спектра исследуемых образцов повышенной степени сшивания, а, следовательно, и улучшенными физико-механическими и теплофизическими свойствами характеризуются материалы КМ1 и КМ5. Приведенные результаты исследований хорошо согласуются с результатами испытаний физико-механических и теплофизических свойств разработанных материалов. Исходя из этого для внедрения рекомендованы композитные материалы, состоящие из эпоксидно-диановой смолы ЭД-20 ($q = 100$ масс.ч.), пластифицированной трихлорэтилфосфатом ($q = 10$ масс.ч.) и наполненной частицами алюмината кальция (АК), хлорамина Б (ХАБ), совелитового порошка (СП) или углекислого кальция (УК) при различном содержании трехкомпонентной добавки ($q_1+q_2+q_3$), масс.ч. следующего состава: КМ1 – АК (70 масс.ч.) + ХАБ (4 масс.ч.) + СП (20 масс.ч.) и КМ5 – АК (30 масс.ч.) + ХАБ (4 масс.ч.) + УК (20 масс.ч.).

Список использованной литературы

1. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология: [учеб. пособие] / [М.Л. Кербер, В.М. Виноградов, Г.С. Головкин и др.] ; под. ред. А.А. Берлина. – СПб.: Профессия, 2008. – 560 с.
2. Технические свойства полимерных материалов :[учеб.-справ. пособие] / В.К. Крыжановский [и др.] ; под ред. В.К. Крыжановского. – [2-е изд., испр. и доп.]. – СПб. : Профессия, 2007. – 235 с.
3. Стухляк П.Д. Эпоксидные композиты для защитных покрытий / П.Д. Стухляк. – Тернополь: Збруч, 1994. – 177 с.
4. Михайлин Ю.А. Специальные полимерные композиционные материалы / Ю.А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2008. – 658 с.
5. Производство изделий из полимерных материалов : [учеб. пособие] / В.К. Крыжановский [и др.]; Под общ. ред. В.К. Крыжановского. – СПб. : Профессия, 2008. – 460 с.
6. Михайлин Ю.А. Термоустойчивые полимеры и полимерные материалы / Ю.А. Михайлин. – СПб: Профессия, 2012. – 624 с.
7. Михайлин Ю.А. Тепло-, термо- и огнестойкость полимерных материалов / Ю.А. Михайлин. – СПб.: Научные основы и технологии, 2011. – 415 с.
8. Мийченко И.П. Технология полуфабрикатов полимерных материалов : [учеб. пособ.] / И.П. Мийченко. – СПб. : Научные основы и технологии, 2012. – 374 с.
9. Крыжановский В.К. Технические свойства пластмасс : [учеб. пособие] / В.К. Крыжановский. – СПб. : Профессия, 2014. – 246 с.
10. Крыжановский В.К. Инженерный выбор и идентификация пластмасс / В.К. Крыжановский. – СПб. : Науч. основы и технологии, 2009. – 203 с.
11. Дмитриев О.С. Влияние типа наполнителя на оптимальные режимы отверждения толстостенных ПКМ / О.С. Дмитриев, А.А. Черепяхина, В.Н. Кириллов, А.В. Зуев // Клеи. Герметики. Технологии. – 2011. – № 11. – С. 27-36.
12. Синергетика и фракталы в материаловедении / В.С. Иванова, Рос. акад. наук, Ин-т металлургии и материаловедения им. А.А. Байкова, [и др.]. – М. : Наука, 1994. – 383 с.
13. Букетов А.В. Эпоксидні наноккомпозити : монографія / А.В. Букетов, О.О. Сапронов, В.Л. Алексенко. – Херсон : ХДМА, 2015. – 184 с.
14. Букетов А.В. Фізико-хімічні процеси при формуванні епоксикомпозитних матеріалів / А.В.Букетов., Стухляк П.Д., Кальба Є.М. – Тернопіль, Збруч, 2005. – 184с.
15. Букетов А.В. Улучшение теплофизических свойств композиционных материалов на основе пластифицированной эпоксидной матрицы путем введения огнеупорных мелкозернистых наполнителей различной физической природы / А.В. Букетов, А.А. Сапронов, А.В. Акимов, Н.В. Браило, Д.А. Зинченко // Механика композиционных материалов и конструкций – 2016. – № 2. – С. 254-268

УДК 621 777.4

Л. И. АЛИЕВА

Донбасская государственная машиностроительная академия

ДЕФОРМИРОВАНИЕ ЗАГОТОВОК СПОСОБОМ РАДИАЛЬНОГО ВЫДАВЛИВАНИЯ С ПРОТИВОДАВЛЕНИЕМ

В статье рассмотрены разновидности технологических способов холодного выдавливания, направленных на снижение дефектов формы при изготовлении деталей различного типа. Одним из путей повышения качества параметров деформирования является повышение жесткости схем напряженного состояния за счет обеспечения противодействия со стороны рабочей пластической среды. При радиальном выдавливании фланцев материал противодействующей среды деформируется преимущественно истечением в радиальном направлении. Энергетическим методом верхней оценки получены зависимости для определения величины противодействия, необходимого и достаточного для предотвращения дефектов формы выдавливаемого фланца и повышения предельной степени деформации. На основе феноменологической теории деформируемости проведены исследования с целью сопоставления степени расхода ресурса пластичности при изготовлении деталей типа стержня с фланцем из алюминиевого сплава АД1 способом радиального выдавливания с противодействием и без его приложения. Установлено, что при выдавливании с приложением противодействия к кромке фланца степень расхода ресурса пластичности материала заготовки может быть снижена в несколько раз по сравнению со свободным радиальным выдавливанием.

Ключевые слова: выдавливание с противодействием, радиальное выдавливание, детали с фланцем, давление деформирования, ресурс пластичности.

Л. І. АЛІЄВА

Донбаська державна машинобудівна академія

ДЕФОРМУВАННЯ ЗАГОТОВОК СПОСОБОМ РАДИАЛЬНОГО ВИДАВЛЮВАННЯ З ПРОТИТИСКОМ

У статті розглянуті різновиди технологічних способів холодного видавлювання, спрямованих на зниження дефектів форми при виготовленні деталей різного типу. Одним із шляхів підвищення якості параметрів деформування є підвищення жорсткості схем напруженого стану за рахунок забезпечення протитиску з боку робочого пластичного середовища. При радіальному видавлюванні фланців матеріал середовища протитиску деформується переважно течією в радіальному напрямку. Енергетичним методом верхньої оцінки отримані залежності для визначення величини протитиску, необхідного і достатнього для запобігання дефектам форми фланця, що видавлюється і для підвищення граничного ступеня деформації. На основі феноменологічної теорії деформування проведені дослідження з метою зіставлення ступеня витрати ресурсу пластичності при виготовленні деталей типу стержня з фланцем з алюмінієвого сплаву АД1 способом радіального видавлювання з протитиском і без його застосування. Встановлено, що при видавлюванні з додатком протитиску до крайки фланця ступінь витрати ресурсу пластичності матеріалу заготовки може бути знижена в кілька разів у порівнянні з вільним радіальним видавлюванням.

Ключові слова: видавлювання з протитиском, радіальне видавлювання, деталі з фланцем, тиск деформування, ресурс пластичності.

L. I. ALIEVA

Donbass State Engineering Academy

WORKPIECE DEFORMATION BY RADIAL EXTRUSION TECHNIQUE WITH BACKPRESSURE

This paper is considered different of technological method in cold forging process based on the reduction of defects form to make various types of parts. One of the methods to improve the quality of the deformation parameters, it is to increase the stiffness of the stress state schemes by providing backpressure from the working environment of plastic. In the radial extrusion with flanges, material of backpressure environment is deformed with preferential metal flow in radial direction. The dependence for determining the value of backpressure, necessary and sufficient to prevent defects form in extrusion with flanges and increase the limiting the degree of deformation are considered by upper bound method. On the basis of the deformability phenomenological theory, research in order to compare the degree of plasticity resource consumption is

defined to make parts such as rod flanges from aluminum alloy AD1 by radial extrusion technique with backpressure and without this application. It is considered that radial extrusion with backpressure in the edge flange, consumption degree of workpiece material plasticity resource it can be reduced several times compared to the free radial extrusion.

Keywords: extrusion with backpressure, radial extrusion, part with flange, deformation pressure, plasticity resource

Постановка проблемы

Холодная штамповка металлов выдавливанием широко используется во всех отраслях промышленности. Для изготовления сплошных и полых деталей с фланцами разных толщин и диаметров в большинстве случаев используют процессы радиального выдавливания [1, 2]. К факторам, ограничивающим распространение холодного радиального выдавливания можно отнести наличие высоких удельных усилий, а также неблагоприятную схему напряженного состояния в области экватора фланца, что ограничивает возможности получения фланцев относительно больших размеров [2].

Анализ последних исследований и публикаций

Для повышения предельной степени формоизменения и устранения искажения формы фланца перспективными являются схемы радиального выдавливания с противодавлением, которое может быть создано путем выдавливания в клиновидную или ступенчатую полость твердой рабочей среды или приложения к свободной поверхности фланца гидростатического давления [3]. Способ выдавливания с противодавлением позволяет получить детали правильной геометрической формы и резко расширить диапазон их размеров, а также механических характеристик штампуемых материалов (рис.1).

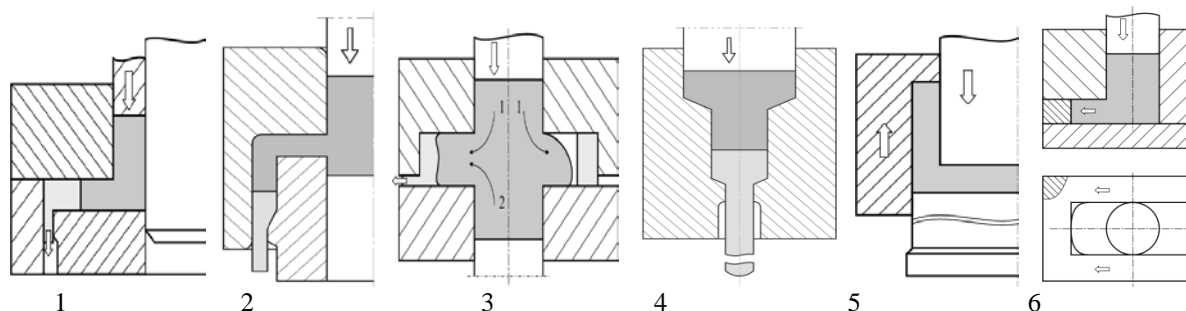


Рис. 1. Способы выдавливания с противодавлением

При радиальном выдавливании наиболее целесообразно исполнение выпускного отверстия для среды противодавления в виде кругового зазора, напоминающего зазор для бокового или торцевого заусенца при объемной штамповке (схемы 1- 3). Важным условием правильного протекания процесса является обеспечение равномерного приложения подпора к выдавливаемому торцу. Для этого вначале радиального выдавливания необходимо за счет последовательно двусторонней подачи сформировать утолщенную кромку фланца, достаточную для обеспечения «герметичности» наполнителя (схема 3).

При продольном прямом (схема 4) или обратном выдавливании, когда выдавливаемый участок перемещается вдоль оси симметрии по прямой линии, противодавление обеспечить относительно легче, так как можно создать при помощи механических буферных устройств.

Полезная роль сил реактивного трения выдавливаемой стенки по инструменту состоит в том, что повышенное трение, действующее в направлении, противоположном истечению металла, может выровнять течение металла и предотвратить появление фестонов на торце стакана или коробки при обратном выдавливании [1] (см. рис.1, схема 5). Аналогичный эффект в выравнивании скоростей истечения и устранении нежелательных дефектов типа «язык» при помощи сил трения наблюдается при боковом выдавливании прямоугольных отрезков (схема 6).

Формулировка цели исследований

Целью данной статьи является оценка силовых параметров и степени использования ресурса пластичности процесса радиального выдавливания фланцев с приложением противодавления.

Изложение основного материала исследования

Задача определения параметров процесса радиального выдавливания с противодавлением решена с привлечением энергетического метода верхней оценки (баланса мощностей) [1, 4].

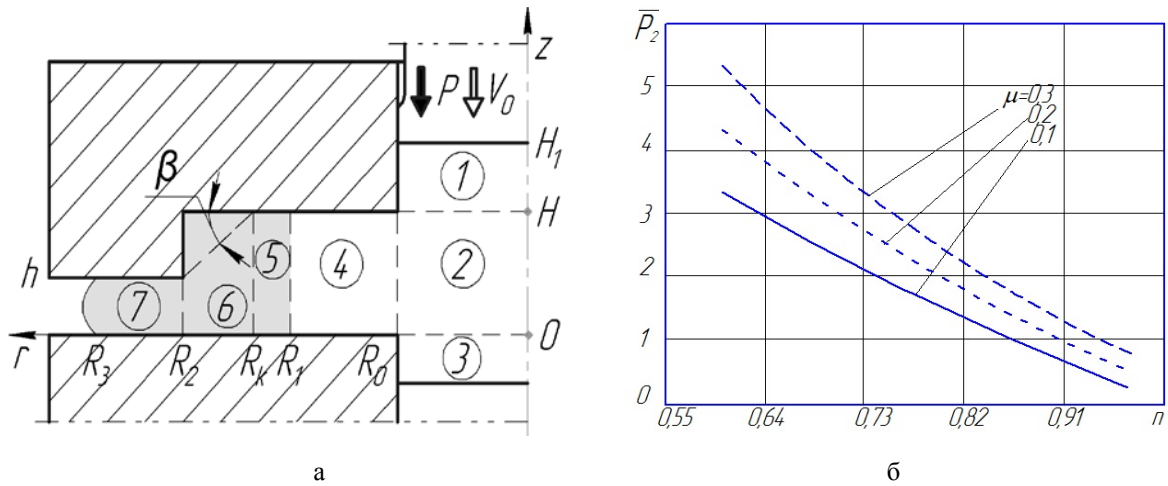


Рис.2. Расчетная схема процесса выдавливания фланца с противодавлением и график зависимости $\bar{p}_2 = f(n)$: $R_3/R_2 = 1.12$; $\beta = \pi/4$.

Исходя из результатов экспериментального анализа деформированного состояния производим разбивку очага деформации на определенные зоны (рис. 2) и рассматриваем одну общую задачу как состоящую из двух областей деформации, в силу того, что материал изделия и среды противодействия не одинаков. При этом, зоны 2,4,5,6,7 относятся к пластическим, а зоны 1, 3 – к жестким, а пластическая зона 2 отделена от жестких зон 1 и 3 плоскостями $Z = 0$ и $Z = H$.

Общее приведенное давление (отнесенное к напряжению текучести соответствующего материала σ_s), для всего процесса будет вычисляться как сумма составляющих приведенных давлений деформирования по двум выделенным областям: $\bar{p}_\Sigma = \bar{p}_1 + \bar{p}_2$.

Для первой области (зоны 1, 2, 3, 4) используем известную формулу для расчета приведенного давления радиального выдавливания [2]:

$$\bar{p}_1 = 1 + \frac{1}{\sqrt{3}} \left[\frac{2}{3} \cdot \frac{R_0}{H} + \frac{H}{R_0} + 2 \cdot \ln \frac{R_1}{R_0} \right] + \frac{2}{\sqrt{3}} \mu \left[\frac{2(H-h)}{R_0} + \frac{R_1 - R_0}{H} \right], \quad (1)$$

Во второй области рассматривается деформирование противодействующей пластичной среды в зонах 5, 6 и 7. Поле скоростей для трапецидального кинематического модуля 6, который лучше описывает картину течения, чем поле параллельного течения, использованное в работе [5], имеет следующий вид:

$$V_z = \frac{-V_5 \cdot R_k \cdot H \cdot \text{tg}(\beta)}{r \cdot F^2(r)} \cdot z; \quad V_r = \frac{-V_5 \cdot R_k \cdot H}{r \cdot F(r)},$$

где скорость входа в зону 6 V_5 равна выходной скорости из зоны 5: $V_5 = -\frac{R_0^2}{2 R_k H} V_0$;

V_0 - скорость перемещения пуансона;

уравнение наклонной границы модуля 6 - $F(r) = H - \frac{H-h}{R_2-R_k} \cdot (r-R_k)$;

$$F'(r) = -\frac{H-h}{R_2-R_k} = -\operatorname{tg}(\beta).$$

Мощность сил среза металла на этой наклонной границе

$$N_s = \frac{2 \cdot \mu_s \cdot \sigma_s}{\sqrt{3}} \cdot \int_0^{2\pi} d\theta \int_{R_k}^{R_2} \left| \frac{V_5 \cdot R_k \cdot H}{r \cdot F(r)} \right| r dr = \frac{4\pi \cdot \mu_s \cdot \sigma_s}{\sqrt{3}} V_5 \cdot R_k \cdot H \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}(\beta)} \ln \left| \frac{H}{h} \right|.$$

Мощность сил среза по боковым поверхностям области 6, то есть на границах с зонами 5 и 7 в случае прямолинейной наклонной границы (у данного трапецидального модуля) вычисляется по одному и тому же выражению

$$N_{s5-6} = \frac{\sigma_s}{\sqrt{3}} \cdot 2 \cdot \pi \cdot R_k \int_0^H V_Z \cdot dz = \frac{\pi \cdot \sigma_s \cdot V_5 \cdot R_k \cdot \operatorname{tg}(\beta) \cdot H}{\sqrt{3}}.$$

Мощность сил трения по нижней границе модуля 6 равна

$$N_t = \frac{2 \cdot \mu_s \cdot \sigma_s}{\sqrt{3}} \cdot \int_0^{2\pi} d\theta \int_{R_k}^{R_2} \left| \frac{V_5 \cdot R_k \cdot H}{r \cdot F(r)} \right| r dr = \frac{4\pi \cdot \mu_s \cdot \sigma_s}{\sqrt{3}} V_5 \cdot R_k \cdot H \cdot \frac{1}{\operatorname{tg}(\beta)} \ln \left| \frac{H}{h} \right|.$$

Интеграл мощности сил деформирования в трапецидальном модуле 6 имеет вид

$$N_d = \sigma_s \cdot 2\pi \int_{R_k}^{R_2} r dr \int_0^{F(r)} \dot{\varepsilon}_i dz,$$

где $\dot{\varepsilon}_i$ - интенсивность скоростей деформации.

Ввиду значительной погрешности, возникающей при попытке упрощения подынтегрального выражения методом линеаризации интенсивности скоростей деформации в данной зоне, интеграл необходимо было вычислить численно или с помощью нахождения верхней оценки интеграла:

$$N_{d6} \leq \sigma_s \cdot \sqrt{V_{обл.6} \cdot \iiint_{V_4} \dot{\varepsilon}_i^2 dV_{обл.6}},$$

где $V_{обл.6}$ – объём металла в зоне 6.

$$\begin{aligned} V_{обл.6} &= 2\pi \int_{R_k}^{R_2} r dr \int_0^{F(r)} dz = 2\pi \int_{R_k}^{R_2} r \cdot F(r) dr = 2\pi \int_{R_k}^{R_2} r \cdot [-\operatorname{tg}(\beta) \cdot (r-R_k) + H] dr = \\ &= 2\pi \left[-\operatorname{tg}(\beta) \cdot \frac{r^3}{3} + (H + R_k \cdot \operatorname{tg}(\beta)) \frac{r^2}{2} \right]_{R_k}^{R_2} = \\ &= 2\pi \left[(H + R_k \cdot \operatorname{tg}(\beta)) \cdot \frac{R_2^2 - R_k^2}{2} - \operatorname{tg}(\beta) \cdot \frac{R_2^3 - R_k^3}{2} \right]. \end{aligned}$$

Окончательно, верхнюю оценку мощности сил деформирования можно определить по зависимости:

$$N_{d6} \leq \frac{\sqrt{2}}{3} \cdot (2\pi \cdot \sigma_s \cdot V_3 \cdot R_k \cdot H) \cdot M, \text{ где}$$

$$M = \left(\begin{aligned} & \left(N \cdot \frac{R_2^2 - R_k^2}{2} - \operatorname{tg}(\beta) \cdot \frac{R_2^3 - R_k^3}{3} \right) \cdot \left(\frac{6 + 0.5 \operatorname{tg}^2(\beta)}{2 \cdot N} \cdot \left(\frac{1}{R_k^2} - \frac{1}{R_2^2} \right) + \right. \\ & \left. + \frac{\operatorname{tg}(\beta) \cdot (2.5 \operatorname{tg}^2(\beta) + 12)}{N^2} \cdot \left(\frac{1}{R_k} - \frac{1}{R_2} \right) \cdot \frac{\operatorname{tg}^2(\beta) \cdot (20 + 6.5 \operatorname{tg}^2(\beta))}{N^3} \right) \times \\ & \times \ln \left| \frac{R_2}{R_k} \right| + \frac{\operatorname{tg}^2(\beta) \cdot (1 + \operatorname{tg}^2(\beta))}{N} \cdot \left(\frac{1}{(N - \operatorname{tg} \beta \cdot R_2)^2} - \frac{1}{(N - \operatorname{tg} \beta \cdot R_k)^2} \right) + \\ & \left. + \frac{4 \cdot \operatorname{tg}^2(\beta) \cdot (2 + \operatorname{tg}^2(\beta))}{N^2} \cdot \left(\frac{1}{(N - \operatorname{tg} \beta \cdot R_2)} - \frac{1}{(N - \operatorname{tg} \beta \cdot R_k)} \right) + \right. \\ & \left. + \frac{\operatorname{tg}^2(\beta) \cdot (20 + 6.5 \cdot \operatorname{tg}^2(\beta))}{N^3} \cdot \ln \left| \frac{N - \operatorname{tg}(\beta) \cdot R_k}{N - \operatorname{tg}(\beta) \cdot R_2} \right| \right) \end{aligned} \right),$$

$$N = H + \operatorname{tg}(\beta) \cdot R_k.$$

Подставив в уравнение баланса мощностей все найденные значения мощностей сил деформирования, сил среза и трения в зоне 6, а также в зонах 5и 7 (по аналогии с зоной 4 [8]) и, сократив на множитель $2\pi \cdot \sigma_s \cdot R_k \cdot H \cdot V_5$, после необходимых преобразований можно получить выражение для определения приведенного давления \bar{p}_2 требуемого для деформирования материала противодействующей среды:

$$\bar{p}_2 = \frac{\sqrt{2}}{3} M + \frac{1}{\sqrt{3}} \operatorname{tg} \beta + \frac{2}{\sqrt{3}} \left(\frac{1}{\sin 2\beta} + \frac{\mu_s}{\operatorname{tg} \beta} \right) \ln \left(\frac{H}{h} \right) + \frac{2}{\sqrt{3}} \left[\ln \frac{R_3 R_k}{R_2 R_1} + \mu_s \frac{R_k - R_1}{H} \right] \quad (2)$$

При плоскодеформированном состоянии металла в зоне фланца дифференциальное уравнение равновесия имеет вид [3]:

$$\frac{\partial \sigma_r}{\partial r} + \frac{\sigma_r - \sigma_\theta}{r} - \frac{2\tau_k}{h} = 0.$$

Решение этого уравнения совместно с условием пластичности $\sigma_r - \sigma_\theta = -\beta \sigma_s$ при граничном условии $r = R_1, \sigma_r = 0$ можно получить соотношения для напряжений:

На кромке фланца при $r = R_1, \sigma_z = 0.5\beta \sigma_s$. А чтобы свести его к нулю, надо накладывать на систему радиальное давление, равное $q_0 = \Delta \sigma_r = -0.5\beta \sigma_s$.

Предполагаем, что известен коэффициент m_s , характеризующий отношение напряжений текучести материалов заготовки и противодействия при данных условиях и степенях деформации:

$$m_s = \sigma_{s1} / \sigma_{s2}$$

Тогда, при известном значении необходимого для выдавливания фланца противодействия q_0 (равного давлению \bar{p}_2) для приведенных значений давления \bar{p}_2 и $\bar{q}_0 = 0.5\beta = 1/\sqrt{3}$ можно записать:

$$\bar{p}_2 \geq m_s \bar{q}_0 = m_s / \sqrt{3} \quad (3)$$

Пользуясь зависимостью (2) или графиками (см. рис. 2, б) можно назначить параметры h/H , $n = R_1/R_2$, R_3/R_2 , μ_s , достаточные для создания давления \bar{p}_2 , удовлетворяющего условию (3) и достаточного для получения требуемых параметров детали.

Для оценки использованного ресурса пластичности при радиальном выдавливании фланцев использовали феноменологическую теорию деформируемости [9]. Как известно, пластическая деформация металлов сопровождается изменением параметров микро- и макроструктуры в результате которых зарождаются и развиваются микро и макродефекты, накопление которых приводит к уменьшению ресурса пластичности или разрушению. Вероятность разрушения металлов прогнозируют при помощи деформационных критериев, в которых в качестве количественной характеристики пластичности материала принята предельная степень деформации e_p [9, 10]. При холодной деформации значения e_p зависят, в основном, от напряженного состояния и его изменения в процессе пластической деформации. Для количественной оценки влияния силового поля на e_p при объемном напряженном состоянии необходимо использовать не менее трех инвариантных характеристик напряженного состояния в качестве координат пространства, в котором данное поле исследуется. При практическом использовании такого подхода вид траектории нагружения зависит не только от условий формоизменения, но и от механических характеристик металла, который деформируется. Поэтому для исследования пластичности металлов при объемном напряженном состоянии целесообразно использовать пространство с координатами: показатель напряженного состояния [9, 10]

$$\eta = \frac{I_1(T_\sigma)}{\sqrt{3I_2(D_\sigma)}} = \frac{3\sigma}{\sigma_u} \quad (4)$$

параметр Лоде - Надаи

$$\mu_\sigma = \frac{2\sigma_2 - \sigma_1 - \sigma_3}{\sigma_1 - \sigma_3} \quad (5)$$

и степень деформации e_u .

Основное преимущество выбора таких координат заключается в том, что в выбранном трехмерном пространстве вид траектории нагрузки зависит только от условий формоизменения и не зависит от физико-механических характеристик деформируемого металла [9, 11]. А зависимость пластичности данного металла от схемы напряженного состояния определяется поверхностью предельных деформаций $e_p(\eta, \mu_\sigma)$ [11].

От координат η , μ_σ , e_u легко перейти к координатам, которые определяются инвариантными характеристиками напряженного состояния. Для этого по данному значению степени деформации e_u и кривой течения $\sigma_s(e_u)$ определяется интенсивность напряжений σ_s и выполняется переход к пространству главных напряжений или других инвариантных характеристик напряженного состояния [11].

В общем случае объемного напряженного состояния зависимость пластичности от схемы напряженного состояния определяется поверхностью предельных деформаций $e_p(\eta, \mu_\sigma)$. При построении поверхности $e_p(\eta, \mu_\sigma)$ необходимо обеспечить условия, при которых $\eta = const$, $\mu_\sigma = const$ на протяжении всего процесса пластической деформации до разрушения. Точки поверхности предельных деформаций, которые соответствуют значениям $\eta = -1$, $\mu_\sigma = 1$;

$\eta = 0, \mu_\sigma = 0$; $\eta = 1, \mu_\sigma = -1$ получают в результате опытов на сжатие, кручение и растяжение по известным методикам [9, 10, 11].

Для определения экспериментального значения предельной деформации при растяжении использован способ испытания на основе двустороннего радиального выдавливания [12]. Преимущество этого способа перед исследованиями на растяжение заключается в том, что в области кромки фланца показатель жесткости напряженного состояния $\eta=1,00\pm 0,05$, как при чистом растяжении, а локализация деформации отсутствует. Такое значение показателя напряженного состояния сохраняется на протяжении всего процесса формоизменения. Поэтому способ [12] позволяет получить более точные значения предельной деформации, чем другие известные методики. Полученные данным способом значения предельных деформаций практически совпадают со значениями полученными по методике В.А. Огородникова [13].

По результатам расчета напряженно-деформированного состояния заготовок, выполненного при помощи метода конечных элементов, строили траектории нагружения опасных точек на кромке фланца для обычного радиального выдавливания и выдавливания с противодавлением. Поверхность предельных деформаций для алюминиевого сплава АД1 аппроксимировали функцией [10]:

$$e_p(\eta, \mu_\sigma) = 1,20 \exp(0,42\mu_\sigma - 0,50\eta).$$

Расчет использованного ресурса пластичности вели по критерию, основанному на нелинейном законе накопления повреждений в условиях объёмного напряжённого состояния (табл. 1) [14, 15]

$$\psi = \int_0^{e_u} n \frac{e_u^{*n-1}}{e_p(\eta, \mu_\sigma)^n} de_u^*, \tag{6}$$

где $n = 1 + a \frac{d\eta}{de_u} - b \frac{d\mu_\sigma}{de_u}$;

a, b – эмпирические коэффициенты, которые для стали 10 и сплава АД1 принимали равными a = 0,05, b = 0,03.

Таблица 1

Использованный ресурс пластичности при радиальном выдавливании фланцев без противодействия Ψ_1 и с использованием противодействия Ψ_2

Материал	$\frac{H}{R_0}$	$\frac{R_1}{R_0} = 1,5$		$\frac{R_1}{R_0} = 2,0$		$\frac{R_1}{R_0} = 2,5$	
		Ψ_1	Ψ_2	Ψ_1	Ψ_2	Ψ_1	Ψ_2
АД 1	0,6	0,26	0,11	0,62	0,25	-	-
	1,0	0,14	0,06	0,34	0,14	0,80	0,33
	1,4	0,08	0,032	0,18	0,08	0,42	0,17

Использование противодействия, которое создаётся техническим свинцом, позволило уменьшить величину использованного ресурса пластичности в 2,5 раза при выбранных параметрах процесса. Установлено, что основное влияние на величину противодействия оказывают предел текучести вспомогательного металла, силы трения и размеры щели, в которую выдавливается материал, создающий противодействие.

Выводы

Рассмотрены разновидности технологических способов выдавливания с противодавлением, направленных на снижение дефектов формы при изготовлении деталей выдавливанием. Для снижения отклонений формы и предотвращения разрушений при холодного деформировании эффективно обеспечение более жесткой схемы напряженного состояния при создании противодействия в направлении истечения металла. При выдавливании деталей с фланцами противодействие создают при помощи пластичной среды, деформируемой с преимущественным радиальным истечением в зазор между полуматрицами.

Энергетическим методом верхней оценки (баланса мощностей) установлены зависимости для определения давления деформирования противодействующей среды, позволяющие установить

геометрические параметры инструмента, достаточные для создания противодействия, необходимого для получения качественных деталей с фланцами.

Используя феноменологическую теорию деформируемости выполнена оценка степени расхода ресурса пластичности деформируемого металла и установлена возможность повышения степени деформирования фланцев при приложении противодействия.

Список использованной литературы

1. Евстратов В.А. Основы технологии выдавливания и конструирования штампов / В.А. Евстратов. - Харьков: Вища школа, 1987. - 142 с.
2. Овчинников А.Г. Основы теории холодного выдавливания на прессах / А.Г. Овчинников. - М.: Машиностроение, 1987. - 205 с.
3. Алиева Л. И., Перспективы развития процессов точной объемной штамповки выдавливанием / Л. И. Алиева, Я. Г. Жбанков // Вісник ДДМА: Зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА, 2008. – № 1 (11). – С. 13–19.
4. Алиев И. С. Технологические процессы холодного поперечного выдавливания / И. С. Алиев // Кузнечно-штамповочное производство. – 1988. – №6. – С. 1–4.
5. Коган Р.М. Штамповка с противодействием / Р.М. Коган // Конструирование и технология машиностроения. Сер В, 1965. №2 - С. 1-7.
6. Алиев И.С. Моделирование процесса радиального выдавливания с применением противодействия / И.С. Алиев, Я.Г. Жбанков, Е.И. Коцюбовская // Совершенствование процессов и оборудования обработки давлением: сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2006. – С. 53-58.
7. Теорияковки и штамповки / Е.П. Унксов [и др.]. Под общ. ред. Е. П. Унксова, А. Г. Овчинникова. – М.: Машиностроение, 1992. – 720 с.
8. Алиева Л. И. Анализ процесса последовательного радиально-прямого выдавливания методом кинематических модулей / Л.И. Алиева, О. В. Чучин // Научный Вестник ДГМА. – Краматорск: ДГМА, 2015. – № 3 (18Е). - С. 5-21.
9. Огородников В.А. Оценка деформируемости металлов при обработке давлением / В.А. Огородников – Киев: Вища школа, 1983. – 175с.
10. Колмогоров В.Л. Напряжения, деформации, разрушение / В.Л. Колмогоров – М.: Металлургия, 1970. – 229 с.
11. Сивак И.О. Поверхность предельной пластичности // И.О. Сивак // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: Тематич.зб. наук. пр. – Краматорськ: ДДМА. 1999. - С. 9 – 15.
12. Пат. 63208А України, G01N3/28. Спосіб випробування металевих зразків для визначення граничної пластичної деформації / І.С.Алієв, І.Г.Савчинський, Л.І.Алієва, К.І.Сивак (Україна). - №2003021779; Заявл. 28.02.2003; Опубл. 15.01.2004, Бюл. №1.
13. Огородников В.А. Диаграммы пластичности и особенности их построения / В.А. Огородников, И.Ю. Кирица, В.И. Музычук // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і машинобудуванні: Зб. наук. пр. – Краматорськ, 2006. – С. 251 – 255.
14. Оценка деформируемости заготовок при радиальном выдавливании с противодействием / Е. И. Коцюбовская, И. О. Сивак, Л. И. Алиева, С. В. Куценко // Обработка материалов давлением: сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2008. – № 1 (19). – С. 29–33.
15. Алиева Л.И. Деформируемость заготовок при радиальном выдавливании с противодействием / Л.И. Алиева, Е.И. Коцюбовская. // Прогресивна техніка, технологія і інженерна освіта. Матеріали XVII Міжнародної науково-технічної конференції – 21–24 червня 2016 – Одеса–Київ : Національний технічний університет України «КПІ», 2016. – С. 61- 64.

УДК 678.55

І.С. БЕРЕЗКІН

Херсонський фізико-технічний лицей

О.В. ГРУБНИК

Херсонський національний технічний університет

ПРОБЛЕМИ ПЕРЕРОБКИ ПЛАСТИКОВИХ ВІДХОДІВ ТА ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ СТВОРЕННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПЕРЕРОБКИ ПЛАСТИКУ

Дана робота виконується в рамках держбюджетної теми «Створення нової техніки і технологій машинобудування з робочими процесами взаємодії твердих, сипких і плинних тіл та середовищ», № державної реєстрації 0115U003062. У роботі представлена проблема переробки пластикових відходів, здійснено огляд існуючої схеми рециклінгу продуктів з пластику та технологій їх виготовлення. Представлена альтернативна концепція процесу рециклінгу з використанням технологій 3D друку. На основі проведеного порівняння технологічних схем наведені переваги запропонованої технології рециклінгу та перспективи впровадження.

Ключові слова: рециклінг, 3D друк, переробка пластикових відходів, синтетичні полімери.

І.С. БЕРЕЗКІН

Херсонський фізико-технічний лицей

А.В. ГРУБНИК

Херсонський національний технічний університет

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТИКОВЫХ ОТХОДОВ И ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ СОЗДАНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПЕРЕРАБОТКИ ПЛАСТИКА

Данная работа выполняется в рамках госбюджетной темы «Создание новой техники и технологий машиностроения с рабочими процессами взаимодействия твердых, сыпучих и текучих тел и сред», № государственной регистрации 0115U003062. В работе представлена проблема переработки пластиковых отходов, осуществлен обзор существующей схемы рециклінга продуктов из пластика и технологий их изготовления. Представлена альтернативная концепция процесса рециклінга с использованием технологии 3D печати. На основе проведенного сравнения технологических схем приведены преимущества предложенной технологии рециклінга и перспективы ее внедрения.

Ключевые слова: рециклінг, 3D печать, переработка пластиковых отходов, синтетические полимеры.

I. S. BEREZKIN

Kherson physical-technical Lyceum

A. V. GRUBNYK

Kherson national technical University

PROBLEMS OF THE PLASTIC WASTE RECYCLING AND THEORETICAL STUDY ON THE DEVELOPMENT OF ALTERNATIVE TECHNOLOGIES OF THE PLASTIC RECYCLING

This work is a part of the state budget theme "development of new techniques and technologies of mechanical engineering with work processes of interaction of solid, granular and fluid bodies, and environments", № state registration 0115U003062. This work represents the problem of recycling plastic waste, reviewed the existing scheme of recycling of plastic products and technologies for their manufacture. Proposed an alternative concept of the recycling process with the use of 3D printing technology. On the basis of the comparison of technological schemes presented it's benefits and offered possible ways of its overall usage.

Keywords: recycling, 3D printing, recycling of plastic waste, synthetic polymers.

Дана робота виконується в рамках держбюджетної теми «Створення нової техніки і технологій машинобудування з робочими процесами взаємодії твердих, сипких і плинних тіл та середовищ», № державної реєстрації 0115U003062.

Постановка проблеми

З початку ХХ століття синтетичні полімери не тільки витіснили більшість інших матеріалів, але і поставили перед людством важливу проблему їх ефективної утилізації, яка безперечно набула широкого відлуння у суспільстві саме у час їх активного використання.

На сьогодні жодна держава світу не має системи централізованого збирання і переробки пластикових відходів, яка б охоплювала усю її територію. Зазвичай, кожне місто обслуговує одна або декілька приватних компаній, які у такій структурі являють собою додаткову комунальну службу. Така система кооперації державного (міського) управління та приватних підприємств є доволі ефективною, наприклад, у таких країнах як Франція та Німеччина; завдяки їй вдається переробляти до 18% від загально спожитих пластикових продуктів на рік, у США ця частка сягає 25%. Та, як ми бачимо, навіть у таких провідних держав - промислових гігантів світу цей відсоток хоча і є доволі вагомим, та не покриває навіть і половини використаних продуктів з синтетичного пластику. І вирішення проблеми створення всеохоплюючої концепції рециклінгу, на наш погляд, слід шукати саме в зміні технологій переробки полімерних відходів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Загалом промислові потужності, що займаються виготовленням продуктів з вторсировини, діють окремо від переробчих підприємств. Це пов'язано як з особливостями організації функціонування цих підприємств, так і з технологічними факторами. На сьогодні майже усі комплекси, що займаються переробкою пластикових продуктів, працюють за типовою технологічною схемою (рис.1) з можливими деякими модифікаціями, зумовленими конкретними особливостями виробництва[1], що складається з декількох етапів[2]:

- сортування сировини, при цьому синтетичні полімери відділяються від інших відходів та класифікуються за типами, кольором;
- подрібнення пластмасової сировини;
- промивання пластику;
- ущільнення (агломерація) для полегшення подальших операцій з сировиною;
- гранулювання агломерованого матеріалу.

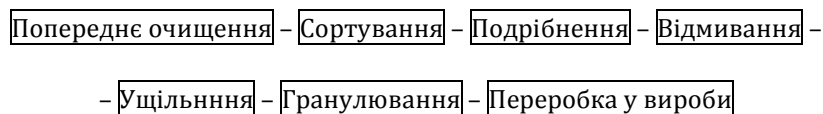


Рис.1. Типова технологічна схема промислової технології переробки пластикових відходів

Надалі гранули (так звані ПЕТ-флекс) потрапляють на промислові заводи, де за допомогою екструзії з них виготовляють кінцеві продукти.

Переробчі підприємства, які працюють за описаною схемою, мають суттєві недоліки у технологічному плані, а саме:

- велика площа робочих потужностей;
- значні енергозатрати в процесі переробки;
- сумарна ціна комплексу сягає близько \$230 000;
- штат працівників - 6...10 осіб [3].

Та найбільш суттєвим фактором, який заважає розвитку сфери рециклінгу у багатьох країнах є складнощі на етапі збирання пластикових відходів. Переробчі комплекси, яким потрібен постійний потік сировини у вигляді синтетичних полімерів, не мають можливості самостійно займатися їх збиранням на території усього міста. Існування такої проблеми зумовлене відсутністю належної культури утилізації відходів серед населення. Частково ця вада вирішується встановленням сортувальних сміттєвих баків, та, як відмічалося раніше, для цього необхідний високий рівень кооперації приватних підприємств та міського управління, якого у реаліях нашої країни досягти досить важко.

Формулювання мети дослідження

Створення нової концепції рециклінгу пластикових виробів, з метою підвищення відсотка вторинного використання пластикових відходів, пошук та розробка технологій та засобів її реалізації.

Викладення основного матеріалу дослідження

Процес виготовлення виробів з кінцевого продукту стадії переробки – гранул ПЕТ-флексу переважно базується на двох технологіях: екструзії та литті під тиском.

Принципово процес екструзії полягає у безперервному продавлюванні розігрітої гранульованої маси крізь отвір мундштука. Таким способом формують шланги, труби та подібні вироби.

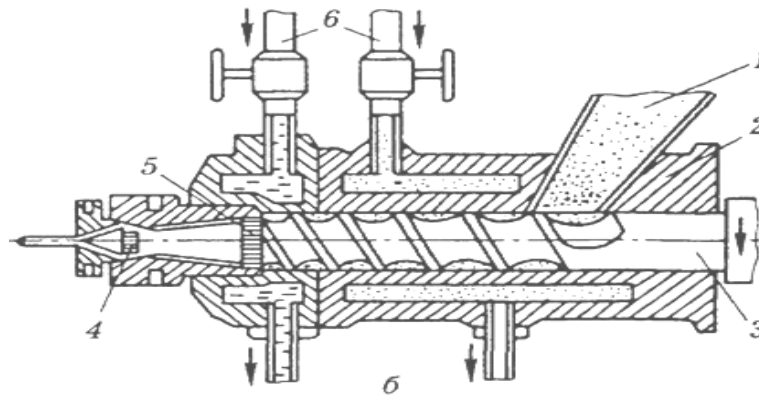


Рис.2 Спрощена схема екструдера:

1 - бункер, 2 - циліндр охолодження, 3 - шнек, 4 - мунштук, 5 - вихідна зона, 6 - водяний контур.

Більш універсальною технологією є лиття під тиском, при якому розплавлені полімери надходять у заготовлену прес-форму (матрицю) (рис.3). Таким чином формуються усі товари широкого вжитку.

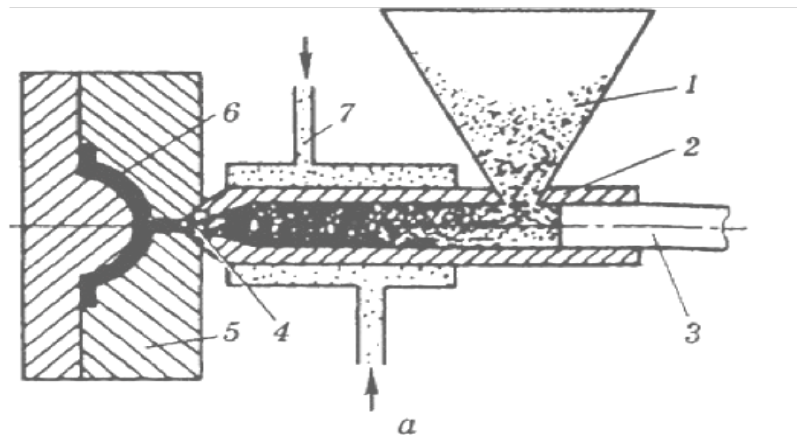


Рис.3. Спрощена схема лиття під тиском:

1 - бункер, 2 - циліндр дозатора, 3 - поршень, 4 - вихідний отвір, 5 - прес-форма, 6 - порожнина форми, 7 - нагріта пара

Обидві технології надають можливість перетворювати на виробі тонни сировини на день, та частка гранул вторсировини, порівняно з первинними продуктами, на цих підприємствах з вказаних причин не перевищує п'ятої частини, що обумовлює виникнення ще одної ключової проблеми такої схеми рециклінгу – однаковому використанні первинної та вторинної сировини у промисловому виробництві. Вироби, сформовані з гранул ПЕТ-флексу, як фізично, так і візуально мають досить неоднорідну структуру. Цей фактор є критичним у збуті продукції з вторсировини, вони просто не в змозі конкурувати з «чистою» сировиною. Виробники відмовляються збільшувати частку товарів з полімерів що пройшли рециклінг, бо це неодмінно негативно вплине на популярність їх товарів.

Можливим вирішенням цієї проблеми є уникнення використання гранул вторсировини у виробництві легкої продукції для харчової промисловості, де вже встиг закріпитися «штамп» естетичної обгортки або пляшки.

На сьогоднішній день все більшого розповсюдження набуває альтернативна, універсальна та більш мобільна технологія формоутворення пластикових виробів - 3D-друку.

За останні декілька років концепт приладів для тривимірного друку перейшов з тестових моделей у серійне виробництво, тому ідея формування виробів за допомогою даної технології є цілком реальною і використовуваною вже не тільки в лабораторних, але й в промислових умовах. Конструкція типового 3D-принтеру є досить простою (рис.4): платформа з друкуючою голівкою яка за допомогою ланок прикріплюється до рухомих кареток на рамі приладу. Всі рухи забезпечуються мікроконтроллером або безпосередньо центральним комп'ютером через комунікаційні канали. Можливості щодо

формування моделей обмежуються лише розмірами принтеру та конструкцією виробу, деякі частини якого іноді необхідно друкувати окремо.

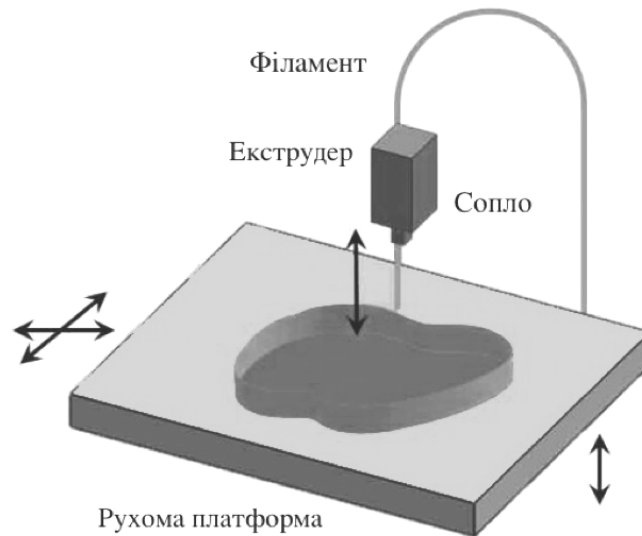


Рис.4. Схема роботи типового 3D принтеру [4]

При цьому практична реалізація механізму переміщення і позиціонування друкуючої головки може виконуватися з використанням різних кінематичних структурних схем. Найбільшого поширення набули прямокутні кінематичні структури, які забезпечують позиціонування друкуючої головки в необхідній точці зони обслуговування над поверхнею столу шляхом комбінації трьох прямолінійних переміщень столу або головки в напрямку трьох прямокутних координатних осей.

Така класична кінематична структура принтера забезпечує простоту конструкції механізмів переміщення, приводів та програмування, але зумовлює появу дефектів поверхні отримуваних виробів у вигляді ступінчастості. Можливість підходу сопла до моделі, що формується, лише під незмінюваним кутом (тільки перпендикулярно поверхні столу), і є однією з причин відомого «розшарування» виробів 3D принтера.

Вирішення вказаної проблеми можна досягти, використовуючи кінематичні структури типу „Дельта”. Особливістю кінематичної структури такої конструкції є те, що вона дозволяє забезпечувати підхід виконавчого органу до заданої точки простору в межах зони обслуговування з різних боків під різними кутами, створюючи передумови для більш якісного друку за рахунок нанесення матеріалу в напрямку, нормальному до майбутньої поверхні.

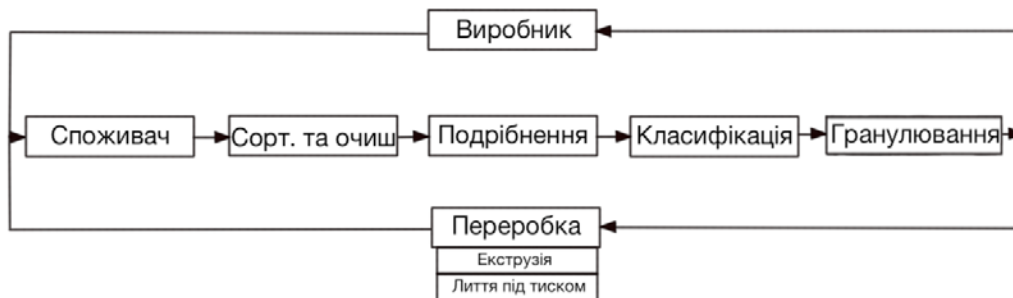
Зважаючи на викладені вище проблеми і недоліки поширених технологій переробки відходів пластику, нами пропонується альтернативна концепція (підхід) до організації і практичної реалізації рециклінгу, що базується на таких підходах:

- перенесення функції сортування пластикових відходів, очищення їх та створення полімерних композицій з бажаними характеристиками на основі вторинної сировини (у тому числі, з додаванням компатибілізаторів, що покращують сумісність), на кінцевих споживачів;
- створення та налагодження масового виробництва малогабаритного побутового обладнання, яке дозволяло б отримувати вироби з відходів пластику за допомогою технології 3D-друку;
- залучення кінцевих споживачів пластикових виробів у процес їх переробки шляхом стимуляції придбання вищевказаного обладнання і зацікавленості у самостійному створенні оригінальних виробів за технологією 3D-друку із вторинної сировини (або з додаванням вторинної сировини);
- створення відповідного програмного забезпечення, яке дозволяло споживачам самостійно створювати керуючі програми для таких 3D-принтерів, а також відкритої бази типових програм;
- створення багатофункціональних копіювально-друкуючих комплексів, які містять 3D-сканер з відповідним програмним забезпеченням, що спряжений з 3D-принтером з метою копіювання тривимірних об'єктів (для ремонту, відновлення, друкування запасних частин);
- пропагування використання запропонованої технології переробки пластиків на базі 3D-друку для створення оригінальних авторських виробів, як засобу індивідуального самовираження і різновиду мистецтва.

Таким чином, на суспільному рівні, замикання процесу виробництва – переробки відбувається за більш коротким технологічним ланцюжком (рис.5).

При цьому принципово відпадає необхідність в таких складних і проблемних процесах з точки зору їх організації, як збирання і сортування відходів. Крім того, за такої технологічної схеми, значно полегшується процес очистки і сортування, так як використані вироби можуть бути відразу відсортовані споживачем, менше контактують з іншим сміттям і, внаслідок цього, як правило, менше забруднюються. В результаті можна очікувати, що витрати ресурсів і енергії на переробку одиниці сировини будуть меншими, ніж у існуючих технологічних схем. Запропонована схема рециклінгу орієнтована не стільки на заміну вже працюючих, скільки на доповнення їх з метою підвищення загального відсотку переробки пластикових відходів.

а) Традиційна схема рециклінгу



б) Пропонована схема рециклінгу



Рис.5 Порівняння схем процесів рециклінгу

Висновки

Головною перевагою запропонованої концепції переробки пластикових відходів із застосуванням у процесі рециклінгу технологій 3D друку є можливість відходу від серійного виготовлення виробів. При такій концепції, з полімерних композицій з бажаними характеристиками на основі вторинної сировини можливо формувати не тільки товари для масового збуту, яким часто важко конкурувати на ринку, а й оригінальні вироби одиничного виробництва. Це робить процес рециклінгу більш гнучким та спроможним до популяризації та розширення. Технологія 3D друку дозволяє виробляти одиничні екземпляри виробів без суттєвих витрат на підготовку виробництва (без виготовлення штампів, матриць та ін.). Крім того, це дає можливість перенести процес створення виробів з вторсировини з промислових майданчиків безпосередньо до споживача, який, водночас, і є постачальником сировини для перероблення. Концептуально такий підхід надає можливість виключити з процесу рециклінгу такі витратні та складно-організовані етапи, як централізоване збирання, сортування та очищення вторинної пластикової сировини.

Список використаної літератури

1. Пищулин И. Рециклинг сложных пленок // Пластик. – 2013. - №7(125). – С.38-44.
2. Ла Мантя Ф. Вторичная переработка пластмасс / Пер. с англ. под ред. Г.Е. Заикова. — СПб.: Профессия, 2006. — 400 с.
3. Переработка пластиковых бутылок как выгодный бизнес [Електронний ресурс] – Режим доступу до сайту.: <http://bizzavod.ru/biznes-plan-pererabotka-plastikovyx-butyluk.html>.
4. Сайт корейського інституту науки та технологій [Електронний ресурс] – Режим доступу до сайту.: http://eng.kist.re.kr/kist_eng/?sub_num=417&state=view&idx=897.

УДК 615.47

С.М. ЗЛЕПКО, Н.В. ТИТОВА
Винницький національний технічний університет
В.А. НОВИКОВ
Херсонський національний технічний університет

ОСОБЕННОСТИ ПОДГОТОВКИ ВОДЫ ДЛЯ ИНКУБАЦИОННЫХ АППАРАТОВ

В данной работе проведено исследование морфологии воды, используемой для развития эмбрионов рыбы в изменяющихся условиях: при темноте и при воздействии ИК излучения. Определено, что в необлученной воде формируются преимущественно мелкие кластеры. Под действием ИК излучения происходит разрушение мелких кластеров с образованием более крупных. При длительности облучения более 30 минут крупные кластеры начинают разрушаться и переходить в средние.

Ключевые слова: кластер, биоструктура, информационный обмен, светорассеяние.

С.М. ЗЛЕПКО, Н.В. ТИТОВА
Вінницький національний технічний університет
В.О. НОВИКОВ
Херсонський національний технічний університет

ОСОБЛИВОСТІ ПІДГОТОВКИ ВОДИ ДЛЯ ІНКУБАЦІЙНИХ АПАРАТІВ

У даній роботі проведено дослідження морфології води, використаної для розвитку ембріонів риби в умовах, що змінюються: при темряві і при впливі ІЧ випромінювання. Визначено, що в неопромінених воді формуються переважно дрібні кластери. Під дією ІЧ випромінювання відбувається руйнування дрібних кластерів з утворенням великих. При тривалості опромінення більше 30 хвилин великі кластери починають руйнуватися і переходити в середні.

Ключові слова: кластер, біоструктура, інформаційний обмін, світлорозсіювання.

С.М. ZLEPKO, N.V. TITOVA
Vinnitsia National Technical University
V.A. NOVIKOV
Kherson National Technical University

FEATURES PREPARATION OF WATER FOR HATCHING APPARATUS

In this paper we studied the morphology of the water used for the development of fish embryos in a changing environment: the darkness and when exposed to infrared radiation. It was determined that in the non-irradiated water formed mainly small clusters. Under the influence of infrared radiation, the destruction of small clusters to form larger. When the duration of exposure of more than 30 minutes,, and large clusters begin to break down and go into the middle.

Keywords: cluster, biological structures, communication, light scattering.

Постановка проблеми

Воспроизводство осетровых рыб -сложный технологический процесс, основой которого является этап получения и подращивания рыбопосадочного материала. При этом особое внимание уделяется системам очистки воды, насыщение ее кислородом и стерилизации. Использование установок замкнутого водоснабжения (УЗВ) для инкубации икры и разведения рыб поднимает вопрос об освещенности водоема. Оптимизация процессов развития личинок и роста рыбы, в основном, объясняют з позиции зрительного восприятия света рыбой. Автор работы [1] действие низкоэнергетического лазерного излучения на икру считают, поляризованное оказывает стимулирующее действие на развитие гидробионтов. Однако, развитие и рост рыбы не связывают со структурными особенностями воды, в которой она находится.

Анализ последних исследований и публикаций

Вода является основой практически любого биологического объекта и играет существенную роль в процессе его взаимодействия с различными внешними воздействиями физической и нефизической природы. Однако, несмотря на огромное количество научных публикаций, посвященных воде, существует целый ряд биологических эффектов и физико-химических свойств воды, которые до сих пор не нашли своего объяснения [2].

Известно, что молекулы воды обладают большим дипольным моментом, который приводит в

результате их взаимодействия, к образованию связанных структур, излучающих собственные электромагнитные волны. Это свойство позволяет ряду исследователей рассматривать воду как лазер на свободных электрических диполях, излучающий некоторый спектр в инфракрасной области [2].

Считается доказанным, что особенности физических свойств воды и многочисленные короткоживущие водородные связи между соседними атомами водорода и кислорода в воде формируют необходимую среду и условия для образования кластеров, основной функцией которых определено хранение и перенос различной информации [3].

Кластер в этом случае представляет собой структурную единицу воды, состоящую из клатратов, природа которых обусловлена дальними кулоновскими силами. Кластеры, выстраиваясь в определенном порядке на границе раздела фаз (воздух-жидкость), приводят к появлению собственных колебаний с одной общей частотой, что позволяет говорить о еще одной составляющей собственного электромагнитного поля воды-кластерной, которая отличается от вышеупомянутой – дипольной. Экспериментально установлено, что при температуре воды 18°C, собственная частота колебаний кластера равна $6,79 \cdot 10^9$ Гц, что соответствует длине волны $\lambda=14,18$ мм.

При этом при взаимодействии электромагнитного излучения с водой происходит накопление энергии в кластерной структуре до некоторого критического значения, после которого происходит разрыв связей, в том числе и между кластерами. Это приводит к лавинообразному освобождению энергии и может служить первичным механизмом в сложной цепи их взаимодействия с внешним электромагнитным излучением [1].

Структуры молекул воды в динамике рассматривают как ансамбль тождественных осцилляторов (либраторов). По отношению к водной среде осцилляторами есть взаимодействующие гексагональные фрагменты, образующие с участием водородных связей единую колебательную систему с собственными частотами. Вода может быть «медиатором» в передаче сигнала внешнего или внутреннего воздействия на биологические реакции. При этом мишень находится не в середине белка, а окружает его. Состояние воды, окружающей поверхность белка влияет на способность его к конформации и, как следствие, на биологическую активность.

Формулировка цели исследований

Экспериментально подтверждено, что между водой, окружающей объект, и самим объектом существует энергетически - информационный обмен. Полученные экспериментальные результаты доказывают факт структуризации воды α -аминокислотами, которые при вхождении в состав белка принимают участие в сложных биологических процессах. Ассоциация молекул воды, которая находится вблизи клеток, взаимодействует с гидрофильными окончаниями липидов биомембран с образованием электрических диполей в поверхностном слое, которые, в свою очередь, создают вблизи мембраны электрическое поле. Разветвленные цепочки ассоциированной воды начинают стягиваться в область с минимальной потенциальной энергией и формировать кластеры, которые могут соединиться с клетками. В межклеточном пространстве существуют вязкие вещества белкового или гликопротеинового характера. При этом допускается присутствие цитоплазматических выступлений, которые имеют крючкообразную форму, находятся на поверхности клеток, и играют значительную роль в удержании и склеивании кластеров воды. Таким образом, вода выступает буферной зоной биоструктуры, приводящая к изменению условий зарождения и роста рыб.

Целью настоящей работы является изучение изменения кластерообразования воды используемой рыбоводными хозяйствами в условиях темноты и на свету.

Методика эксперимента. Для изучения кластерной структуры воды использован метод лазерного светорассеяния частицами воды. Излучение полупроводникового лазера длиной волны 0,65 мкм, мощностью $P < 1$ мВт направлялось на кювету с исследуемой водой. Приемником служил фотодиод ФД - 256, работающий в режиме фото-эдс. Фотоприемник вращался по дуге в горизонтальной плоскости распространения лазерного излучения. Сигнал с фотоприемника регистрировался цифровым мультиметром УТ 33 F. Измерения зависимости интенсивности светорассеяния $I(\theta)$ проводились в передней полуплоскости в направлении распространения падающего излучения в интервале углов $4^\circ < \theta < 90^\circ$ с шагом 2° . Площадь под кривой $I(\theta)=f(\theta)$ соответствует общему количеству кластеров. В диапазоне углов от 4° до 10° находятся крупные кластеры, от 10° до 30° - средние и от 30° до 90° - мелкие. По соответствию максимумов на графике зависимости $I_g(\theta) = f(\theta)$ определяют размеры кластера: $r\theta = (9 \dots 10)$ мкм град [4].

Измерения проводили после 3 часов выдержки в темноте и после 10 мин, 20 минут, 30 минут воздействия светом ближнего ИК излучения. Для облучения использовали универсальный источник излучения есоVIS (400-2500 нм) с встроенным держателем кювет.

Изложение основного материала исследования

Судя по литературным данным воздействие на икру рыб, в том числе и осетровых, находящихся в водной среде благоприятно сказывается как на эмбрионах, так и на росте и качестве рыбы. А поскольку вода является акцептором ИК-лучей, то при воздействии на нее повышается температура и

нарушаются водородные связи между молекулами воды. Поэтому воздействия инфракрасного излучения можно ожидать и на гидратные оболочки биополимеров (что может привести к повышению их рецепторной активности), а также на макромолекулы, где водородные связи являются решающими в их работе ДНК [5].

При этом оптимальная температура для развития икры русского осетра равна 16-20°C, белуги – 9-14 °С, севрюги – 17-24°C, стерляди - 13-26°C, шипа – 14-18°C [8]. Инкубация икры при температуре, близкой к верхнему значению диапазона нерестовых температур, неблагоприятно влияет на развитие эмбрионов, приводя к увеличению числа аномалий и вылуплению продлинок с меньшими значениями желточного ресурса. При температурах, близких к нижнему значению диапазона, период инкубации уменьшается, увеличивается число профилактических обработок, и вылупляющиеся предличинки имеют большую массу, длину и объем желточного мешка. Кроме того, они отличаются более высокими темпами роста в период эндогенного питания [8]. Суточное колебание температуры не должно превышать 2°C с учетом того, что уровень освещенности инкубационных аппаратов должен быть следующим: белуга – менее 100лк, севрюга – 20-100лк, русский осетр и шип – 10-20лк (Касимов 1987). При большей освещенности увеличивается число аномалий развития и снижается выживаемость эмбрионов [6].

Водоснабжение каждого производственного участка должно быть независимым, а его технические характеристики рассчитаны с учетом: определения потребности участка в воде; площади и объема прудов, бассейнов, садков и других объектов водоснабжения; скорости водообмена; классических характеристик районов размещения участков; гидрогеологических данных и т.д. [6].

При этом вода, поступающая на рыбоводные заводы и на участки, должна соответствовать требованиям, предъявляемым к ее физико-химическим свойствам при разведении и выращивании осетровых (таблица 1) [6].

Таблица 1

Требования к качеству воды при разведении и выращивании осетровых рыб

Показатели	ПДК
Прозрачность	30 см
Цветность	30°
pH	7,0-8,0
Углекислота свободная (CO ₂)	10,0 мг/л
Кислород растворенный	4,0 мг/л
Окисляемость перманганатная	10,0 мгО ₂ /л
Сероводород	0,002мг/л
Кальций	180мг/л ¹
Магний	40 мг/л
Кадмий	0,003 мг/л
Железо	0,01 мг/л
Свинец	0,003 мг/л
Цинк	0,03 мг/л
Натрий + Калий	120+50 мг/л
Хлориды	30 мг/л
Сульфаты	50 мг/л
Фосфаты	0,03 мг/л
Гидрокарбонаты (щелочность)	7,0-8,0 мг экв/л 1,0-5,0 ммоль/л
Аммиак (NH ₄ ⁺)	0,05 мг/л
Азот аммиака (NH ₃)	0,003 мг/л
Азот нитритов	0,1 мг/л (мягкая вода) 0,2 мг/л (жесткая вода)
азот нитратов	1,0 мг/л
Жесткость общая	6,0-8,0 мг/л
Биохимическая потребность в кислороде (БПК ₅)	2,0 мгО ₂ /л
Взвешенные вещества	10,0 мг/л

Таким образом, в воде, пригодной для выращивания осетровых рыб одновременно присутствуют две структуры- слабо взаимодействующие между собой ионные атмосферы и водная матрица. Основу составляет водная матрица, в которой происходят все изменения.

На рис.1 представлены результаты изучения морфологии воды, используемой для разведения и выращивания осетровых рыб.

Расчет, произведенный по соответствующим графикам приведен в таблице 2.

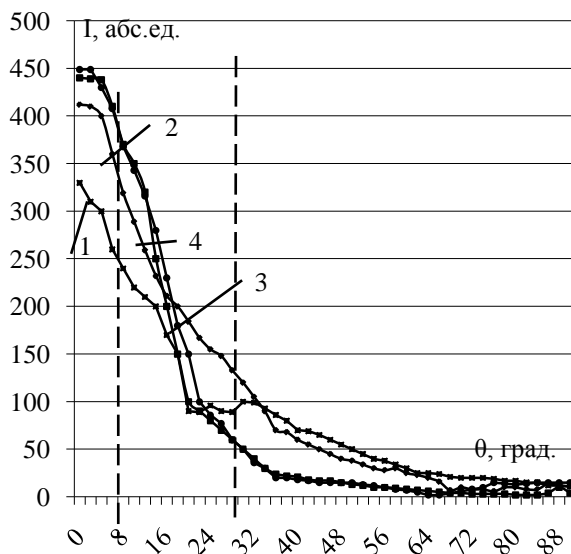


Рис. 1. Индикатрисы рассеяния частицами воды:
 1 - после выдержки в темноте; 2 - после 10 минутного облучения ИК излучением; 3 - после 20 минутного облучения ИК излучением; 4 - после 30 минутного облучения ИК излучением

Таблица 2

Вид воздейст.	Количество кластеров			Общее количество кластеров, ус. ед.
	Количество крупных кластеров, ус. ед.	Количество средних кластеров, ус. ед.	Количество мелких кластеров, ус. ед.	
Выдержка в темноте	2850	6000	2800	11850
10 мин ИК	3600	5200	1700	10500
20 мин ИК	3950	4000	1500	9450
30 мин ИК	4100	4500	1200	9800
40 мин ИК	4120	5000	1000	10120

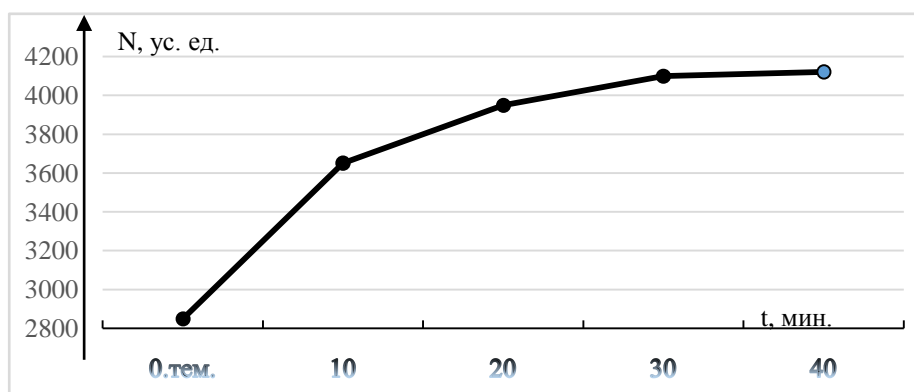


Рис. 2. Зависимость количества крупных кластеров от времени воздействия ИК излучением

Как видно из представленных данных, в воде без освещения образуются преимущественно средние и мелкие кластеры. Воздействие ИК излучения на воду вызывает перегруппировку кластеров с их укрупнением. Мелких кластеров становится меньше, их структура приобретает характер мерцающей.

По результатам ИК спектроскопии, воды после воздействия излучения ближнего ИК диапазона имеет более рыхлую структуры. Эти два фактора: с одной стороны, рыхлость структуры, с другой, стороны, увеличение количества крупных кластеров увеличивает стабильность структуры воды.

Дальнейшее увеличение продолжительности облучения способствует росту в основном средних кластеров за счет разрушения мелких. При этом рост крупных кластеров замедляется, что ухудшает состояние воды.

Выводы

При подготовке воды для подачи ее в инкубационные аппараты, наряду с требованиями к ее физико-химическому составу (таблица 1), необходимо учитывать следующее:

1. В условиях темноты структура воды более уплотненная, что затрудняет взаимодействие ионной атмосферы в водной матрице.
2. Использование обработки воды ближним ИК излучением требует выбора оптимальной длительности процесса.

Список использованной литературы

1. Власов В.А., Маслова Н.И., Пономарев С.В., Баканева Ю.М. Влияние света на рост и развитие рыб. // Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство.-2013. -№2.-С.24-34.
2. Петросян В.И., Синицин Н.И., Елкин В.А., Гуляев Ю.В., Бецкий О.В. Роль резонансных молекулярно-волновых процессов в природе и их использование для контроля и коррекции состояния экологических систем //Биомедицина. Радиоэлектроника. – 2001, - №5-6. С.62-109
3. Бинги В.И., Рубин А.Б. Фундаментальная проблема магнитобиологии //Биомедицина. Технологии и радиоэлектроника. – 2007. - 2÷4. С.63-76.
4. Злепко С.М., Новіков В.О. Методи і засоби оцінювання та керування станом організму людини при старінні: Монографія. – Херсон, 2014. – 120с.
5. Фельдман М.Г. Влияние низкоинтенсивного инфракрасного лазерного облучения на рост и развитие гидробионтов. Автореферат. Дис. Канд. Биолог. Наук. Спец.03.00.18 – гидробиология. Москва. 2003. – 22с.
6. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству 558/н.с. Чебанов Е.В., (Краснодар) // Производственная и сельскохозяйственная организация ООН. Анкара. 2013 www.fao.org/docrep/017/i21442/i21442.pdf

УДК 539.375.5:621.793.74

В.И.КОПЫЛОВ, С.П. СОЛОДКИЙ

Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев, Украина

И.А.СЕЛИВЕРСТОВ

Херсонский национальный технический университет, г. Херсон, Украина

ДЕМПФИРУЮЩИЕ СВОЙСТВА ПЛАЗМЕННЫХ АЛЮМИНИЙ – НИКЕЛЕВЫХ ПОКРЫТИЙ НА ВЫСОКОЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЯХ

В данной работе проведены исследования затухания инфразвука в стали X18H9T с плазменными покрытиями в широком температурном интервале измерений температур и деформаций. Установлено существенное влияние плазменных покрытий на температурные и амплитудные зависимости внутреннего трения покрытий на основе (NiAl-SiO₂-Al₂O₃) и AlNi-Al₂O₃/Ti. Наличие сложных демпфирующих характеристик обусловлено сложной микроструктурой покрытия, содержащей внутренние границы раздела и поры.

Кроме внутренних демпфирующих механизмов, происходящих в самом покрытии и подложке по отдельности, реализуются дополнительные демпфирующие механизмы на границах раздела отдельных зерен и частиц, а также межфазной границе взаимодействия в системе «покрытие-основа».

Ключевые слова: плазменные покрытия, внутреннее трение, керамический порошок, модуль упругости.

В.І.КОПИЛОВ, С.П. СОЛОДКИЙ

Національний технічний університет України «КПІ», м Київ, Україна

І.А.СЕЛІВЕРСТОВ

Херсонський національний технічний університет, м Херсон, Україна

ДЕМПФУЮЧІ ВЛАСТИВОСТІ ПЛАЗМОВИХ АЛЮМІНІЙ - НІКЕЛЕВИХ ПОКРИТТІВ НА ВИСОКОЛЕГОВАНИХ СТАЛЯХ

У даній роботі проведено дослідження загасання інфразвуку в сталі X18H9T з плазмовими покриттями в широкому температурному інтервалі вимірювань температур і деформацій. Встановлено істотний вплив плазмових покриттів на температурні і амплітудні залежності внутрішнього тертя покриттів на основі (NiAl-SiO₂ • Al₂O₃) і AlNi-Al₂O₃ / Ti. Наявність складних демпфуючих характеристик обумовлено складною микроструктурою покриття, що містить внутрішні межі розділу та пори.

Крім внутрішніх демпфуючих механізмів, що відбуваються в самому покритті і підкладці, окремо реалізуються додаткові демпфуючі механізми на границях меж окремих зерен і частинок, а також міжфазній межі взаємодії в системі «покриття-основа».

Ключові слова: плазмові покриття, внутрішнє тертя, керамічний порошок, модуль пружності.

V.I.KOPYLOV, S.P. SOLODKIY

National Technical University of Ukraine "KPI", Kyiv, Ukraine

I.A.SELIVERSTOV

Kherson National Technical University, Kherson, Ukraine

DAMPING PROPERTIES ALUMINUM - NICKEL PLASMA COATINGS ON HIGH-ALLOY STEELS

In this work, conducted infrasound attenuation study in the steel X18H9T with plasma coatings in a wide temperature range of measurement of temperature and strain, it was found a significant effect of plasma coatings on the temperature and amplitude dependences of internal friction based coatings (NiAl-SiO₂ • Al₂O₃) and AlNi-Al₂O₃ / Ti. The presence of complex damping characteristics due to the complex microstructure of the coating containing the internal interface and pores.

Besides the internal damping mechanisms occurring in the coating and the substrate, additional damping mechanisms occur at the boundaries of the individual grains and particles, and interaction in the interface "coating-base" system.

Keywords: plasma coating, internal friction, ceramic powder, modulus of elasticity.

Постановка проблеми

Для повышения различных физико-механических характеристик, а также надежности конструкционных материалов в условиях воздействия вибрационных нагрузок применительно к соответствующим элементам конструкций используют покрытия, в том числе, полученные плазменным напылением [1-3].

Оценку демпфирующих свойств плазменных покрытий и системы «основа – покрытие» можно проводить по данным измерений коэффициента внутреннего трения (ВТ), являющегося функцией амплитуды деформаций γ и температуры $T - Q^{-1} = f(\gamma, T)$ [4-6].

Анализ последних исследований и публикаций

Влияние плазменных одно- и многокомпонентных покрытий на параметры температурной и амплитудной зависимостей внутреннего трения (ТЗВТ, АЗВТ) апробировано на примере ряда систем, где в качестве основы были выбраны железо и высоколегированные стали [1-3,5-8]. При этом показана возможность повышения демпфирующих свойств матрицы за счет покрытий, как без обработки, так и после термодиффузионной обработки. Метод ВТ позволяет получить информацию о структурных особенностях различных зон влияния в системе «основа-покрытие». Такая информация уже была получена для материалов со сложными композиционными газотермическими покрытиями различной структуры. В настоящее время проанализировано, в какой мере на амплитудные зависимости внутреннего трения и, соответственно, на процессы микропластической деформации образцов может повлиять нанесение на них одно- и многослойных покрытий, параметры их структурных составляющих [1,5,6].

В то же время изменение общего фона затухания энергии упругих колебаний при измерении ВТ, а также наличие известных и появление новых аномалий, как на ТЗВТ, так и на АЗВТ конструкционных материалов с нанесением покрытий вызывает необходимость проведения дополнительных исследований для более глубокого понимания этих явлений.

Формулировка цели исследований

Целью работы является исследование эффективности применения покрытий, полученных плазменным напылением, для повышения демпфирующих свойств конструкционной стали с одновременным упрочняющим эффектом.

Изложение основного материала исследования

Для исследований в качестве основы использовалась сталь аустенитного класса, а в качестве покрытий - порошки из макрочастиц NiAl (диаметр частиц 20...40 мкм), а также смеси композиционного порошка NiAl и ультрадисперсных частиц алюмоаэросила ($\text{SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) (диаметром порядка 60 нм) – ($\text{NiAl-SiO}_2 \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) и плакированных титаном частиц $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Ti}$ [5,6,9,10].

Амплитудную и температурную зависимости внутреннего трения для оценки демпфирующих свойств измеряли на установке, представляющей собой «обратный крутильный маятник». Исследования поглощения инфразвука проводились на проволочных образцах из стали X18H9T диаметром 1 мм и длиной 100 мм. [1,5,6].

Покрытия наносились на поверхность образцов плазменным напылением на установке УПУ-3Д, оснащенной плазмотроном с ламинарным истечением плазменного потока.

В качестве материалов покрытий используются порошки различного состава - металлические, керамические, квазикристаллические, в том числе ультрадисперсные и с наносоставляющими [1,5,6,9,10]. Выбирая тип частиц порошка, варьируя их морфологию, размеры, плотность и способ введения в конечный продукт, можно получать защитные покрытия многофункционального назначения. Наличие в составе исходной порошковой массы сложных наноразмерных составляющих приводит к образованию в покрытии в процессе напыления структур различного фазового и химического состава, охватывающие различные зоны по сечению композиции [1,5].

При исследовании амплитудной и температурной зависимости внутреннего трения высоколегированных аустенитных сталей на кривых ТЗВТ можно получить несколько аномалий - эффектов в зависимости от состава материала и его структурного состояния, как в низкотемпературной, так и в высокотемпературной области спектра [11-14]. Применение покрытий на сложнолегированных сталях различного класса определяется эксплуатационными условиями, поэтому при исследовании влияния покрытий на такие объекты указанные эффекты могут служить особо чувствительными реперами, по которым и можно судить о демпфирующих свойствах покрытий и композиции в целом.

На рис.1 представлены температурные зависимости внутреннего трения цилиндрических (проволочных) образцов из стали X18H9T. В результате измерений ВТ на образцах без покрытий (рис.1, кр.1) зафиксированы эффекты, физическая природа которых известна - при нагревании возникает спектр поглощения упругой энергии с пиками в районе температур 100 - 150, 320-390, 600 и 730 - 750°C [11-14].

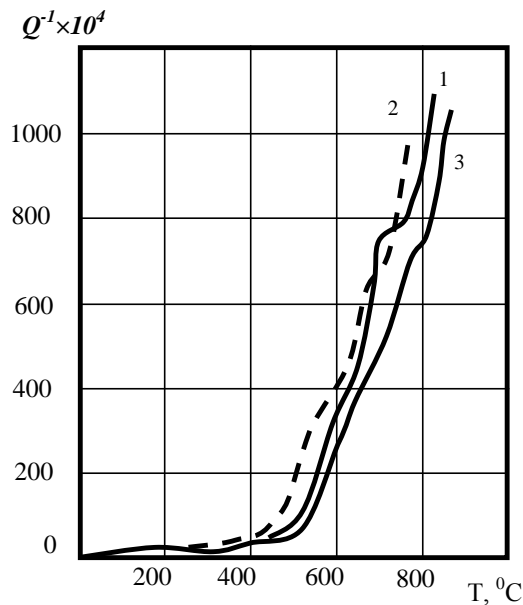


Рис.1. Температурная зависимость внутреннего трения образцов стали X18N10T в состоянии поставки (деформированном состоянии): 1- без покрытия; 2 – с плазменным покрытием на основе $(NiAl-SiO_2 \cdot Al_2O_3)$; 3- с покрытием и последующим диффузионным отжигом.

На кривых ТЗВТ - $Q^{-1} = f(T)$ выявляются деформационные пики при температурах (23...127°C) – деформационные пики Хасигути, а в области температур (320...410°C) - пики Финкельштейна — Розина (ФР), механизм которых связан с миграцией атомов внедрения в поле напряжений. Известно, что пик ФР в ряде моментов сопровождается возникновением одного или двух дополнительных пиков, располагающихся по обе стороны от основного. В нашем случае при малой частоте колебаний 1 Гц температуры проявления этих пиков ниже по сравнению с известными. Эти эффекты в увеличенном масштабе представлены на рис.2.

Пик в районе температур (600...700°C) связан с зернограничной релаксацией. Он может, как считают некоторые исследователи, вообще совпасть с фазовым пиком при 730°C [11]. В нашем случае видно, что зернограничный пик (ЗГП), обособляется и несколько сдвинут в сторону больших температур ($T_{max} \sim 717^\circ C$).

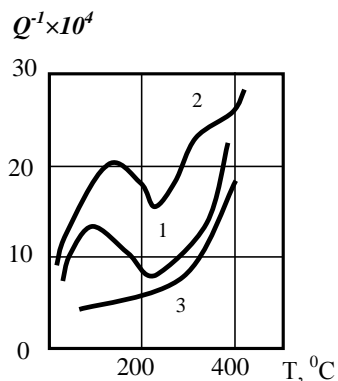


Рис.2. Результаты аналогичные (рис.1) в увеличенном масштабе для диапазона температур $T = 20...400^\circ C$.

Нанесение плазменного покрытия на основе $(NiAl-SiO_2 \cdot Al_2O_3)$, как следует из рис.1, кр.2 и рис.2, кр.2, приводит к изменению вида и уровня ТЗВТ рассматриваемой композиции. Для образцов из стали X18N9T без предварительной термообработки в спектре затухания упругой энергии при напылении имеют место деформационный пик при 100-150°C и пики ФР, аналогично образцам без покрытия (рис.1 и рис.2). Также наблюдается уширенный ЗГП, содержащий несколько компонент.

При наличии диффузионного слоя, полученного после отжига образцов с нанесенным покрытием при температуре 1100°C в течение 2 час, как свидетельствует кривая 3 на рис.1 и рис.2, зернограничное проскальзывание (ЗГП) подавляется, и ЗГП меняет свою форму, изменяется и по ширине и по величине.

Предварительная термообработка исходных образцов существенно сказывается на параметрах ВТ. На рис.3 приведены данные измерений ВТ на образцах из стали X18N9T, прошедших предварительную термодиффузионную обработку при 1100°C в течение 2 час. (кр.1, образцы без

покрытия). Как следует из результатов измерений, нанесение плазменного покрытия на отожженную матрицу (кр.2 на рис.3) меняет спектр поглощения упругой энергии. По сравнению с результатами для образцов в состоянии поставки (после протяжки через фильеры, рис.1, 2), как видно на рис.3, общий уровень ВТ понижается, практически исчезают пики, обусловленные деформацией матрицы при 100...150°C, и пики ФР.

Изменились и высокотемпературные пики при 600°C и 720°C. Внутреннее трение в образцах после отжига в области проявления зернограничной релаксации (ЗГП) имеет значение существенно меньшее, чем в случае образцов без предварительного отжига и с последующим нанесением покрытия на основе (NiAl-SiO₂·Al₂O₃).

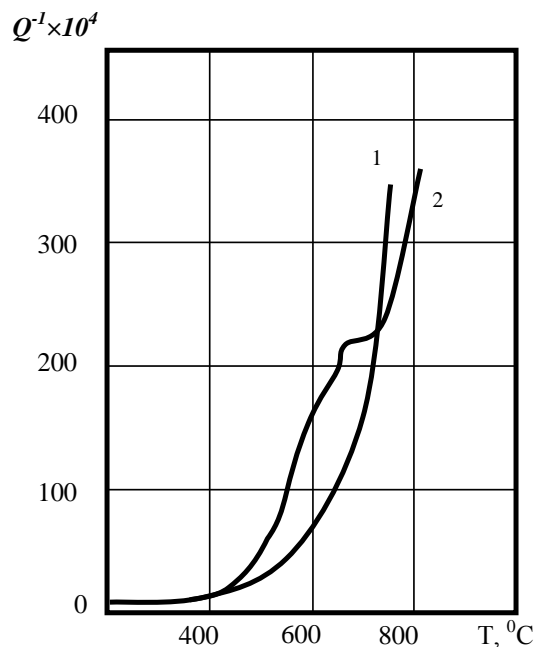


Рис.3. Температурная зависимость внутреннего трения в образцах из стали X18H9T после диффузионного отжига при 1100°C, 2 час.: 1 – без покрытия; 2 – с плазменным покрытием на основе (NiAl-SiO₂·Al₂O₃).

Аналогично результатам ТЗВТ, аномальное поведение затухания энергии упругих колебаний наблюдается при исследованиях амплитудной зависимости внутреннего трения – АЗВТ. Данные по АЗВТ для образцов из стали X18H9T с плазменным покрытием на основе (NiAl-SiO₂·Al₂O₃) представлены на рис.4.

Во всех случаях отмечается смещение предельной критической деформации $\gamma_{кр}$ в область с существенно меньшими значениями деформаций $\gamma_{кр}$. Фон ВТ (Q_{ϕ}^{-1}) для образцов с покрытиями, как для области малых, так и для области больших деформаций γ , выше значений (Q_{ϕ}^{-1}) по сравнению с образцами без покрытий. Нанесение покрытия влияет на торможение подвижных дислокаций, как в основе, так и в покрытии, и обуславливает возникновение второй критической деформации $\gamma_{кр}''$, что связано уже с отрывом дислокаций от точек закрепления именно в покрытии.

Согласно экспериментальным результатам (рис.4) у образцов с покрытиями (кр.2, кр.3) общая плотность незакрепленных дислокаций, как в основе, так и в слоях сложного покрытия существенно выше, чем у образцов без покрытий. Свидетельством такому утверждению является увеличение наклона кривых АЗВТ ($tg\alpha - \Delta Q^{-1} / \Delta\gamma$), что характеризует энергию, рассеиваемую при движении дислокаций в зоне микропластической деформации материала [1,4,5].

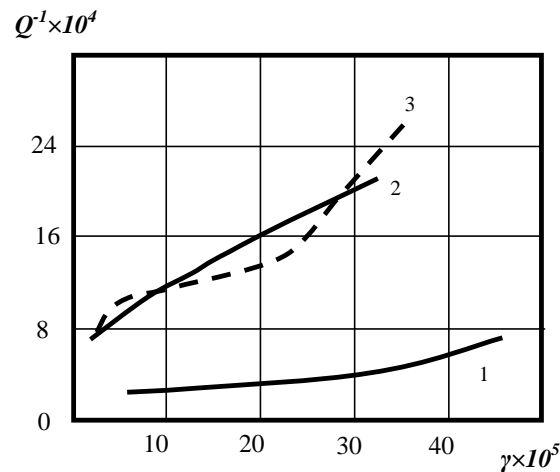


Рис.4. Амплитудна залежність внутрішнього тріння образців сталі Х18Н10Т в стані поставки (деформованому стані): 1- без покриття; 2 – с плазменним покриттям на основі ($NiAl-SiO_2-Al_2O_3$); 3- с покриттям і наступним дифузійним отжигом.

В качестве общего анализа можно отметить следующее. Из результатов измерений АЗВТ, как и ТЗВТ, следует, что нанесение плазменного покрытия, в частности композиционного покрытия ($NiAl-SiO_2-Al_2O_3$) приводит к возрастанию затухания энергии механических колебаний. При амплитудах напряжений, выше критической $\gamma''_{кр}$, подвижность дислокаций велика, в результате чего возникает локальная деформация внутри отдельных зерен и декремент колебаний растет. Однако, при дальнейшем повышении уровня напряжений свободные дислокации встречают препятствия в виде границ зерен, наблюдается их скопление, уменьшается подвижность вследствие образования поля напряжений, декремент колебаний уменьшается, на АЗВТ возможно формирование максимума, как следует из результатов ряда работ, например [9]. Роль границ блоков и зерен в образовании максимума затухания на амплитудной зависимости возможна при условии, что внутризеренная структура обладает максимальной пластичностью, а границы зерен упрочнены.

Все перечисленное позволяет утверждать, что при измерении ВТ присутствие покрытия на поверхности образцов приводит к появлению квазисвободных дислокаций, к образованию нестабильного состояния, изменению напряженного состояния в различных локальных зонах композитной системы, и, соответственно, повышению уровня демпфирования композитов.

В общем случае увеличение или уменьшение уровня (фона) затухания энергии (или высоты пика) при наличии конкретного покрытия с соответствующим модулем упругости характеризуется соотношением противоположных факторов влияния, а именно, между возрастанием плотности дислокаций, и, в противоположность этому, степенью их закрепления. Нестабильность, пористость сложных структур плазменных покрытий могут влиять на механические характеристики покрытых образцов, а также на такую основную физическую характеристику материала, как модуль упругости. Сформированные сложные структуры покрытий могут быть источником высоких демпфирующих способностей при приложении вибрационных нагрузок.

Таким образом, увеличение уровня затухания энергии упругих колебаний, а также увеличение высоты ЗПП и появление новых пиков – эффектов является следствием возрастания плотности (количества) подвижных дислокаций при наличии конкретного плазменного покрытия. В тоже время, наличие покрытия приводит к проявлению упрочняющего эффекта за счет закрепления подвижных дислокаций, что сопровождается уменьшением общего уровня затухания энергии, уменьшением или полным подавлением высоты пиков, увеличением критической деформации $\gamma_{кр}$ [1,5].

Исходя из соображений о противоположном характере влияния таких факторов, как аномальное повышение уровня ВТ, с одной стороны, и повышение модуля упругости за счет закрепления подвижных структурных элементов, с другой стороны, а также руководствуясь данными литературных источников [8,15], для оценки воздействия покрытий на основной металл, можно предложить критерий демпфирования. Значения критерия демпфирования для соответствующих величин модулей упругости ряда плазменных покрытий представлены в таблице в виде произведения модуля упругости на коэффициент внутреннего трения при конкретной деформации, а именно:

$$D_{оemn} = E_n Q_n^{-1}. \quad (1)$$

Модуль упругости покрытий получен на основании измерений ВТ системы «основа – покрытие», обработки данных и выделения спектра конкретно покрытия, согласно методике, изложенной в работе [9].

Значения модулей упругости и критерия демпфирования для ряда плазменных покрытий, определенных по расчетно-экспериментальной методике для соответствующих значений деформаций и коэффициента затухания Q^{-1} образцов с покрытиями и без него при комнатной температуре представлены в таблице 1. В таблице также для общего анализа приведены, помимо рассмотренных покрытий, также и данные для некоторых других важных, сточки зрения демпфирования, покрытий.

В случае цилиндрических (проволочных) образцов происходят явления поглощения упругой энергии в небольшом поверхностном слое, толщиной не более 0,2 мм. За протекание этих процессов ответственными являются структура и состав, прежде всего поверхностных, достаточно тонких слоев образца, включая само покрытие, а также межфазную граничную зону между покрытием и матрицей.

Таблица 1

Значения критерия демпфирования плазменных покрытий

Покрытие	Модуль упругости покрытия E_n , ГПа	Коэффициент Пуассона, ν	Коэффициент демпфирования $D_{демп} = E_n Q_n^{-1}$, ГПа
AlNi	105	0,28	0,22
NiAl–(SiO ₂ ·Al ₂ O ₃) (алюмоаэросил)	157	0,27	0,345
AlNi–Al ₂ O ₃ /Ti	88	0,25	1,02
NiCr+(SiO ₂ ·Al ₂ O ₃) (двухслойное)	194	0,22	0,772
Mo	89	0,23	0,134

При плазменном напылении, формирование самого покрытия и контактной межфазной зоны сопровождается насыщением их большим числом точечных и линейных дефектов. Покрытия, сформированные из деформированных частиц порошка, содержат большое количество, как внутриверенных, так и межверенных границ. Для плазменных покрытий, эти границы раздела включают макрограницу между покрытием и основой, границы раздела между ламелями в слое покрытия, границы зерен, для них характерно наличие пор и других микродефектов. В этом случае поле деформаций в прилегающей к границе раздела области, а также релаксационные эффекты под действием вибрационных нагрузок, будут улучшать демпфирующие способности структуры.

Увеличение способности материалов к рассеиванию запасенной упругой энергии после нанесения на их поверхность плазменных покрытий происходит, в большей степени, для материалов с теми покрытиями, структура которых имеет большую протяженность межфазных границ. Это показано на примере многокомпонентных покрытий, содержащих наносоставляющие в виде нанопорошков или плакированных порошков. Исходя из таких подходов, как видно из таблицы, в нашем рассматриваемом случае, наибольшими демпфирующими свойствами обладает комплексное покрытие на основе плакированных порошков и смесей с наносоставляющими.

Выводы

Проведены исследования затухания инфразвука в стали X18H9T с плазменными покрытиями в широком температурном интервале измерений температур и деформаций.

Установлено существенное влияние плазменных покрытий на ТЗВТ и АЗВТ, в частности покрытий на основе (NiAl–SiO₂·Al₂O₃) и AlNi–Al₂O₃/Ti.

Сложная микроструктура покрытия, содержащая внутренние границы раздела и поры, приводит к сложным демпфирующим характеристикам.

Кроме внутренних демпфирующих механизмов, происходящих в самом покрытии и подложке по отдельности, реализуются дополнительные демпфирующие механизмы на границах раздела отдельных зерен и частиц, а также межфазной границе взаимодействия в системе «покрытие-основа».

В качестве количественного показателя эффективности демпфирования композитного материала предложен критерий в виде $D_{демп} = E_n Q_n^{-1}$.

Список использованной литературы

1. Копылов В. И. Влияние состава и микроструктуры керамических оксидных покрытий на физико-механические свойства композиционных материалов / В. И. Копылов, И. В. Смирнов, С. В. Рыбаков // Проблемы техники. — 2005. — №2. — С. 37-43.
2. Потехин Б. А. Влияние плазменных покрытий на демпфирующие свойства конструкционных

- сталей / Б. А. Потехин, С. Г. Лукашенко, С. П. Кочугов // *Металловедение и термическая обработка металлов.* - 2000.- № 10.-С. 30 – 33.
3. Лукашенко С.Г. Закономерности формирования демпфирующих свойств плазменных покрытий, нанесенных на конструкционные стали. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук.- Екатеринбург.- 2000 г.-20 с.
 4. Головин С. А. Упругие и демпфирующие свойства конструкционных металлических материалов / С. А. Головин, А. Пушкар, Д. М. Левин // М.: *Металлургия*, - 1987.- 193 с.
 5. Копылов В.И. Основные особенности формирования многокомпонентных газотермических покрытий, обуславливающие физико–механические свойства композиций при напылении /В.И.Копылов, И.А.Варвус, Б.Г.Стронгин [и др.]// *ФХММ.*– 1991.– №1.– С. 65–70.
 6. Копылов В. И. Влияние плазменных покрытий из порошков с наноразмерными составляющими на внутреннее трение железа / В. И. Копылов, С. Л. Рево, И. В. Смирнов, Е. А. Иваненко, Ф. В. Лозовый, Д. А. Антоненко // *Наносистемы, наноматериалы, нанотехнології. Збірник наукових праць.* — 2010. — том.8.— Выпуск 1. — С.209-215.
 7. Гадалов В. Н. Исследование амплитудной зависимости внутреннего трения плазменных покрытий // В. Н. Гадалов, О. Б. Чевела.- *Порошковая металлургия.*- 1980.- № 2.- 30-32 с.
 8. Liming Yu. Damping efficiency of the coating structure/ Yu Liming, Ma Yue, Zhou Chungen, Xu Huibin// *International Journal of Solids and Structures.* – 2005. – № 42. – P. 3045 – 3058.
 9. Копылов В. И. Физико-механические характеристики и внутреннее трение материалов с многофазными плазменными покрытиями / В. И. Копылов, Д. А. Антоненко // *Проблемы техники.*- 2014.- № 2.- С. 72-89.
 10. Копылов В.І. Процеси іонно–плазмового плакування порошків для газо–термічних покриттів / В.І. Копылов, І.В. Смирнов, І.А. Селіверстов // *Наукові вісті Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут».*– 2009.–№3 (65).–С.11–20.
 11. Стронгин Б. Г. Температурная зависимость внутреннего трения аустенитной стали X18H22B2T2 / Б. Г. Стронгин, И. Ю. Третьяк, И. А. Варвус, Г. Г. Максимович // *Кн. Физика твердого тела.* Киев – Донецк.- 1978.- № 8.- С. 38-43.
 12. Паршин А.М. Структура, прочность и пластичность нержавеющей и жаропрочных сталей и сплавов, применяемых в судостроении .- Л.: *Судостроение.*- 1972.- 288 с.
 13. Вернер В. Д. Структура пика Финкельштейна – Розина в деформированных аустенитных сталях / В. Д. Вернер, Л. В. Кобликова, В. К. Коробов // *Кн. Механизмы внутреннего трения в полупроводниковых и металлических материалах.*- М.: *Наука*, - 1972.- С. 152 – 154.
 14. Вернер В. Д. Особенности амплитудной зависимости внутреннего трения аустенитных сталей / В. Д. Вернер, Л. В. Кобликова, В. К. Коробов // *Кн. Механизмы внутреннего трения в полупроводниковых и металлических материалах.*- М.: *Наука*, - 1972.- С. 156 - 160
 15. Фавстов Ю. К. К определению внутреннего трения демпфирующих покрытий // *Изв. АН СССР, ОТН, Механика и машиностроение.* – 1963. – № 3. – С.127 – 128.

УДК 693.1

М.О.КОЧЕВИХ, Г.Р.БЛАЖИС, О.А.ГОНЧАР, Д.О.ВЯЛІН
Київський національний університет будівництва і архітектури

ОСОБЛИВОСТІ ОТРИМАННЯ ФАКТУРНИХ БЕТОННИХ ВИРОБІВ ДЛЯ ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

Розглянуто особливості отримання декоративних бетонних виробів скельної фактури для огороджувальних конструкцій при застосуванні спліттерної установки розколювання. Це може бути досягнуто шляхом отримання штучного каменю з високими фізико-механічними властивостями (міцність при стиску не менше 25 МПа) і достатньою однорідністю, що забезпечує крихкий характер руйнування при розколюванні виробу і отримання необхідного рельєфу поверхні, який характеризується висотою більше 2 мм. Певна міцність, морозостійкість та довговічність фактурних виробів досягається застосуванням технології вібропресування жорстких бетонних сумішей, ретельним підбором складу бетону із застосуванням модифікуючих добавок, в тому числі комплексу, що містить пластифікатор та наповнювач у вигляді мікродоломіту. Введення доломітового заповнювача та мікродоломіту надає можливість також отримати вироби з певною світлотою тону без використання білого цементу. Стінові бетонні вироби скельної фактури, що нагадує природний камінь, отримані за наведеною технологією, характеризуються певною довговічністю, тому їх доцільно застосовувати для оздоблення фасадів, влаштування парканів, колон та інших конструкційно-архітектурних елементів будівель і споруд.

Ключові слова: вібропресований бетон, декоративні стінові бетонні вироби, міцність, фактура, доломітовий заповнювач, мікродоломіт.

М.А.КОЧЕВЫХ, А.Р.БЛАЖИС, О.А.ГОНЧАР, Д.А.ВЯЛИН
Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ФАКТУРНЫХ БЕТОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ

Рассмотрены особенности получения декоративных бетонных изделий скальной фактуры для ограждающих конструкций при применении сплиттерной установки раскалывания. Это может быть достигнуто путем получения искусственного камня с высокими физико-механическими свойствами (прочность при сжатии не менее 25 МПа) и достаточной однородностью, которая обеспечивает хрупкий характер разрушения при раскалывании изделия и получения необходимого рельефа поверхности, который характеризуется высотой больше 2 мм. Достаточная прочность, морозостойкость и долговечность фактурных изделий достигается применением технологии вибропрессования жестких бетонных смесей, тщательным подбором состава бетона с применением модифицирующих добавок, в том числе комплекса, содержащего пластификатор и наполнитель в виде микродоломита. Введение доломитового заполнителя и микродоломита позволяет также получить изделия с определенной светлотой тона без использования белого цемента. Стеновые бетонные изделия скальной фактуры, которая напоминает природный камень, полученные по приведенной технологии, характеризуются достаточной долговечностью, потому их целесообразно применять для облицовки фасадов, устройства заборов, колонн и других конструкционно-архитектурных элементов зданий и сооружений.

Ключевые слова: вибропрессованный бетон, декоративные стеновые бетонные изделия, прочность, фактура, доломитовый заполнитель, микродоломит.

М.КОЧЕВУКН, Н.БЛАЗХИС, О.ГОНЧАР, Д.ВЯЛИН
Kyiv National University of Construction and Architecture

FEATURES OF TEXTURE CONCRETE PRODUCTS RECEIPT FOR NON-LOAD-BEARING CONSTRUCTIONS

Features obtain decorative rock texture concrete products for walling in the application settings splitter cracking. This can be achieved by obtaining artificial stone with high physical and mechanical properties (compressive strength at least 25 MPa) and sufficient uniformity, providing a fragile fracture splitting at the product and the required topography, characterized by a height greater than 2 mm. A certain strength, frost-resistance and durability of textural products is achieved by using technology vibropressing hard concrete, careful selection of concrete using modifiers, including the complex containing the plasticizer and

mikrodolomite filler. Introduction dolomite aggregate and mikrodolomite provides also get products from certain lightness of tone without the use of white cement. Wall concrete products rock texture that resembles natural stone, obtained by the above technology characterized by sufficient durability, so they are useful for facades, , installation of fences, columns and other structural and architectural elements of buildings and structures.

Keywords: vibropressed concrete, decorative wall concrete, strength, texture, dolomite aggregate, mikrodolomite.

Постановка проблеми

Архітектурна виразність сучасного міста значною мірою визначається формою і кольоровою гамою будівель і споруд, характером ландшафтного дизайну – екстер'єром вулиць й майданів, парків, скверів, присадибних територій. Важливим компонентом створення архітектурного середовища є елементи ландшафтного дизайну – паркани, огорожі, фасади будівель, сходи і сходові майданчики, а також малі архітектурні форми. Різноманіття сучасного дизайну міста, а також довговічність і надійність елементів архітектурного середовища суттєво залежать від виду використаних будівельних матеріалів та виробів, які в свою чергу, можуть бути отримані за допомогою ресурсозберігаючих технологій.

Актуальність досліджень зумовлена зростаючою потребою у сучасних якісних матеріалах для огорожувальних конструкцій, які сприяють створенню комфортних та безпечних умов існування людини. Часто для отримання довговічних огорожувальних конструкцій, які характеризуються додатково й декоративними властивостями, застосовують природні кам'яні матеріали, що вимагає вирішення низки екологічних і економічних питань. Вирішення таких завдань є можливим за рахунок застосування бетонних елементів у вигляді лицьових блоків, каменів та цегли для зведення парканів та влаштування фасадів будівель, які виконують одночасно конструкційну та облицювальну функції, і при забезпеченні достатньої надійності та довговічності не потребують декоративного штукатурення і додаткового догляду. Тому до виробів такого призначення висувають вимоги не тільки щодо функціональності, але й певних естетичних властивостей.

Завданням досліджень є аналіз останніх досліджень та вивчення можливості отримання лицьових бетонних виробів для огорожувальних конструкцій скельної фактури з необхідними фізико-механічними властивостями.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Отримання певної декоративної виразності бетонних виробів для огорожувальних конструкцій можна досягти шляхом надання ним різноманітних форм, кольорів і фактур. Надання характерної фактури бетонних виробів, в тому числі такої, що нагадує природний камінь, здійснюється за допомогою наступних методів [1]: розколювання (за допомогою спліттерної установки); дробострумінна обробка (після дозрівання піщано-цементних виробів протягом доби їх поверхня відбивається дробом, відкриваючи колір та фактуру гранітного дрібного щебеню); фрезерування; ударно-молоткова обробка; відмивання і обробка бетонних виробів щітками безпосередньо після їх формування.

Сучасним методом отримання відкритої фактури бетонних виробів, що характеризується нерівномірною шорсткою поверхнею з глибиною рельєфу до 1 мм, є обробка сталевим дробом виробів після набору ними необхідної міцності. Зазвичай таку технологію застосовують для надання фактури тротуарним бетонним виробам, які характеризуються міцністю не менше 30 МПа.

Найбільш розповсюдженим способом отримання скельної фактури бетонних виробів з рельєфом висотою більше 2 мм є розколювання за допомогою спліттерного обладнання. Таким способом надають фактуру лицьовим бетонним стіновим виробам – блокам та фасадній цеглі. Саме на цей спосіб звертається увага у наведеній роботі.

Аналіз інформації щодо надання певного кольору та фактури лицьовим бетонним виробам свідчить про наступне. Так, за даними [2] для отримання бетонних виробів світлих тонів та більш яскравих кольорів до складу бетонної суміші можна використовувати не тільки білий цемент, але й карбонатний наповнювач та заповнювач. Так, додавання до складу бетону карбонатного наповнювача замість 10% портландцементу, а заміна гранітного піску фракції 2,5...5 мм (40%) доломітовим фракції 2,5...3 мм сприяє підвищенню міцності бетону на 6,5% без зменшення його водостійкості і морозостійкості.

Дослідження можливості заміни частини портландцементу мікрокальцитом МК100 із збереженням фізико-механічних властивостей бетону показали наступне [3]. Мікрокальцит характеризується середнім розміром частинок 100 мкм, є неактивним до дії води, внаслідок чого заміна частини портландцементу мікрокальцитом не призводить до зміни водопотреби бетонної суміші. Заміна портландцементу мікрокальцитом в кількості від 0 до 40% від маси цементу при визначенні міцності бетонів через 7, 14, 21 і 28 діб показала, що введення мікрокальцита МК100 в кількості 20% сприяє підвищенню міцності на всіх етапах твердіння. Введення 30% МК 100 дозволяє отримати марочну

міцність, що дорівнює міцності бетону на чистому портландцементі. Причому спостерігається покращення однорідності пор та зменшення їх розмірів.

Таким чином, введення карбонатного наповнювача до складу цементного бетону позитивно впливає на показники міцності і сприяє ущільненню і зменшенню пористості цементного каменю, підвищуючи фізико-механічні властивості бетону. При цьому підвищується міцність бетону при одночасному зниженні витрати портландцементу, що дозволяє вирішити питання ресурсозбереження та екологічного стану навколишнього середовища. Наповнювачі вводять також з метою коригування фракційного складу заповнювача, надання бетонним сумішам певної легкоукладальності, зниження деформацій усадки. Як наповнювачі також можна вводити мікродоломіт МД-100 (аналог МІДОЛ®) з розмірами частинок 100 мкм – це фракціонована марка дрібнодисперсного доломіту, який у сполученні з білим кольором і мінімальним рівнем жовтизни дозволяє економити білі пігменти та в'язучі речовини [4].

Дослідженнями [5] показана достатня міцність зчеплення цементного тіста з карбонатними породами, що пов'язане з тим, що з одного боку наповнювач підвищує щільність отриманого каменю, з іншого – утворюються гідрокарбоалюмінати кальцію або магнію, які є достатньо міцними і стійкими. Можна очікувати деякий негативний вплив карбонатних компонентів на довговічність і міцність бетонів внаслідок можливого протікання реакцій лужно-карбонатного розширення або утворення мінералу таумаситу, який приводить до корозії бетону. Але показано, що карбонатні породи, які можуть викликати небезпечне розширення, присутні у складі доломітових порід у відносно безпечному вигляді (з певними структурою і мінералогічним складом) і характеризуються наявністю дуже дрібних ромбовидних кристалів доломіту, які вкраплені в тонкозернисту матрицю з мікрокальциту (в більшій кількості) та глини (до 25%).

Розвитку же можливої лужно-карбонатної корозії реакції сприяє наявність у цементі лугів, кількість яких у складі цементу має обмежуватись 0,6%. Показано, що лужно-карбонатна корозія відноситься до лужно-кремневої, що реалізується при наявності приховано кристалічного кварцу, який міститься у карбонатній породі. Деделомітизація, яка може протікати паралельно, не відноситься до реакцій, що приводять до розширення і тому суттєво не впливає на формування міцності матеріалу і характеру руйнування матеріалу, в тому числі при отриманні скельної фактури лицьової поверхні [6].

Таким чином, наведені дані підтверджують можливість застосування карбонатного заповнювача і наповнювача у складі вібропресованих бетонів з необхідними властивостями з можливістю економії портландцементу.

Відомо, що отримання якісної поверхні з колотою фактурою пов'язана з в першу чергу з отриманням бетону підвищеної міцності та однорідності. Бетон, який має достатню міцність, характеризується певною крихкістю і тільки в такому стані його можна піддавати розколюванню з отриманням якісної фактури і відсутністю браку. При розколюванні бетонного виробу спочатку створюється стискальні напруження у локальній зоні між верхнім і нижнім ножем установки, потім створюються розтягувальні напруження клином верхнього ножа. Теоретично розлом повинен проходити по концентрації напружень, тобто по площині, утвореній лініями двох ножів, але практично він йде по точках найменшого опору розтягувальним напруженням. Якщо бетон неоднорідний або не набрав необхідної міцності, то можливе руйнування виробу у непередбачених областях. Якщо бетон має низьку міцність, то між ножами створюється не площина концентрації напружень, а об'ємна область напружень. Це сприяє тому, що бетон почне розколюватись раніше, ніж почнеться приведення поверхні розколювання до площини. Таким чином, для правильного розколювання виробу і отримання гарної поверхні, потрібна в першу чергу однорідна структура матеріалу. Однорідність бетону визначається не тільки певним складом бетону, але й якісним перемішуванням бетонної суміші, що запобігає утворенню розколу бетонного каменю по концентрації напружень у точках найменшого опору зусиллю на розрив [7].

Новим напрямком робіт з виготовлення якісного забарвленого бетону є використання «преміксу» - заздалегідь виготовленої гомогенної суміші білого або сірого цементу та пігментів (від 1 до 3 кольорів), інколи – також вводять частину води для змішування та добавки. Для цього використовують ротаційно-пульсаційні змішувальні апарати, в яких суміш піддають динамічному впливу, що сприяє змішуванню диспергованих частинок і високій гомогенізації суміші [8]. Останнє може чинити вплив на отримання якісної колотої фактури бетону.

Викладення основного матеріалу дослідження

Для отримання декоративних бетонних виробів як вихідні компоненти зазвичай застосовують портландцемент ПЦІ-500, щебінь гранітний фракції 5...10 мм, відсів м'яких порід (вапняк, доломіт, мармур) та твердих порід (граніт, базальт), а також вторинні продукти (наприклад, золошлакова суміш, доменний гранульований шлак), воду, пігменти та добавки-модифікатори для покращення процесу ущільнення (пресування) та надання необхідних властивостей готовому продукту.

За нормативно-технічною документацією до лицьових (фактурних) бетонних виробів висувають наступні вимоги: міцність при стиску не менше 25 МПа, морозостійкість не менше F25, водопоглинання у межах 6...10%, рівномірність забарвлення і фактури поверхні серії виробів.

Для отримання бетонних виробів з необхідними властивостями в даних дослідженнях застосовували жорстку бетонну суміш (Ж1) наступного базового складу: Цемент : Пісок кварцовий : Відсів гранітний : Щебінь гранітний = 1:1,9:2,45:1,1 при В/Ц=0,34, вміст залізооксидного пігменту Bayferrox® 110 фірми LANXESS Deutschland GmbH - 3 %.

Для поліпшення властивостей бетонної суміші та вібропресованого бетону використовували комплексну добавку багатофункціонального призначення Murasan BWA 14 («МС-Bauchemia») в кількості 0,2...0,6 % від маси портландцементу. Введення такої добавки сприяє підвищенню зв'язності бетонної суміші, її формувальній здатності та здатності до ущільнення, зменшує налипання суміші на формувальні елементи під час пресування виробу та знижує внутрішнє тертя, що сприяє також і зменшенню зношування обладнання. При цьому також зменшуються витрати енергії на процес формування штучного каменю, прискорюється набір ним міцності особливо у ранні терміни, підвищується щільність та однорідність бетонних виробів, якість їх поверхні.

Показано, що використання вказаної добавки в кількості 0,4...0,6% від маси цементу дозволяє отримати кольорові бетони класу В25 з достатньою морозостійкістю (не менше 25 циклів) і певним водопоглинанням (менше 10%). Слід також відмітити можливість отримання бетону необхідної міцності без використання ТВО (тепло-вологої обробки) для прискорення набору міцності. Виключення з технологічного процесу етапу пропарювання бетону сприяє не тільки зменшенню енерговитрат, але покращує його механічні властивості бетону за рахунок створення бездефектної мікроструктури і таким чином й підвищення кінцевої міцності. Введення до складу бетонної суміші комплексу Murasan BWA 14 в кількості 0,4...0,6% від маси цементу дозволяє підвищити міцність через 1 добу твердіння на 38...45%, а на 28 добу – на 25...35% відповідно (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив добавки Murasan BWA 14 на міцність вібропресованого бетону

Показник	Одиниці виміру	Кількість добавки, % від маси цементу		
		0,2	0,4	0,6
Водоцементе відношення	-	0,35	0,32	0,30
Міцність при стиску:	МПа			
відразу після формування		1,0	2,5	3,5
через 1 добу		3,5	4,0	6,5
через 7 діб		15,5	20,0	25,0
через 28 діб		22,5	30,0	35,0
Міцність при стиску після ТВО	МПа	20,5	25,0	29,0

Формування виробів з жорстких бетонних сумішей здійснювали вібропресуванням на спеціальній лінії з використанням пресу серії Multimat (RH 1500-2VA) (HESS-Group). Отримання якісних бетонних виробів з колодою поверхнею пов'язане з необхідністю набору бетоном міцності (не менше 25 МПа), що передбачає витримування виробів після формування при відповідній вологості протягом певного часу. Крихкий характер руйнування матеріалу без пластичних деформацій забезпечується також й за рахунок досягнення однорідності матеріалу шляхом підбору певного складу та інтенсивного перемішування бетонної суміші.

Надання лицьовим бетонним виробам (блокам та фасадній цеглі) колодої скельної фактури проводилося за допомогою лінії розколювання фірми SCHINDLER. (SR-SchindlerMaschinen-AnlagenbauGmbH) з використанням спліттерної установки SR SPLIT 1200-1). Розколювання відбувалося під тиском 120 т (максимальна висота виробу становить 350 мм) за принципом щипців при здійсненні руху зверху вниз.

З урахуванням вищенаведених даних досліджено вплив карбонатного наповнювача (до 25%) та карбонатного заповнювача для заміни частини дрібного заповнювача (гранітного відсіву) (до 40%) у складі жорстких бетонних сумішей на міцність бетону (табл. 2).

Таблиця 2

Залежність міцності при стиску бетону від вмісту карбонатного заповнювача та наповнювача

Витрата компонентів, кг на 1 м ³						Міцність при стиску бетону, МПа
Цемент	Мікро-доломіт	Щебінь гранітний	Пісок кварцовий	Пісок гранітний	Пісок доломітовий	
1	2	3	4	5	6	7
350	0	350	660	840	0	28,8

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7
320	30	350	660	690	150	32,3
290	60	350	660	540	300	36,5
260	90	350	660	390	450	40,1

Часткова заміна портландцементу карбонатним наповнювачем (мікродоломітом) (10%) і частини гранітного відсіву карбонатним заповнювачем до 30% дозволяє отримати бетони міцністю при стиску від 30 до 40 МПа. Підвищення міцності при стиску корелюється з підвищенням міцності при згині від 3,6 до 5,7 МПа зі збереженням необхідної морозостійкості (вище 35 циклів). Водостійкість таких бетонів становить 0,98...1. Наведені дані свідчать про можливість отримання лицьових бетонних виробів скельної фактури за рахунок забезпечення крихкого характеру руйнування штучного каменю. Разом з цим такі вироби характеризуються достатньою міцністю і довговічністю, що дозволяє їх застосовувати в ландшафтному дизайні і фасадних роботах.

Результати досліджень когезійної міцності (за міцністю при розтягу) цементного каменю з карбонатним заповнювачем, які фіксують достатньо високі значення цього показника – 7,4 МПа у віці 3 місяців і 8,7 МПа через 6 місяців, що значно перевищує такий показник при використанні таких інертних порід, як граніт і діабаз.

Важливим фактором створення декоративних виробів для підвищення архітектурної виразності будівель і споруд є надання ним забарвлення певної інтенсивності, в тому числі як для отримання рівномірного забарвлення, так й створення градієнту кольору по поверхні конструкції. Відомо, що інтенсивність забарвлення бетонних виробів підвищується зі збільшенням вмісту у складі бетону витрати тонкодисперсної фракції – цементу, а також сірий колір звичайного портландцементу приглушує кольори бетону, тому для досягнення чистих яскравих тонів та відтінків бетонних виробів використовують тільки білий цемент, особливо це відноситься до отримання виробів світлих тонів, зеленого і блакитного відтінків. Сіро-чорна гама кольорів бетонів не залежить від типу цементу – білого чи сірого, але насичений чорний колір можна отримати тільки на білому цементі. Зміна виду або постачальника цементу також впливає на відхилення в забарвленні поверхні виробів та конструкції в цілому. В зв'язку з цим були проведені дослідження зміни відносної інтенсивності забарвлення залежно від вмісту мікродоломітового наповнювача та доломітового піску у складі бетону, а також вмісту залізооксидного пігменту (табл. 3). Відносну міцність визначали у відношенні до міцності бездобавочного бетону, а відносну інтенсивність забарвлення – візуально, порівнюючи з найбільш інтенсивно забарвленим бетоном, який містить максимальну кількість карбонатних добавок. Отримані результати свідчать про те, що введення карбонатних компонентів білого кольору до складу бетону за наявності залізооксидного пігменту (в обмеженій кількості) разом з пластифікуючою добавкою сприяє підвищенню інтенсивності його забарвлення і не чинить суттєвий вплив на показники міцності. Разом з тим, спостерігається деяке зниження міцності бетону з підвищенням вмісту карбонатних добавок до відповідної кількості (мікро доломіту – більше 8%, доломітового піску – більше 40%).

Таблиця 3

Залежність відносної інтенсивності забарвлення і відносної міцності бетону від вмісту мікродоломіту та доломітового заповнювача

Витрата компонентів, % від маси цементу			Витрата доломітового піску, % від маси гранвідсіву	Водоцементне відношення	Відносна міцність	Відносна інтенсивність забарвлення
Портландцемент	Мікродоломіт	Пігмент Bayferrox® 110				
100	0	3	0	0,31	1,0	0,2
96	4	3	20	0,32	1,1	0,4
92	8	3	40	0,34	1,2	0,7
88	12	3	60	0,36	0,8	1,0

Наведені результати досліджень корелюють з даними, наведеними в розглянутих вище літературних джерелах, що дозволяє зробити наступне узагальнення. Отримання довговічних та міцних лицьових фактурних виробів може досягатись вібропресуванням жорстких бетонних сумішей, модифікованих пластифікуючими добавками та додаванням доломітових наповнювачів та заповнювачів, які дозволяють вирішити проблеми ресурсозбереження не тільки за рахунок економії цементу, але й отримання міцних, довговічних та надійних виробів, лицьова поверхня яких нагадує природний камінь за рахунок створення скельної фактури поверхні виробів при застосуванні спліттерної установки розколювання. Такі вироби можна застосовувати для оздоблення стін, облицювання підпорних стінок, влаштування парканів, колон та інших конструкційних та архітектурних елементів будівель і споруд,

Залежно від виду матеріалу несучої конструкції споруди облицювання можна здійснити як паралельно зі зведенням стін, так й вже існуючої конструкції.

Висновки

1. Отримання бетонних виробів для огорожувальних конструкцій скельної фактури, аналогічної фактурі поверхні, що утворюється при обробці гірських порід, є можливим при створенні умов для крихкого характеру руйнування без пластичних деформацій. Такі умови пов'язані з необхідністю набору бетоном міцності (не менше 25 МПа), що забезпечується такими технологічними параметрами, як визначений склад бетонної суміші, параметри пресування виробів та їх дозрівання при певній вологості. Важливим фактором є забезпечення однорідності матеріалу не тільки за рахунок ретельного підбору певного складу, але й інтенсивного перемішування бетонної суміші.

2. Введення наповнювача у вигляді мікродоломіту замість частини звичайного портландцементу (в кількості до 8%) та доломітового заповнювача (до 40%) фракції 2,5...3 мм на заміну частини гранітного відсіву фракції 2,5...5 мм забезпечує не тільки підвищення інтенсивності забарвлення виробів, але й зростання міцності бетону при стиску та згині без зменшення водостійкості і морозостійкості. Отримання таких виробів надає можливість обмеженого застосування природних ресурсів для отримання довговічних і надійних виробів при створенні огорожувальних конструкцій певної естетичності, суттєво впливає на ресурсозбереження і екологію навколишнього середовища.

Список використаної літератури

1. Bennett D.F.H. Innovations in Concrete / D.F.H. Bennett London: Thomas Telford, 2002, 369 p.
2. Зозуля П.В. Карбонатные породы как заполнители и наполнители в цементах, цементных растворах и бетонах //Статьи – Гипроцемент- Наука: / ЗАО «НИЦ «Гипроцемент-Наука» - электронный ресурс. Режим доступа: <http://www.giprocement.ru/about/articles.html/p+25> (6.10.2009).
3. Кононова О.В., Черепов В.Д., Солдатова Е.А. О комплексном использовании местных сырьевых ресурсов / Тезисы докладов 62-й Респ. конф. по проблемам арх-ры и стр-ва. – Казань: КГАСУ, 2010. - С. 144.
4. Малакаускас М.Ю., Шпокас А.А. Применение доломитов для высокопрочных бетонов /Материалы Республ. конференции «Комплексное использование доломитов». Вильнюс, ВИСИ, 1980, с.54.
5. Шелихов Н.С., Рахимов Р.З. Комплексное использование карбонатного сырья для производства строительных материалов /Строительные материалы. - 2006. - № 9. - С. 42-44
6. Йохен Штарк. Щелочная коррозия бетона /Перевод с нем. А.Тулаганова, под ред. П.Кривенко. – Киев, 2010.-166с.
7. Феодосьев В.И. Сопротивление материалов. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 1999. С. 86.
8. Соломатов В.И. Интенсивная технология бетонов. – М.: Стройиздат, 1988 – 312с.

УДК 667.64:678.02

В. В. МАРАСАНОВ, А. А. ШАРКО,
В. В. КОБЕРСКИЙ
Херсонский национальный технический университет

АНАЛИЗ МЕХАНИЗМОВ ВОЗНИКНОВЕНИЯ СИГНАЛОВ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ПРИ ДИНАМИЧЕСКОМ НАГРУЖЕНИИ ТВЕРДЫХ ТЕЛ

Представлены математические модели механизмов возникновения сигналов акустической эмиссии, составлены на основе кинетической теории разрушения твердых тел. Рассмотрены подходы, базирующиеся на динамическом нагружении твердых тел, в которых разрушение представляется как разрыв связей между атомами в кристаллической решетке, в том числе термоактивированное зарождение микротрещин и дислокационные изменения. Связь между процессом образования дефектов и наличия эффекта акустической эмиссии позволяет определить степень работоспособности материала при изменяющихся внешних условий эксплуатации изделия.

Ключевые слова: акустическая эмиссия, динамическое нагружение, кинетика разрушения.

В. В. МАРАСАНОВ., А. О. ШАРКО,
В. В. КОБЕРСКИЙ
Херсонський національний технічний університет

АНАЛІЗ МЕХАНІЗМІВ ВИНИКНЕННЯ СИГНАЛІВ АКУСТИЧНОЇ ЕМІСІЇ ПРИ ДИНАМІЧНОМУ НАВАНТАЖЕННІ ТВЕРДИХ ТІЛ

Представлені математичні моделі механізмів виникнення сигналів акустичної емісії, складені на основі кінетичної теорії руйнування твердих тіл. Розглянуті підходи, що базуються на динамічному навантаженні твердих тіл, в яких руйнування представляється як розрив зв'язків між атомами в кристалічній решітці, зокрема термоактивірованне зародження микротріщин і дислокаційні зміни. Зв'язок між процесом утворення дефектів і наявності ефекту акустичної емісії дозволяє визначити ступінь працездатності матеріалу зовнішніх умов експлуатації виробу, що змінюються.

Ключові слова: акустична емісія, динамічне навантаження, кінетика руйнування.

V.V. MARASANOW, A.A. SHARKO,
V. V. KOBERESKY
Kherson National Technical University

ANALYSIS OF MECHANISMS ORIGIN ACOUSTIC EMISSION SIGNALS AT DYNAMIC LADENING OF SOLIDS

Mathematical models of origins acoustic emission signals are provided, made on the basis of the kinetic theory of corrupting of solid bodies. The approaches which are based on dynamic loading of solid bodies in which corrupting is represented as a rupture of communications between atoms in a crystalline grid, including the thermoactivated origin of microcracks and dislocation changes are considered. Communication between process of formation of defects and existence of effect of acoustic emission allows to define a level of material operability in case of the changing external operating conditions of a product.

Keywords: acoustic emission, dynamic loading, corrupting kinetics.

Постановка проблемы

Обеспечение эксплуатационной надежности конструкций требует разработки методов диагностики состояния материалов на ранних стадиях развития дефектов. Направление изучения физической природы источников акустической эмиссии (АЭ) связано с исследованиями деформации и разрушения твердых тел, что сопряжено с большими методологическими и экспериментальными трудностями при интерпретации полученных результатов, несмотря на постоянный интерес к этой важной научно-технической проблеме. С этих позиций приобретает актуальность анализ модельных представлений и механизмов разрушения твердых тел, вызывающих появление актов АЭ.

Анализ последних исследований и публикаций

Акустическая эмиссия материала сопровождает широкий спектр физико-механических процессов, происходящих в материалах, к которым относятся пластическая деформация матрицы кристаллической решетки, фазовые превращения полиморфного типа, образование частиц второй фазы при распаде пересыщенных твердых растворов. Наибольшее количество исследований произведено в

области механических испытаний и пластического течения, изучение механизма которых на всех стадиях деформирования и разрушения материала составляет одну из нерешенных задач АЭ контроля и механики разрушения.[1-8]

Формировка цели исследования

Целью исследования является анализ применимости моделей и математических представлений кинетической теории прочности твердых тел к объяснению взаимосвязи интенсивности АЭ с величиной приложенной нагрузки.

Изложение основного материала исследования

Акустико-эмиссионный метод основан на регистрации волн при быстрой локальной перестройке структуры материала. Если в результате нагружения локальная деформация, вызванная существованием дефекта, превышает пороговый уровень, возникает акустическая эмиссия. Интенсивность эмиссии тем больше, чем выше деформация. При этом по суммарной энергетике АЭ можно судить об опасности дефекта.

Источником акустической эмиссии являются процессы пластической деформации и разрушения. Они вызывают возникновение волн напряжений, которые распространяются в структуре материала и регистрируются пьезоэлектрическим преобразователем.

Кинетическая теория разрушения твердых тел, основана на том, что в твердых телах идет постоянный процесс накопления повреждений [1]. Прочность материала определяется величиной критических напряжений, при которых происходит разрушение материала. Разрушение – это разрыв связей между атомами в кристаллической решетке. Энергетическая теория прочности Гриффита А.А. базируется на законе сохранения энергии при рассмотрении твердого тела как упругого континуума, в котором содержатся трещины. В ней уравнение энергетического баланса при развитии трещины записывается следующим образом

$$(W_n + dW_n) + (W_y - dW_y) = const \quad (1)$$

где W_n - величина поверхностной энергии;

W_y - упругая энергия.

Разрушение твердого тела при наложении на него механических усилий происходит тогда, когда скорость освобождения упругой энергии превосходит скорость прироста поверхностной энергии. Чем больше размер трещин, тем меньше прочность тела, однако, такая характеристика как время действия, в теории Гриффита А.А. не учитывается.

Растущий дефект производит свой собственный сигнал, который может быть обнаружен путем обработки разницы времен прихода волн к различным датчикам. [8]

Каждый импульс АЭ может быть приближенно аппроксимирован зависимостью

$$U = Ae^{-nt} \sin \omega t, \quad (2)$$

где A - амплитуда сигнала;

n - коэффициент затухания;

ω - круговая частота.

$$\omega = \sqrt{p^2 - n^2}, \quad (3)$$

Здесь импульс АЭ системы p равен

$$p = \frac{c}{m}; \quad (4)$$

где C – коэффициент жесткости материала;

m – приведенная масса участка материала конструкции, пришедшая в колебание.

Период колебаний АЭ системы с учетом того, что $n \ll p$ и $\omega \approx p$ можно найти из соотношения:

$$T = \frac{2\pi}{\sqrt{p^2 - n^2}} \approx \frac{2\pi}{p}. \quad (5)$$

Информацию об источнике акустической эмиссии содержат амплитуда импульса, его длительность, время прихода в заданную точку поверхности и число импульсов за исследуемый интервал времени.

Среди параметров, характеризующих состояние конструкции, выделяют следующие: температура, давление, величина приложенной нагрузки, цикличность нагрузки, геометрия объекта и т.д.

На основе изучения работ по исследованию эффекта акустической эмиссии и его связи с проблемой контроля прочности объектов, можно выделить несколько подходов, базирующихся на анализе различных математических моделей, устанавливающих связи параметров АЭ с параметрами, характеризующими состояние контролируемого объекта.

Согласно кинетической концепции теории прочности [1], фундаментальным уравнением, описывающим кинетику процесса разрушения является уравнение:

$$\tau = \tau_0 \exp\left(\frac{u_0 - \gamma\sigma}{kT}\right), \quad (6)$$

- где τ - время, оставшееся до разрушения;
 $\tau_0 = 10^{-13}$ с – период колебаний атомов в решетке;
 u_0 – энергия активации разрывов межатомных связей;
 γ - структурно-чувствительный коэффициент;
 σ - постоянное растягивающее напряжение;
 k - постоянная Больцмана;
 T – температура.

В [2] предложен механизм возникновения сигналов акустической эмиссии при динамическом нагружении твердых тел, в котором за основу берется ячеистая излучающая структура материала. Предполагается, что элементарному акту роста микротрещины, представляющему собой разрушение одной ячейки, соответствует один импульс АЭ. Процесс разрушения описывается формулой

$$\dot{N}(L) = \frac{u_0 \delta(T) \sigma_l \sqrt{\frac{L}{l}} + 1}{kT \sigma_m \tau_0 l} \quad (7)$$

- где $\dot{N}(L)$ - интенсивность АЭ;
 L - длина трещины;
 l - размер элементарной ячейки;
 k - постоянная Больцмана;
 u_0 - энергия активации разрывов атомных связей;
 σ_l - постоянна внешняя нагрузка;
 σ_m - теоретический предел прочности;
 δ - параметр, характеризующий отношение прочностных характеристик.

$$\delta = \gamma \frac{\sigma_m}{\sigma_T - \sigma_{nc}} \quad (8)$$

σ_T и σ_{nc} - пределы текучести и пропорциональности.

Полученное выражение справедливо для начальных стадий развития трещины, распространяющейся сравнительно равномерно и с небольшой скоростью. В этой модели интенсивность АЭ определяется кинетикой разрушения, что позволяет произвести расчет временной зависимости интенсивности АЭ при единичном акте термоактивированного зарождения микротрещины.

Построение феноменологической модели, в которой разрушение представляет собой термоактивированное зарождение целого ансамбля микротрещин представлено в [3,4]. Рассматривается термоактивированное зарождение микротрещин при нагрузке линейно-изменяющийся со временем

$$p = qt \quad (9)$$

- где q – коэффициент, определяющий степень изменения нагрузки.
 При этом изучаются следующие явления:
 - ячейки с прочностью $\sigma < p$ механически разрушаются;

- ячейки с прочностью $\sigma > p$ приближаются к разрыву на протяжении времени $t = \tau_1$ определяемого из формулы

$$\int_0^{\tau_1} \frac{dt}{\tau[p(t)]} = 1 \tag{10}$$

Для этой гипотезы разрушения получена следующая формула

$$N(t) = \frac{N_0 \exp \frac{\sigma_T - \sigma_{nc}}{\sigma_m}}{\frac{\sigma_T - \sigma_{nc}}{\sigma_m} + y} \frac{\sigma_T - \sigma_{nc}}{q} \frac{1}{t^2} \left[\exp\left(\frac{\sigma_{nc} - \sigma_T}{lyqt}\right) + \left(\frac{\sigma_T - \sigma_{nc}}{lyqt} - 1\right) \exp\left(\frac{\sigma_{nc} - \sigma_T}{yqt}\right) \right] \tag{11}$$

где N_0 - начальное число ячеек в испытываемом образце.

Разрушение каждой ячейки сопровождается излучением одного импульса АЭ, поэтому количество ячеек, разрушаемых в единицу времени, соответствует термоактивированной составляющей интенсивности АЭ.

В этом уравнении величины N_0 , q , τ представляют собой характеристики прочностных свойств материалов, причем величина N_0 не зависит от структуры материала, а параметр γ зависит от размеров изделия и технологии его изготовления. Это существенно усложняет расчеты времени оставшегося до разрушения и поэтому степень опасности дефектов определяется эмпирическим путем.

Механизм возникновения сигналов акустической эмиссии при динамическом нагружении твердых тел в рамках дислокационных представлений рассмотрен в [5-7]. В качестве источников эмиссии волн напряжений можно назвать следующие процессы и явления:

- двойникование;
- фазовые переходы;
- движение дислокаций;
- скольжение границ зерен;
- рост трещин;
- водородное охрупчивание;
- коррозионное растрескивание;
- усталостные нарушения.

Исследования акустической эмиссии, проводимые на дислокационном уровне, носят качественный характер, т.к. в этом случае состояние материала еще далеко до разрушения.

Оценить величину упругого смещения D_{surf} на расстоянии D от дефекта типа дислокационного сегмента, движущегося со скоростью V с характерным размером $[n \cdot b \cdot r]$ можно используя формулу [7]:

$$D_{surf} = \frac{n \cdot b \cdot r \cdot V \cdot C_s^2}{DC_l^3} \tag{12}$$

- где n - число дислокаций в сегменте;
 b - модуль вектора Бюргера, м;
 r - радиус отслеживаемой петли, м;
 V - скорость движения дислокации, м/с;
 C_s - скорость поперечных акустических волн, м/с;
 C_l - скорость продольных акустических волн, м/с.

Из этой формулы видно, что величина регистрируемого смещения поверхности линейно зависит от параметров движущегося дефекта $n \cdot b \cdot r$ и V .

В рамках дислокационных представлений получена формула, связывающая скорость отсчета $\frac{dn}{dt}$ или число отсчетов осцилляций в единицу времени с величиной пластической деформации ϵ_p

$$\frac{dn}{dt} = h \dot{\varepsilon}_p h' \varepsilon_p e^{-\phi \varepsilon_p} \quad (13)$$

где $\dot{\varepsilon}_p$ - скорость изменения деформации;
 ϕ - константа, определяемая свойствами материала;
 h и h' - размерностные коэффициенты.

В этой модели подвижная плотность дислокаций N_m равна

$$N_m = m_p \varepsilon_p \exp(-\phi \varepsilon_p) \quad (14)$$

где m_p – коэффициент, характеризующий исследуемый материал.

Для бесконечной пластины в предположении, что интенсивность АЭ \dot{N} пропорциональна скорости возрастания объема развивающейся трещины V_p , заключенного в зоне с деформациями ε_1 и ε_2 аппроксимируя границы этой зоны окружностями получены соотношения

$$\dot{N} = m V_p \quad (15)$$

где m – коэффициент пропорциональности.

Величина объема развивающейся трещины V_p равна

$$V_p = \frac{d}{4\pi} \frac{\varepsilon_2^4 - \varepsilon_1^4}{(E \varepsilon_1 \varepsilon_2)^4} \cdot k^4 \quad (16)$$

где d – толщина пластины;
 E – модуль упругости;
 k – коэффициент интенсивности напряжений.

В этой формуле значение k равно

$$k = \delta_0 \sqrt{\pi l} \quad (17)$$

где δ_0 – напряжение, приложенное к пластине, инициирующее развитие трещины;
 l – длина трещины.

Из приведенных соображений следует, что интенсивность АЭ пропорциональна четвертой степени коэффициента интенсивности напряжений.

Выводы

Анализ рассмотренных представлений и математических моделей позволяет с единых позиций кинетической теории прочности оценить активность и амплитуду сигналов АЭ при динамическом нагружении контролируемого объекта.

Тесная связь между процессами, происходящими внутри материала при разрушении, и наличием эффекта АЭ дают основание поставить важную практическую задачу: регистрируя эффект АЭ, определить степень опасности изменений, происходящих в материале, т.е. степень близости материала к состоянию разрушения.

Список использованной литературы

1. Регель В.Р., Слуцкер А.И., Томашевский Э.Е. Кинетическая теория прочности твердых тел. М.: Наука 1974 - 560с.
2. Вайнберг В.Е. Применение кинетической концепции разрушения для расчета интенсивности акустической эмиссии./ В.Е.Вайнберг, А.Ш.Кантор, Р.Г. Лупашку// Дефектоскопия 1976 - №3 - С.89-96
3. Вайнберг В.Е., Лупашку В.Г. Интенсивность акустической эмиссии при трещинообразовании / Дефектоскопия 1975 - №6 - С.129-131
4. Холодилов О.В., Белоногий Д.Ю. О вкладе термоактивационной составляющей акустической эмиссии при трении // неразрушающий контроль и техническая диагностика 2012 - №4 -С.14-19

5. Панин В.Е., Егорушкин В.Е., Панин А.В., Моисеенко Д.Д. Природа локализации пластической деформации твердых тел // Журнал технической физики 2007 – Т:77 - №8 – С.77-84
6. Мерсон Д. А. Физическая природа акустической эмиссии при деформационных процессах в металлах и сплавах: диссертация доктора физико – математических наук 01.04.07 Барнаул 2001 – 327с
7. Wadley H. N. G. A study of deformation and fracture processes in a low- alloy steel by acoustic emission transient analysis. / H. N. G.Wadley, C.V.Scruby // Acta Met. – 1979. – 27, №4. – P. 613-626
8. Марасанов В.В., Шарко А.А. Исследование методов и устройств обработки сигналов акустической эмиссии / Матеріал ІV Всеукраїнської науково – практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених з автоматичного управління, присвяченої Дню космонавтики 2016р. 12 квітня, С.128 – 134.

УДК 621.01

Ю.Є. МЄШКОВ

Херсонський національний технічний університет

СИНТЕЗ ЗАКОНУ РУХУ ВИХІДНОЇ ЛАНКИ, ЩО ХИТАЄТЬСЯ ТА ПРАЦЮЄ В РЕЖИМІ ФІЗИЧНОГО МАЯТНИКА

У даній роботі проведено аналіз синтезу закону руху вихідної ланки, що хитається, та працює в режимі фізичного маятника. Проаналізовані надлишкові моменти сил інерції, що виникають при врівноваженні механізму. Показано, що для даного механізму можна використовувати принцип фізичного маятника без додаткових умов рівноваги. Рівновага вихідної ланки буде досягатися за умови, що її центр мас розміщено так, що її вільні коливання ланки будуть співпадати за усіма характеристиками з коливаннями, заданими на циклограмі. Таким чином, задача синтезу зводиться до визначення положення центра тяжіння та кінематичних характеристик коливання ланки.

Ключові слова: фізичний маятник, центр тяжіння, момент інерції, коливання, задані на циклограмі.

Ю.Е. МЄШКОВ

Херсонский национальный технический университет

СИНТЕЗ ЗАКОНА ДВИЖЕНИЯ ВЫХОДЯЩЕГО КАЧАЮЩЕГОСЯ ЗВЕНА, РАБОТАЮЩЕГО В РЕЖИМЕ ФИЗИЧЕСКОГО МАЯТНИКА

В данной работе проведён анализ синтеза закона движения выходящего качающегося звена, работающего в режиме физического маятника. Проанализированы избыточные моменты сил инерции, которые возникают при уравнивании механизма. Показано, что для данного механизма можно использовать принцип физического маятника без дополнительных условий равновесия. Равновесие выходящего звена будет достигаться при условии, что его центр масс размещен так, что свободные колебания звена будут совпадать по всем характеристикам с колебаниями, заданными на циклограмме. Таким образом, задача синтеза сводится к определению положения центра тяжести и кинематических характеристик колебания звена.

Ключевые слова: физический маятник, центр тяжести, момент инерции, колебания, заданные на циклограмме.

Yu.Ye.MIESHKOV

Kherson National Technical University

SYNTHESIS OF THE LAW OF MOTION OF FINAL SWING LINK OPERATING IN THE MODE OF A PHYSICAL PENDULUM

In this article the analysis of synthesis of the law of motion of final swing link operating in the mode of a physical pendulum is performed. The excessive inertia moments that arrive while balancing the mechanism are analyzed. It is shown, that the principle of the physical pendulum can be used for this mechanism without any additional equilibrium conditions. The balance of the final link will be achieved on the condition that its mass center is placed so that the free oscillations will be the same for all characteristics with the oscillations, settled on the sequence diagram. Thus, the synthesis is reduced to determining the position of the mass center and kinematic characteristics of oscillation level.

Key words: physical pendulum, mass center, inertia moment, oscillation, defined on the sequence diagram.

Постановка проблеми

При роботі циклових механізмів з хитними вихідними ланками виникають надлишкові навантаження, які викликають ряд несприятливих динамічних явищ. Тому в машинобудуванні для поліпшення динамічних характеристик циклових механізмів застосовують різні пристрої, які врівноважують надлишкові навантаження в самому механізмі [4-6].

Формулювання мети досліджень

Для врівноваження надлишкових моментів сил інерції, що виникають при хитанні вихідної ланки, є можливість використати принцип фізичного маятника без установки додаткових пристроїв урівноваження. У цьому випадку необхідно центр ваги вихідної ланки розташувати так, щоб його вільні коливання відповідали за частотою, амплітудою, періодом і кутовим розмахом коливанням, заданим на циклограмі. Тоді, при розрахунковому швидкісному режимі, надлишкові моменти сил інерції вихідної ланки будуть урівноважуватися в кожній фазі кінематичного циклу моментами ваги.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Аналізу останніх досліджень і публікацій циклових механізмів з хитними вихідними ланками присвячено велика кількість вітчизняних і закордонних робіт. Фундаментальні дослідження, методи їх розв'язання та ряд конкретних рішень відкрили перспективу використання для цієї мети ричажних механізмів, які містяться в монографії Хоруужина В.С.[1], наукових статтях Г.Уалієва, А.А Джомартов [2], В.Г. Хомченко [2], та інших. В циклових машинах різних галузей промисловості широко використовуються виконуючі механізми, що забезпечують зворотньо-обертальний або зворотньо-поступальний рухи робочих органів з їх зупинкою в одному, або в двох крайніх положеннях. Такий характер руху відтворюється зазвичай кулачковими і кулачково-важільними механізмами. У роботах [1,2] запропоновано ефективний модульний принцип проектування плоских і просторових важільних механізмів, що наближено відтворюють рух робочого органу в крайніх положеннях відповідно із заданою циклограмою руху.

У зв'язку з бурхливим розвитком гнучких виробництв, в останні роки перед проектувальниками поставлені завдання створення технологічного обладнання що швидко переналагоджується. В зв'язку з цим, наступним кроком, на думку авторів, повинні бути дослідження з розробки математичних моделей важільних механізмів, що дозволяють здійснити комплексний підхід в проектуванні машин з регульованими параметрами. І тут вибір важільних механізмів виправданий, тому що дозволяє з найменшими витратами розв'язати проблему накопичення інструментарію з проектування машин нового покоління, а також докорінної модернізації дійсного технологічного обладнання.

Викладення основного матеріалу дослідження

Таким чином, завдання синтезу полягає в підборі моменту інерції і місця розташування центру тяжіння, а також у визначенні кінематичних характеристик закону руху вихідної ланки, що відповідають режиму роботи фізичного маятника.

Відповідно до розрахункової схеми (рис.1) прийняті наступні позначення: $J = J_0 + m\rho^2$ – приведений момент інерції вихідної ланки; G – вага вихідної ланки; ρ – відстань від положення статичної рівноваги до центра ваги; γ – кутовий розмах вихідної ланки; J_2 – момент інерції відносно точки A ; m – маса вихідної ланки.

Умову врівноваження виразимо диференціальним рівнянням і обчислимо динамічні параметри диференціального рівняння (1):

$$J_\gamma + \rho G \sin \gamma = 0 \quad \text{або} \quad M_{in} + M_B = 0 \quad (1)$$

Для розв'язання рівняння (1) використовуємо залежності і методику, що наведені в роботі [5]. З цією метою послідовно диференціюємо вираз для M_e за кутом повороту:

$$M_B = G\rho \cos \gamma \quad M_B = -G\rho \sin \gamma \quad M_B = -G\rho \cos \gamma \quad (2)$$

$$\omega^2 = \frac{G\rho}{J} \quad \mu = -\frac{G\rho}{GJ} \quad (3)$$

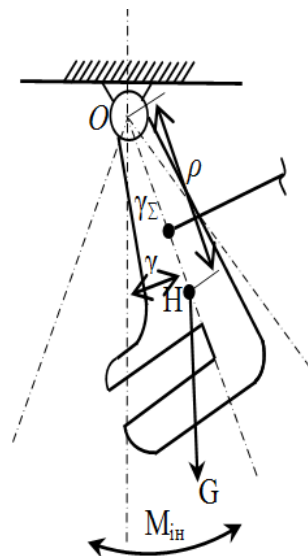


Рис.1. Схема вихідної ланки, що відповідає режиму фізичного маятника

З урахуванням виразу (3) рівняння (1) перетворимо в рівняння Дюфінга

$$\gamma + \frac{G\rho}{J}\gamma - \frac{G\rho}{GJ}\gamma^3 = 0 \quad (4)$$

Рішення рівняння (4) по Н. Н. Боголюбову, Ю. А. Митропольському в другому наближенні з достатнім ступенем точності до $\gamma_2 \leq 60^0$ має вигляд

$$\gamma = 0,5\gamma_\Sigma \cos \frac{2\pi}{T_{II}}t + \frac{\gamma_\Sigma^2}{1536} \cos \frac{6\pi}{T_{II}}t \quad (5)$$

$$T_{II} = \frac{2\pi}{\omega - \frac{3\mu}{32\omega} \cdot \gamma_\Sigma^2 - \frac{21\mu^2\gamma_\Sigma^4}{2048\omega^2}} \quad (6)$$

Запишемо позиційні інваріанти закону руху вихідної ланки [5]:

– інваріанта переміщення:

$$a_k = 0,5 \left(1 - \frac{128}{128 - \frac{1}{6}\gamma_\Sigma^2} \cdot \cos \pi k + \frac{\gamma_\Sigma^2}{128 - \frac{1}{6}\gamma_\Sigma^2} \cdot \cos 3\pi k \right) \quad (7)$$

– інваріанта швидкості:

$$b_k = 0,5\pi \frac{128}{128 - \frac{1}{6}\gamma_\Sigma^2} \cdot \sin \pi k - 0,5\pi \frac{0,5\gamma_\Sigma^2}{128 - \frac{1}{6}\gamma_\Sigma^2} \cdot \sin 3\pi k \quad (8)$$

– інваріанта прискорення

$$c_k = 0,5\pi^2 \frac{128}{128 - \frac{1}{6}\gamma_\Sigma^2} \cdot \cos \pi k - 0,5\pi^2 \frac{1,5\gamma_\Sigma^2}{128 - \frac{1}{6}\gamma_\Sigma^2} \cdot \cos 3\pi k \quad (9)$$

– інваріанта кінетичної потужності

$$a_k = \frac{0,25\pi^3}{128 - \frac{1}{6}\gamma_\Sigma^2} \cdot (16384 \sin \pi k \cos \pi k - 198\gamma_\Sigma^2 \sin \pi k \cos 3\pi k - 64\gamma_\Sigma^2 \cos \pi k \sin 3\pi k + 0,75\gamma_\Sigma^4 \sin 3\pi k \cos 3\pi k) \quad (10)$$

де $k = \frac{t}{T}$ – відносний час. Константу піку швидкості визначимо з виразу (8) при $k = 0,5$:

$$B = 1,57 \frac{128 + 0,5\gamma_\Sigma^2}{128 - \frac{1}{6}\gamma_\Sigma^2}, \quad (11)$$

константу піку прискорення – з виразу (9) при $k = 0$

$$C = 4,973 \frac{128 - 1,5\gamma_{\Sigma}^2}{128 - \frac{1}{6}\gamma_{\Sigma}^2} \quad (12)$$

Із залежності $B = f(\gamma_2)$ виходить, що синтезоване сімейство законів періодичного руху має константи піків швидкості, близькі до константи піку швидкості закону руху за косинусом, і збільшуються при збільшенні γ_2 . Константи піків прискорень близькі до константи закону косинуса і зменшуються при збільшенні γ_2 .

Для виконання умови зрівноваження, необхідно визначити енергетичні параметри з рівності максимальних моментів сил інерції і сил ваги в позиції $k = 0$:

$$C \frac{(J_0 + m\rho^2)\gamma_{\Sigma}}{T^2} = \rho \sin \gamma_{\Sigma} G \quad (13)$$

Вирішивши рівняння (12) щодо ρ , і ввівши заміну $g = \frac{G}{m}$, отримаємо:

$$\rho = \frac{T \sin \gamma_{\Sigma} g}{2c\gamma_{\Sigma}} + \sqrt{\frac{Tg \sin \gamma_{\Sigma}}{2c\gamma_{\Sigma}} - \frac{J_0}{m}} \quad (14)$$

При відхиленні від розрахункового швидкісного режиму, умова врівноваження буде порушуватися, і максимальний невривноважений момент в позиції $k = 0$,

$$M_i = C \frac{(J_0 + m\rho^2)\gamma_{\Sigma}}{T^2} - C \frac{(J_0 + m\rho^2)\gamma_{\Sigma}}{T_i^2} \quad (15)$$

або, позначивши $T = \lambda T_i$ (період кінематичного циклу при зміненому швидкісному режимі), запишемо

$$M_i = C \frac{(J_0 + m\rho^2)\gamma_{\Sigma}}{T^2} \left(1 - \frac{1}{\lambda}\right) \quad (16)$$

Вводячи поняття коефіцієнта врівноваження, який дорівнює відношенню максимального моменту від сил інерції до незрівноваженого моменту, отримуємо:

$$K_y = \frac{M_{i\max}}{M_i} = \frac{1}{\lambda^2 - 1} \quad (17)$$

На рис. 2 представлені залежності абсолютних значень коефіцієнтів врівноваження K_y від ступеня зміни швидкісного режиму $\lambda = \frac{T_i}{T}$. З графіка видно, що істотний ефект врівноваження має місце лише у вузькому швидкісному діапазоні $0,8 \leq \lambda \leq 1,2$.

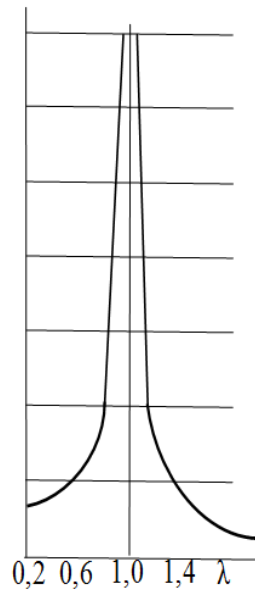


Рис.2. Залежність абсолютних коефіцієнтів врівноваження K_λ від ступеня зміни швидкісного режиму λ

Висновки

Таким чином, кількісні і якісні кінематичні характеристики сімейства законів руху вихідної ланки, що хитається, залежать тільки від кутового розмаху.

Список використаної літератури

1. В.С. Хорунжин, В.Г. Хомченко, В.А.Бакшеев. Проектирование рычажных пространственных механизмов цикловых машин-автоматов с остановками рабочих органов. Монография. - Кемеровский технологич. ин-т пищ. пром. – Кемерово, 2000. – 188 с.
2. Г.Уалиева, А.А. Джомартов Модель циклограммы машины-автомата Вестник МВТУ им Баумана сер Машиностроение 2010 №2
3. В.Г.Хомченко, Е.С. Бебель, В.В.Клевакин Кинематический синтез кривошипно-ползунных механизмов 3-го класса при заданных положениях рабочего органа в момент выстоя и его направляющей Известия Самарского научного центра Российской академии наук. т.13. №4. 2011
4. Тир К. В. Механика полиграфических автоматів. - М.: Книга, 1965. - 495 с.
5. Полюдов А. Н. Програмные разгрузатели цикловых механизмов. - Львов: Вища шк. Изд-во при Львов, ун-те, 1979.- 168 с.
6. Петрук А. І. Вопросы синтеза механизмов цикловых машин. - К.: Наук, думка, 1981. - 119 с.

УДК 656.02

А.В. ПЕТРОВСЬКИЙ, Д.О. БЕРЕЗНИЦЬКИЙ
Херсонський національний технічний університет**ДЕЯКІ АСПЕКТИ ОПТИМІЗАЦІЇ ВИКОРИСТАННЯ КОРИСНИХ ПЛОЩ СКЛАДІВ ПАЛЕТОВАНИХ ВАНТАЖІВ**

У статті розглянуто питання оптимізації корисних площ складів штучних вантажів, а саме – палетованого вантажу. Запропоновано математичну модель оптимізації використання корисної площі за рахунок зменшення невикористаних площ. Критерієм цільової функції оптимізаційної моделі встановлено збільшення прибутку з урахуванням додаткових палет товару та економією від зменшення кількості разів транспортування. Подальшим розвитком отриманої математичної моделі є підключення програмного модуля на базі розробленої математичної моделі до загальної системи керування запасами підприємства.

Ключові слова: площа складу, палетований вантаж, критерій оптимізації

А.В. ПЕТРОВСКИЙ, Д.О. БЕРЕЗНИЦКИЙ
Херсонский национальный технический университет**НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ПЛОЩАДЕЙ СКЛАДОВ ПАЛЛЕТИРОВАННЫХ ГРУЗОВ**

В статье рассмотрен вопрос оптимизации полезных площадей составов штучных грузов, а именно - паллетированного груза. Предложена математическая модель оптимизации использования полезной площади за счет уменьшения неиспользованных площадей. Критерием целевой функции оптимизационной модели является увеличение прибыли с учетом дополнительных паллет товара и экономией от уменьшения количества раз транспортировки. Дальнейшим развитием полученной математической модели является подключение программного модуля на базе разработанной математической модели к общей системе управления запасами предприятия.

Ключевые слова: площадь склада, паллетированный груз, критерий оптимизации

A.V. PETROVSKII, D.O. BEREZNITSKII
Kherson National Technical University**SOME ASPECTS OF USE OPTIMIZATION OF REAL-ESTATE STORAGES OF PALLETS LOADS**

The question of optimization of real-estates of compositions of piece loads is considered in the article, namely - pallet loads. The mathematical model of optimization of the use of real-estate is offered due to reduction of untapped areas. The criterion of objective function of optimization model is an increase of income taking into account additional pallets of loads and by an economy from reduction of amount of one times of transporting. Further development of the got mathematical model is connecting of the programmatic module on the base of the worked out mathematical model to general control system by the supplies of enterprise.

Keywords: area of storage, pallet loads, criterion of optimization

Постановка проблеми

На даний момент велика частина наукових праць, присвячених складській діяльності, так чи інакше пов'язана з оптимізацією витрат на збереження запасів, на вибір устаткування чи на організацію складських робіт [1,2]. Безумовно, ці напрямки є пріоритетними для більшості випадків після аналізу дослідження складської діяльності конкретного підприємства. Саме ці напрямки і дають найбільший економічний ефект після застосування логістичних процедур оптимізації складського господарства. Дуже часто виникає необхідність найбільшого використання корисної площі складу навіть при постійному попиті, при якому корисна площа складу використовується не повністю, а попит, проте, цілком задоволений. Звісно, такі ситуації виникають лише в тому випадку, якщо витрати на збереження менше витрат по іммобілізації оборотних коштів на додаткові запаси з наступним збільшенням затовареності складу. Сьогодні, в українській економіці, це можливо через процеси помірної девальвації національної валюти, особливо це стосується імпортованих товарів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Побудову математичних моделей оптимізації використання корисної площі більшість авторів [4-6] пов'язує із технологічним обладнанням, що є дуже коректним, оскільки планування корисної площі, технологічних зон складу залежить не тільки від виду вантажу зберігання, але й від механізмів ПТО: їх

геометричних розмірів, продуктивності, маневрових характеристик. Але ці фактори не є достатніми при дослідженні складського планування.

У статті [7] описуються можливості підвищення ефективності роботи складського господарства за рахунок організації стелажного збереження, впровадження системи адресного збереження, технології RFID, систем логістичного контролю закупівель. Для багатоярусного збереження палетованих вантажів є можливість вибору вузькопрохідних навантажувачів [8]. В сфері дослідження стелажного збереження, у статті [9], пропонується використання спеціальних видів стелажів - мезонінів [10] для непалетованих вантажів. Також одним із прикладів збільшення корисної площі складу є робота [11], у якій порівнюються варіанти складського ПТО для одержання більшого коефіцієнту заповнення складу. Всі ці моделі і приклади розраховані на те, що вся фізично доступна площа складу цілком розбивається на різні зони. Але в деяких випадках така розбивка не завжди можлива.

Формулювання мети дослідження

На малих підприємствах зустрічаються факти оренди складських приміщень, які не можуть бути використані повністю. Таким чином, метою дослідження є побудова математичної моделі одного з варіантів розширення корисної площі складу за рахунок, у силу різних причин, не використовуваних площ. Такими причинами можуть бути: і нерівна підлога для використовуваного складського ПТО, і проблеми з дахом, і проблеми зі стелажним устаткуванням і т.д. При цьому можливі деякі обмеження як на зворотні кошти, так і на кількість працюючих співробітників. Ефективність може бути досягнута при порівнянні витрат на збільшення закупівлі, збільшення площі і працюючих співробітників з альтернативним доходом, наприклад, банківським депозитом для юридичних осіб.

Викладення основного матеріалу дослідження

Критерієм цільової функції оптимізаційної моделі [3] є збільшення прибутку з урахуванням додаткових палет товару та економією від зменшення кількості разів транспортування. Одним з прикладів може бути модель запропонована нижче, в умовах існування навантажувального ПТО, закріпленого за кожним із вантажників (останні працюють в 1 зміну), наявністю водіїв з погодинною оплатою за штатним розкладом з орендованими автомобілями. Критерій оптимізації визначається як різниця між вказаним прибутком та прибутком, отриманим за попереднім розміщенням палет.

$$\Pi_n - \Pi_n \rightarrow \max \quad (1)$$

де Π_n - прибуток за новим розміщенням;

Π_n - прибуток за попереднім розміщенням.

$$\begin{aligned} \Pi_n &= D_n - B_n \\ \Pi_n &= D_n - B_n \\ \Pi_n - \Pi_n &= (D_n - D_n) - (B_n - B_n) = \Delta_D - \Delta_B \end{aligned} \quad (2)$$

де B_n - витрати за новим розміщенням;

D_n - доход за новим розміщенням;

D_n - за попереднім розміщенням;

B_n - витрати за попереднім розміщенням.

При цьому

$$\Delta_B = B_n - B_n = N_6 B_{ам} + N_6 B_{ФОВ} - B_{ФОВвод} + B_{рм} + B_3 \left(\left(1 + \frac{\Delta_1}{100} \right) (1 - Z_{зн}) - 1 \right) \quad (3)$$

де N_6 - кількість додаткових вантажників;

$B_{ам}$ - амортизація ПТО у місяць;

$B_{ФОВ}$ - витрати на фонд оплати праці додаткових вантажників у місяць;

$B_{ФОВвод}$ - економія витрат на фонд оплати праці водіїв, які простоюють у місяць;

Δ_1 - збільшення кількості закупівлі палетованого вантажу, %;

$Z_{зн}$ - знижка при закупівлі товару з урахуванням збільшеного обсягу закупівлі (%);

B_3 - вартість закупівлі партії палет товару;

$B_{рм}$ - витрати на ремонт у перерахунку на місяць;

$$B_{рм} = N_m Z_m / (12a) \quad (4)$$

де Z_m - вартість 1м² ремонту даху/корисної площі/інше з перерахування на a років;

N_M - кількість м² даху під ремонт;

a - кількість років амортизації за рівномірним методом списання амортизаційних витрат.

$$B_{\text{ФОПвод}} = B_{\text{ФОПвод роб}} + B_{\text{ФОПвод суб}} \quad (5)$$

де $B_{\text{ФОПвод роб}}$ - економія витрат на фонд оплати праці водіїв, які простоюють у робочі дні;

$B_{\text{ФОПвод суб}}$ - економія витрат на фонд оплати праці водіїв, які простоюють у суботу.

$$B_{\text{ФОПвод роб}} = N_p Z_T \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{T_p} t_{z_i} \quad (6)$$

$$B_{\text{ФОПвод суб}} = N_6 Z_T \frac{1}{60} \sum_{i=1}^{T_6} t_{z_i}$$

де Z_T - тарифна ставка водія за 1 годину роботи;

t_{z_i} - кількість хвилин простоїв на кожен i -ту робочу годину;

N_p - кількість робочих днів на місяць;

N_6 - кількість вихідних днів на місяць;

T_p - кількість годин у зміні протягом робочого тижня;

T_6 - кількість годин у зміні протягом суботи.

Покупцям можна запропонувати знижку Z_n , при збільшенні обсягів закупівлі у підприємства Δ_{\uparrow} . Таким чином можна збільшити попит в порівнянні із збільшенням закупки у постачальника. Тоді збільшення прибутку за рахунок збільшення обсягів продажу:

$$D_n = \left(1 + \frac{\Delta_{\uparrow}}{100}\right) D_n \left(1 - \frac{Z_n}{100}\right) \quad (7)$$

$$\begin{aligned} \Delta_D = D_n - D_n &= \left(1 + \frac{\Delta_{\uparrow}}{100}\right) D_n \left(1 - \frac{Z_n}{100}\right) - (D_n + D_{\% \text{ДЕП}}) \\ &= D_n \left(\left(1 + \frac{\Delta_{\uparrow}}{100}\right) \left(1 - \frac{Z_n}{100}\right) - 1 \right) - D_{\% \text{ДЕП}} \end{aligned} \quad (8)$$

де $D_{\% \text{ДЕП}}$ - сума коштів, отриманих як % від депозиту з перерахунку на місяць, як альтернативний дохід (тобто витрати пов'язані із збереженням, закупівлею додаткових палет, витрат на обслуговування, тобто збільшення кількості складських робітників і є сумою банківського депозиту з процентною ставкою для юридичних осіб).

Цільова функція потрібна визначити максимальну різницю між прибутком від додаткових палетомісць та означеною сумою. Якщо результат різниці від'ємний, це буде свідчити про відсутність необхідності у збільшенні корисної площі. При цьому можливі варіанти: оформити банківський депозит на вищезначену суму або міняти стратегію керування складом.

Загальна цільова функція має вигляд:

$$\begin{aligned} & D_n \left(\left(1 + \frac{\Delta_{\uparrow}}{100}\right) \left(1 - \frac{Z_n}{100}\right) - 1 \right) - D_{\% \text{ДЕП}} \\ & - \left(N_6 B_{\text{ам}} + N_6 B_{\text{ФОПв}} - Z_T \frac{1}{60} \left(N_p \sum_{i=1}^{T_p} t_{z_i} + N_6 \sum_{i=1}^{T_6} t_{z_i} \right) + \frac{N_M Z_M}{12a} \right. \\ & \left. - B_3 \left(1 - \left(1 + \frac{\Delta_{\uparrow}}{100}\right) (1 - Z_{\text{сп}}) \right) \right) \rightarrow \max \end{aligned} \quad (9)$$

де Z_n – знижка при продажу товару після урахування збільшеного обсягу закупівлі (%).

Одним із умов обмежень може бути річний фонд оплати праці додаткових вантажників, оскільки депозит банк поверне лише через рік, тобто ці кошти будуть заморожені на рік, тому всі додаткові витрати повинні бути перераховані на цей термін. Що стосується витрат на закупівлю збільшеного обсягу досліджуваного товару – депозитних грошей повинно вистачити лише на першу закупівлю.

Таким чином система обмежень прикладу має наступні умови:

- сума вартості закупівлі надлишкових витрат на ремонт даху та витрат на річний фонд оплати праці додаткових вантажників не повинна перевищувати розмір депозиту, як альтернативного доходу юридичної особи;
- всі вантажники повинні бути зайняті не більше $T_{зм2}$ і не менше $T_{зм1}$ робочих годин кожен робочий день.

$$\left\{ \begin{array}{l} N_M Z_M + N_B B_{\Phi O ПБ} + B_3 \left(1 - \left(1 + \frac{\Delta_T}{100} \right) (1 - Z_{3M}) \right) \leq D_{\% / ДЕП} + \\ + Z_T \frac{1}{60} \left(N_p \sum_{i=1}^{T_p} t_{3_i} + N_B \sum_{i=1}^{T_B} t_{3_i} \right) \\ Z_M \geq Z_{2P} \\ T_{зм1} * 60 \leq \frac{1}{(N_B + N_{пБ})} (t_{зк} T_{зк} + t_{кв} T_{кв} + t_{пз} T_{пз}) \leq T_{зм2} * 60 \\ N_B, Z_M \geq 0 \end{array} \right. \quad (10)$$

де $t_{зк}$ – час переміщення 1 палети із зони збереження до зони комплектації, хв.;

Z_{2P} – нижня межа вартості ремонту 1м² даху/підлоги/інше;

$T_{зк}$ – кількість палет переміщення (у середньому на день) із зони збереження до зони комплектації;

$t_{кв}$ – час переміщення 1 палети із зони комплектації до зони відправки, хв.;

$T_{кв}$ – кількість палет переміщення (у середньому на день) із зони комплектації до зони відправки;

$t_{пз}$ – час переміщення 1 палети із зони прийомки та сортування до зони збереження, хв.;

$T_{пз}$ – кількість палет переміщення (у середньому на день) із зони прийомки та сортування до зони збереження;

$N_{пБ}$ – кількість вантажників за попереднім розміщенням палет.

Після визнання економічної ефективності розширення подальша оптимізація може проводитися за допомогою концепції [12].

Висновки

Побудована математична модель задачі лінійного програмування (9) та (10) є одним з варіантів подальшої оптимізації витрат на невеличких торговельних підприємствах з орендованим/власним складом. Подальшим розвитком отриманої математичної моделі є включення її до загальної системи керування запасами підприємства.

Список використаної літератури

1. Гаджинский А.М., Логистика. - М.: 6-е изд. "Дашков и К", 2003, - 407с.
2. Майзнер Н.А., Складская логистика. В: ТГЭУ, 2006, - 175с.
3. Таха Х.А. Исследование операций. Справочник. – М.: Высшая школа, 2006, - 640 с.
4. Как рассчитать технологические зоны склада. . – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://proektirovanie.in.ua/kak-rasschitat-tehnologicheskie-zony-sklada.html>
5. Логистика складирования. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.xcomp.biz/tema-7-logistika-skladirovaniya.html>
6. Показатели работы склада. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://uchebnik-online.net/book/479-logistika-uchebnoe-posobie-anzajcev/48-83-metody-optimizacii-sistemy-skladirovaniya.html>
7. Складская автоматизация: необходим комплексный подход. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.umpro.ru/index.php?page_id=17&art_id_1=670&group_id_4=64
8. 23-я международная выставка транспортных технологий, логистических решений, сервиса и складских систем. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://stl-expo.ru/ru/news/index.php?id4=1427>

9. Вместимость склада: как увеличить полезную площадь. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.gd.ru/articles/3971-vmestimost-sklada>
10. Мезонин. Многоуровневые стеллажи. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://tpspo.com.ua/oborudovanie/skladskoe-oborudovanie/37-mezonin-mnogourovnevye-stellazhi>
11. Выбор рациональных параметров перемещения складских запасов. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ea.dgtu.donetsk.ua:8080/bitstream/123456789/10942/1/Мазниченко%20Е.А.,%20Водолазская%20Н.В..pdf>
12. Моделирование технологических процессов на складе. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.logistical.ru/docs/LogisticsHelp/warehouse_model.html

УДК 620.173
621.813
621.98.043

Ю.Г.РОЗОВ

Херсонський національний технічний університет

АНАЛИЗ ПОТЕРИ ПРОДОЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ДВУХ ТРУБ, ВСТАВЛЕННЫХ ОДНА В ДРУГУЮ, ПРИ УПРУГИХ ДЕФОРМАЦИЯХ

В статье рассмотрена продольная устойчивость при осевом сжатии двух труб, вставленных одна в другую, при упругих деформациях. Рассматривая продольно-поперечный изгиб, решена задача по определению критического усилия, вызывающего потерю продольной устойчивости при осевом сжатии составного бруса, состоящего из внутренней трубы, вставленной без зазора в наружную трубу. Получены формулы для определения радиуса инерции, гибкости и критической силы, при которой происходит потеря продольной устойчивости составной трубы в области упругих деформаций.

Ключевые слова: устойчивость, критическая сила, продольно-поперечный изгиб, упругие деформации, сжатие, труба.

Ю.Г.РОЗОВ

Херсонський національний технічний університет

АНАЛІЗ ВТРАТИ ПОЗДОВЖНЬОЇ СТІЙКОСТІ ДВОХ ТРУБ, ВСТАВЛЕНИХ ОДНА В ІНШУ, ПРИ ПРУЖНИХ ДЕФОРМАЦІЯХ

У статті розглянута подовжня стійкість при осьовому стисненні двох труб, вставлених одна в іншу, при пружних деформаціях. Розглядаючи поздовжньо-поперечний вигин, вирішена задача по визначенню критичного зусилля, що викликає втрату поздовжньої стійкості при осьовому стисненні складеного бруса, що складається з внутрішньої труби, вставленої без зазору в зовнішню трубу. Отримані формули для визначення радіуса інерції, гнучкості та критичної сили, при якій відбувається втрата поздовжньої стійкості складовою труби в області пружних деформацій.

Ключові слова: стійкість, критична сила, поздовжньо-поперечний вигин, пружні деформації, стиск, труба.

J.G. ROZOV

Kherson National Technical University

ANALYSIS OF LONGITUDINAL STABILITY OF TWO TUBES INSERTED INTO ONE ANOTHER, IN THE AREA OF ELASTIC DEFORMATION

The article describes the longitudinal stability under axial compression of two tubes inserted into one another, in the area of elastic deformation. Considering the longitudinal and transverse bending, solved the problem of determining the critical force causing the loss of longitudinal stability during axial compression of the inner tube, inserted without clearance in the outer pipe, with the result that the formulas for determining the radius of gyration, flexibility and critical force at which the loss longitudinal pipes sustainability in the area of elastic deformation.

Keywords: stability, critical force, longitudinal and transverse bending, the elastic deformation of the compression tube.

Постановка проблемы

В конструкциях и сооружениях большое применение находят детали, являющиеся относительно длинными и тонкими стержнями, у которых размеры поперечного сечения малы по сравнению с длиной. Однако, при нагружении таких деталей продольными силами, возможна потеря устойчивости, сопровождаемая продольным изгибом. Основная задача теории устойчивости заключается в определении критического значения внешних сил и ограничение их величин таким образом, чтобы исключить возможность потери устойчивости заданной системы в эксплуатационных режимах.

Анализ последних исследований и публикаций

В современной научной литературе много внимания уделено расчётам на продольную устойчивость различных нагруженных систем [1-9 и др.].

В работах [10, 11] рассмотрена и решена задача по определению критического усилия, вызывающего потерю продольной устойчивости при осевом сжатии составного бруса, состоящего из цилиндрического стержня (оправка), вставленного внутрь цилиндрической трубы (заготовка) без зазора.

Однако расчёты на устойчивость, т.н. двухслойной трубы, состоящей из одной трубы (внутренней), вставленной без зазора в наружную трубу, отсутствуют.

Формулировка цели исследований

На основании теоретического анализа процесса потери продольной устойчивости при упругих деформациях центрально-сжатой двухслойной трубы, состоящей из одной трубы (внутренней), вставленной без зазора в наружную трубу, определить величину критической сжимающей силы, геометрические характеристики двухслойной трубы, и получить аналитические зависимости для определения указанных параметров.

Изложение основного материала исследования

Рассмотрим продольную устойчивость при осевом сжатии двухслойной трубы, состоящей из внутренней трубы 1, вставленной без зазора в наружную трубу 2 без зазора в области упругих деформаций (рис. 1).

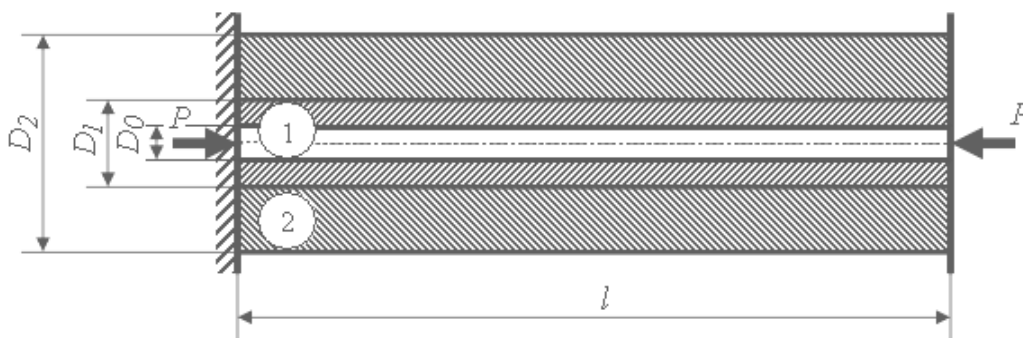


Рис. 1. Схема продольного сжатия составной двухслойной трубы

Предположим, что потеря продольной устойчивости двухслойной трубы происходит в области упругих деформаций (гибкость двухслойной трубы больше предельной) при напряжениях в стенках обеих труб, не превышающих предел пропорциональности. При этом величину предельной гибкости предлагается определять по формуле:

$$\lambda_{пред} = \pi \sqrt{\frac{E_{cp}}{\sigma_{пц}^{cp}}},$$

$$E_{cp} = \frac{E_1 F_1 + E_2 F_2}{F} = \frac{E_1 (D_1^2 - D_0^2) + E_2 (D_2^2 - D_1^2)}{D_2^2 - D_0^2}, \tag{1}$$

$$\sigma_{пц}^{cp} = \frac{\sigma_{пц(1)} F_1 + \sigma_{пц(2)} F_2}{F} = \frac{\sigma_{пц(1)} (D_1^2 - D_0^2) + \sigma_{пц(2)} (D_2^2 - D_1^2)}{D_2^2 - D_0^2},$$

- где E_1, E_2 – модули Юнга материалов внутренней и наружной трубы, соответственно;
- $\sigma_{пц(1)}; \sigma_{пц(2)}$ – пределы пропорциональности материалов внутренней и наружной трубы, соответственно;
- $F_1; F_2$ – площади поперечных сечений внутренней и наружной трубы, соответственно;
- $F = F_1 + F_2$ – общая площадь сечения двухслойной трубы.

Если рассматривать устойчивость каждой трубы в отдельности, то с учётом известной формулы Эйлера [10], получим следующие зависимости для определения критической силы:

- для внутренней трубы:

$$P_1^{кр} = \frac{\pi^3 E_1 (D_1^4 - D_0^4)}{64 (\nu_1 l)^2} = k_1 (D_1^4 - D_0^4), \tag{2}$$

- для наружной трубы:

$$P_2^{кр} = \frac{\pi^3 E_2 (D_2^4 - D_1^4)}{64 (v_l l)^2} = k (D_2^4 - D_1^4), \tag{3}$$

где v_l - коэффициент приведения длины труб;

$$k_1 = \frac{\pi^3 E_1}{64 (v_l l)^2}; k_2 = \frac{\pi^3 E_2}{64 (v_l l)^2} \dots$$

На основании того, что радиус инерции сечения внутренней трубы всегда меньше радиуса

$$\frac{\sqrt{D_0^2 + D_1^2}}{4} \leq \frac{\sqrt{D_1^2 + D_2^2}}{4}$$

инерции сечения наружной трубы (), предполагаем, что во внутренней трубе продольные силы всегда достигают критической величины в первую очередь, т.е. выполняется неравенство $P_1^{кр} \leq P_2^{кр}$.

Наличие наружной трубы, с одной стороны, предотвратит потерю устойчивости внутренней трубы при продольной силе $P_1^{кр}$, определяемой по формуле (2). С другой стороны, внутренняя труба под действием продольной силы $P_1^{кр}$, упираясь по внутренней поверхности в стенку внешней трубы в плоскости вероятного изгиба, вместе с осевой нагрузкой, будет создавать продольно-поперечный изгиб для наружной трубы (рис. 2).

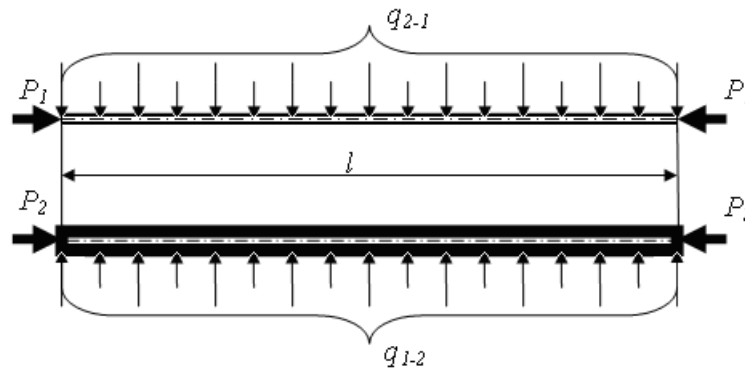


Рис. 2. Расчётная схема продольного изгиба составных частей двухслойной трубы

При заданной схеме деформирования (рис. 1) максимальный изгибающий момент в обеих трубах будет возникать в поперечных сечениях, лежащих в одной плоскости. Их величины могут быть определены по известной формуле:

$$M_{max} = \sigma_{max} W_{oc}, \tag{4}$$

где: W_{oc} – осевой момент сопротивления поперечного сечения составной трубы;

σ_{max} – максимальное нормальное напряжение, возникающее в опасном поперечном сечении при изгибе.

Напряжение σ_{max} , действующее в поверхностных слоях стержней (в т.ч. полых) в области упругих деформаций, будет увеличиваться по мере увеличения кривизны до значения, равного пределу пропорциональности металла ($|\sigma_{max}| \leq \sigma_{ПЦ}$) (рис. 3).

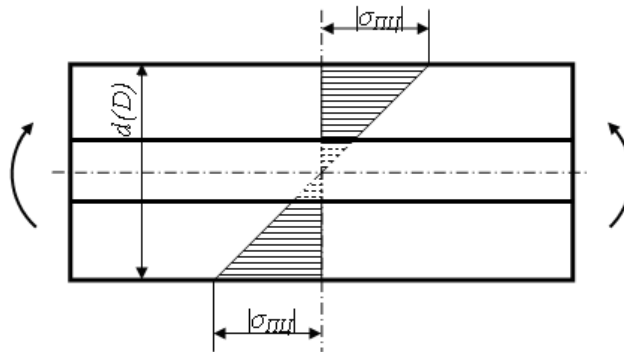


Рис. 3. Распределение напряжений по сечению при упругом изгибе

Для дальнейших расчётов принимаем $|\sigma_{max}| = \sigma_{IIc}$, т.е. полагаем, что потеря продольной устойчивости труб происходит на границе перехода от упругого изгиба к упруго-пластическому. При этом, считаем, что величина напряжения $|\sigma_{max}|$ зависит только от изгибающего момента (влиянием продольных сил пренебрегаем).

Независимо от закона распределения поперечной нагрузки вдоль оси труб, используем известные дифференциальную и интегральную зависимости при изгибе:

$$\begin{cases} Q_y = \frac{dM}{dz}; \\ M(z) = \int_z Q(z) dz, \end{cases}$$

с учётом очевидного равенства:

$$|q_{1-2}| = |q_{2-1}|,$$

принимаем, что изгибающий момент, создаваемый поперечной нагрузкой, равен:

$$M_{non} = \sigma_{IIc} \frac{\pi(D_1^3 - D_0^3)}{32}. \tag{5}$$

Для определения изгибающего момента при продольно-поперечном изгибе используем формулу в виде [9]:

$$M_{prod} = \frac{M_{non}}{1 - \frac{P_{II}^{kp}}{P_3}}, \tag{6}$$

где M_{prod} – изгибающий момент при продольно-поперечном изгибе. Так как нас интересует момент начала изгиба (внутренней и наружной труб), то, с учётом формулы (4) и принятом условии возникновения изгиба ($|\sigma_{max}| = \sigma_{IIc}$):

$$M_{prod} = \sigma_{IIc}^{cp} \frac{\pi(D_2^3 - D_0^3)}{32},$$

(для определения σ_{IIc}^{cp} используем формулу (1));

M_{non} – изгибающий момент от действия поперечной нагрузки (от действия со стороны внутренней трубы 1, рис. 1), для нашего случая (формула (5)):

$$M_{non} = \sigma_{IIc(1)} \frac{\pi(D_1^3 - D_0^3)}{32};$$

P_{II}^{kp} – продольная сила, имеющая критическое значение при продольно-поперечном изгибе (для нашего случая учитываем продольно-поперечный изгиб внешней трубы 2, так как действие силы на внутреннюю трубу 1 учтено при постановке задачи, а именно – возникновение и действие поперечного изгибающего момента M_{non}): $P_{II}^{kp} = P_{II(2)}^{kp}$;

P_3 – так называемая, Эйлера сила, для нашего случая $P_3 = P_2^{kp}$ (формула (3)).

Тогда, с учётом формулы (6):

$$P_{II(2)}^{kp} = P_2^{kp} \frac{\sigma_{IIc}^{cp} (D_2^3 - D_0^3) - \sigma_{IIc(1)} (D_1^3 - D_0^3)}{\sigma_{IIc}^{cp} (D_2^3 - D_0^3)}. \tag{7}$$

Для определения суммарной критической силы P_{Σ}^{kp} , при которой произойдёт потеря устойчивости составной трубы, необходимо учесть силу, действующую на внутреннюю трубу (учитываем её величину P_1^{kp}), т.е.:

$$P_{\Sigma}^{kp} = P_{II(2)}^{kp} + P_1^{kp}, \tag{8}$$

Тогда, с учётом формул (2), (3), (7), (8), получим аналитическую зависимость для определения силы P_{Σ}^{kp} , при которой происходит потеря продольной устойчивости двухслойной трубы:

$$P_{\Sigma}^{kp} = \frac{\pi^3}{64(\nu_1 l)^2} \left[E_1 (D_1^4 - D_0^4) + E_2 (D_2^4 - D_1^4) \left(1 - \frac{\sigma_{IIc(1)} (D_1^3 - D_0^3)}{\sigma_{IIc}^{cp} (D_2^3 - D_0^3)} \right) \right]. \tag{9}$$

Полученная формула отвечает граничным условиям (при $D_1 = D_2$ или $D_1 = D_0$ (при этом очевидно: $E_1 = E_2$), формула (9) совпадает с формулой для определения критической силы для сплошной трубы

диаметрами D_0 (внутренний) и D_2 (наружный) и, кроме того, при $D_0=D_1=0$, формула (9) совпадает с формулой для определения критической силы для сплошного круглого бруса диаметром D_2 .

Для частного случая, когда $E_1=E_2=E$ (например, материал наружной и внутренней трубы – сталь), формула (9) имеет вид:

$$P_{\Sigma}^{kp} = \frac{\pi^3 E}{64(\nu_1 l)^2} \left[D_1^4 - D_0^4 + (D_2^4 - D_1^4) \left(1 - \frac{\sigma_{\text{пл}(1)}(D_1^3 - D_0^3)}{\sigma_{\text{пл}}^{cp}(D_2^3 - D_0^3)} \right) \right]. \quad (9')$$

Для ещё более частного случая, когда $E_1=E_2=E$ и $\sigma_{\text{пл}(1)}=\sigma_{\text{пл}(2)}=\sigma_{\text{пл}}$ (например, материал наружной и внутренней трубы – сталь одной марки), формула (9) имеет вид:

$$P_{\Sigma}^{kp} = \frac{\pi^3 E}{64(\nu_1 l)^2} \left[D_1^4 - D_0^4 + (D_2^4 - D_1^4) \frac{D_2^3 - D_1^3}{D_2^3 - D_0^3} \right]. \quad (9'')$$

Выражение (9) позволяет вывести формулу для определения гибкости составного бруса. Учитывая аналогию с трубой диаметрами D_0 (внутренний) и D_2 (наружный), запишем выражение для определения радиуса инерции сечения составного бруса:

$$i = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{D_1^4 - D_0^4}{D_2^2 - D_0^2} + \frac{E_2}{E_1} \cdot \frac{D_2^4 - D_1^4}{D_2^2 - D_0^2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{\text{пл}(1)}(D_1^3 - D_0^3)}{\sigma_{\text{пл}}^{cp}(D_2^3 - D_0^3)} \right)}. \quad (10)$$

По аналогии с выводами формул (9') и (9''), получим формулы для определения радиуса инерции сечения составного бруса для рассмотренных выше частных случаев:

$$i = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{D_1^4 - D_0^4}{D_2^2 - D_0^2} + \frac{D_2^4 - D_1^4}{D_2^2 - D_0^2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{\text{пл}(1)}(D_1^3 - D_0^3)}{\sigma_{\text{пл}}^{cp}(D_2^3 - D_0^3)} \right)}. \quad (10')$$

$$i = \frac{1}{4} \sqrt{\frac{D_1^4 - D_0^4}{D_2^2 - D_0^2} + \frac{D_2^4 - D_1^4}{D_2^2 - D_0^2} \cdot \left(1 - \frac{(D_1^3 - D_0^3)}{(D_2^3 - D_0^3)} \right)}. \quad (10'')$$

Тогда гибкость составного бруса может быть определена по формуле:

$$\lambda = \frac{4\nu_1 l}{\sqrt{\frac{D_1^4 - D_0^4}{D_2^2 - D_0^2} + \frac{E_2}{E_1} \cdot \frac{D_2^4 - D_1^4}{D_2^2 - D_0^2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{\text{пл}(1)}(D_1^3 - D_0^3)}{\sigma_{\text{пл}}^{cp}(D_2^3 - D_0^3)} \right)}}, \quad (11)$$

$$\lambda = \frac{4\nu_1 l}{\sqrt{\frac{D_1^4 - D_0^4}{D_2^2 - D_0^2} + \frac{D_2^4 - D_1^4}{D_2^2 - D_0^2} \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{\text{пл}(1)}(D_1^3 - D_0^3)}{\sigma_{\text{пл}}^{cp}(D_2^3 - D_0^3)} \right)}}, \quad (11')$$

$$\lambda = \frac{4\nu_1 l}{\sqrt{\frac{D_1^4 - D_0^4}{D_2^2 - D_0^2} + \frac{D_2^4 - D_1^4}{D_2^2 - D_0^2} \cdot \left(1 - \frac{D_1^3 - D_0^3}{D_2^3 - D_0^3} \right)}}. \quad (11'')$$

Формулы (11), (11') и (11'') позволяют определить гибкость двухслойной трубы, например, с целью сравнения с предельной гибкостью (формула (1)).

Выводы

1. Рассмотрена продольная устойчивость при осевом сжатии двух труб, вставленных одна в другую, при упругих деформациях.

2. Впервые получены формулы для определения радиуса инерции, гибкости и критической силы, при которой происходит потеря продольной устойчивости составной трубы в области упругих деформаций.

Список использованной литературы

1. Справочник по сопротивлению материалов / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев ; отв. ред. Г. С. Писаренко – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Наукова думка, 1988. – 736 с.
2. Алфутов Н. А. Основы расчёта на устойчивость упругих систем / Н. А. Алфутов. – М. : Машиностроение, 1978. – 312 с.

3. Вольмир А. С. Устойчивость деформируемых систем / А. С. Вольмир. – М. : Наука, 1967. – 984 с.
4. Григолюк Э. И. Устойчивость оболочек / Э. И. Григолюк, В. В. Кабанов. – М. : Наука, 1978. – 360 с.
5. Доннел Л. Г. Балки, пластины и оболочки / Л. Г. Доннел. – М. : Наука, 1982. – 568 с.
6. Товстик П. Е. Устойчивость тонких оболочек / П. Е. Товстик. – М. : Наука, 1995. – 320 с.
7. Пикуль В. В. К теории устойчивости оболочек / В. В. Пикуль // Вестник Дальневосточного отделения РАН. – 2006. – № 4. – С. 81–86.
8. Непершин Р. И. Пластическая потеря устойчивости при осевом сжатии трубы / Р. И. Непершин // Вестник Самарского государственного аэрокосмического университета. – 2011. – № 3 (27). – Ч. 1. – С. 329–336.
9. Сопротивление материалов : учебник для вузов / общ. ред. акад. АН УССР Г. С. Писаренко. – 4-е изд., перераб. и доп. – К. : Вища школа. Головное изд-во, 1979. – 696 с.
10. Розов Ю. Г. Потеря продольной устойчивости трубчатой заготовки на оправке при прессовании / Ю. Г. Розов // Прогресивні техніка, технологія та інженерна освіта : сб. труд. учасників XIV Міжнародної науково-практичної конференції, посвященої 115-літтю механіко-машинобудівельного інституту НТУУ «КПІ», 25–28 червня 2013 г., Київ–Севастополь, Україна. – С. 60–62.
11. Розов Ю. Г. Оценка продольной устойчивости при обжатии трубчатой заготовки на оправке в операциях ОМД / Ю. Г. Розов // Теоретические и практические проблемы в обработке материалов давлением и качестве специального образования : Тезисы докладов IV Международной научно-технической конференции, 14–17 мая 2013 г., Киев, Украина. – С. 90–91.

УДК 004.9:61

Н.В. ТИТОВА

Національний транспортний університет

В.О. НОВІКОВ

Херсонський національний технічний університет

М.В. БАЧИНСЬКИЙ

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

С.М. ГОРБАТЮК

Вінницький національний медичний університет імені М.І. Пирогова

ОСОБЛИВОСТІ ВПЛИВУ ЛАЗЕРНОГО ТА ОПТИЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ НА ГІДРОБІОНТИ

Стаття присвячена питанням впливу лазерного та оптичного випромінювання на гідробіонти. Розглянуто основні фактори, що визначають біологічний характер дії лазерного випромінювання на біооб'єкт. Підтверджено, що найбільший позитивний ефект дає використання низькоінтенсивного лазерного випромінювання. Наведено характеристики лазерного та оптичного випромінювань; результати досліджень, пов'язаних із впливом зазначених випромінювань на біооб'єкти взагалі, і в т.ч. на гідробіонти. Структура фотобіологічного процесу представлена двома станами і сімома стадіями. Відзначено, що і лазерне, і оптичне випромінювання є проявом інформаційної природи, що пояснює багато ефектів, які раніше не отримували адекватного обґрунтування.

Ключевые слова: біооб'єкт, лазер, оптичне випромінювання, лазерне випромінювання, експозиція, механізм дії, фотобіологічний процес, фотохімічна реакція, розсіювання, відбиття, фото продукт, біохімічна реакція.

Н.В. ТИТОВА

Национальный транспортный университет

В.А. НОВИКОВ

Херсонский национальный технический университет

М.В. БАЧИНСКИЙ

Тернопольский национальный технический университет им. И. Пулюя

С.М. ГОРБАТЮК

Винницкий национальный медицинский университет имени Н.И. Пирогова

ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ ЛАЗЕРНОГО И ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ГИДРОБИОНТЫ

Статья посвящена вопросам влияния лазерного и оптического излучения на гидробионты. Рассмотрены основные факторы, определяющие биологический характер действия лазерного излучения на биообъект. Подтверждено, что наибольший положительный эффект дает использование низкоинтенсивного лазерного излучения. Приведены характеристики лазерного и оптического излучения; результаты исследований, связанных с влиянием указанных излучений на биообъекты вообще, и в т.ч. на гидробионты. Структура фотобиологического процесса представлена двумя состояниями и семью стадиями. Отмечено, что и лазерное и оптическое излучение является проявлением информационной природы, объясняет многие эффекты, которые ранее не получали адекватного обоснования.

Ключові слова: биообъект, лазер, оптическое излучение, лазерное излучение, экспозиция, механизм действия, фотобиологические процессы, фотохимическая реакция, рассеяния, отражения, фото продукт, биохимическая реакция.

N.V. TITOVA
National Transport University of Ukraine
V.A. NOVIKOV
Kherson National Technical University
M.V. BACHYNS'KYY
Ternopil Ivan Pul'uj National Technical University
S.M. HORBATYUK
National Pirogov Memorial Medical University

FEATURES INFLUENCE AND LASER OPTICAL ON RADIATION HYDROBYONT

The article is devoted to the influence of laser and optical radiation on aquatic organisms. The main factors that determine the nature of the biological action of laser radiation on biological object. It is confirmed that the greatest positive effect is the use of low-intensity laser radiation. The characteristics of the laser and optical radiation; the results of studies related to the effect of radiation on biological objects mentioned at all, and including on aquatic organisms. The structure of the photobiological process is represented by two states and seven stages. It is noted that both laser and optical radiation is a manifestation of the nature of information, explains the many effects that previously had not received an adequate justification.

Keywords: biological object, optical radiation, laser radiation exposure, mechanism of action, biological processes, photochemical reactions, scattering, reflection, photo product, biochemical reactions range.

Постановка проблеми

Використання оптико-електронних та лазерних сенсорів у біології та медицині може здійснюватися в кількох напрямках, одним з яких є розробка на їх основі нових оптико-електронних та лазерних технологій для виявлення, ідентифікації, дослідження і будови біологічних об'єктів, а також, для вивчення природи процесів, що відбуваються в них [1].

Застосування оптико-електронних та лазерних сенсорів у біології і медицині засновано на використанні широкого кола явищ, пов'язаних із різноманітними проявами взаємодії світла з біологічними об'єктами. Оптичне випромінювання, так само як і звичайне світло, може відбиватися, поглинатися, розсіюватися, перевипромінюватися біологічним середовищем, і кожний із таких процесів несе інформацію про мікро- і макроструктуру цього середовища, рух і форму окремих його складових. Червоне, інфрачервоне (ІЧ) та ультрафіолетове (УФ) світло можуть виконувати фотобіохімічну дію. Прикладами цього є фотосинтез рослин і бактерій, а також механізм зору. Високоінтенсивне світлове випромінювання ультрафіолетового, видимого червоного та інфрачервоного діапазонів довжин хвиль робить руйнівну (деструктивну) дію на біологічні об'єкти [1].

Таким чином, процеси, що характеризують види взаємодії оптичного випромінювання з біооб'єктами, можна розділити на три групи. До першої відносять усі неспотворючі взаємодії (принаймні, у межах похибок вимірювань, що не здійснюють помітної дії на біооб'єкт), до другого - процеси, у яких виявляється фотохімічна дія, і до третього - процеси, що призводять до фотодеструкції.

Оскільки ми маємо справу з живими об'єктами, то крім фізико-хімічних проявів дії оптичного випромінювання, необхідно враховувати його вплив і на процес функціонування живої матерії. Цей вплив визначається ступенем гомеостазу живого об'єкта [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ступінь гомеостазу характеризує стани і процеси, що забезпечують стабільність організму до зовнішніх втручань, він є функцією еволюційного розвитку і виявляється найнижчим у біологічних молекул і найвищим в хребетних тварин.

Світло малої інтенсивності не запускає адаптаційні механізми біосистеми, з ростом інтенсивності спочатку це стосується гомеостазу живої системи на локальному рівні, потім включаються загальні адаптаційні і регуляційні механізми системи, що повністю її відновлюють, далі вони вже не справляються з повним відновленням і частково відбуваються незворотні процеси, що зростають і призводять до руйнацій у системі. Проте об'єкт можна ще вважати «живим», але при високих інтенсивностях, руйнації виявляються настільки значними, що об'єкт уже не може вважатися «живим» [2].

У досліджах по порівнянню поглинання червоного випромінювання з різними фізичними властивостями було встановлено, що просторова когерентність не впливає на поглинання, а поляризоване випромінювання поглинається менш активно ніж неполяризоване. Встановлено також, що розсіювання видимого світла при проходженні його через біотканину значно перевищує поглинання. Це означає, що лазерне світло має досить високу здатність проникнення в тканини.

На рис 1. представлено структуру факторів, що визначають біологічний характер дії лазерного випромінювання на біооб'єкти [4]. В той же час біологічна дія оптичного випромінювання

характеризується додатково такими показниками: глибина проникнення, енергія кванта, характер випромінювання (неперервний, імпульсний, комбінований), площа опромінення, щільність впливу променя, енергія відбиття, енергія розсіювання тощо.

Формулювання мети дослідження

Аналіз літературних джерел виявив, що вплив лазерного та оптичного випромінювання різнопланово впливає на біооб'єкти. При плануванні розвитку гідробіонтів необхідно ретельно проаналізувати особливості впливу різного роду випромінювань на об'єкт дослідження.

Метою роботи є аналіз сукупності взаємопов'язаних факторів випромінювання на гідробіонтів.

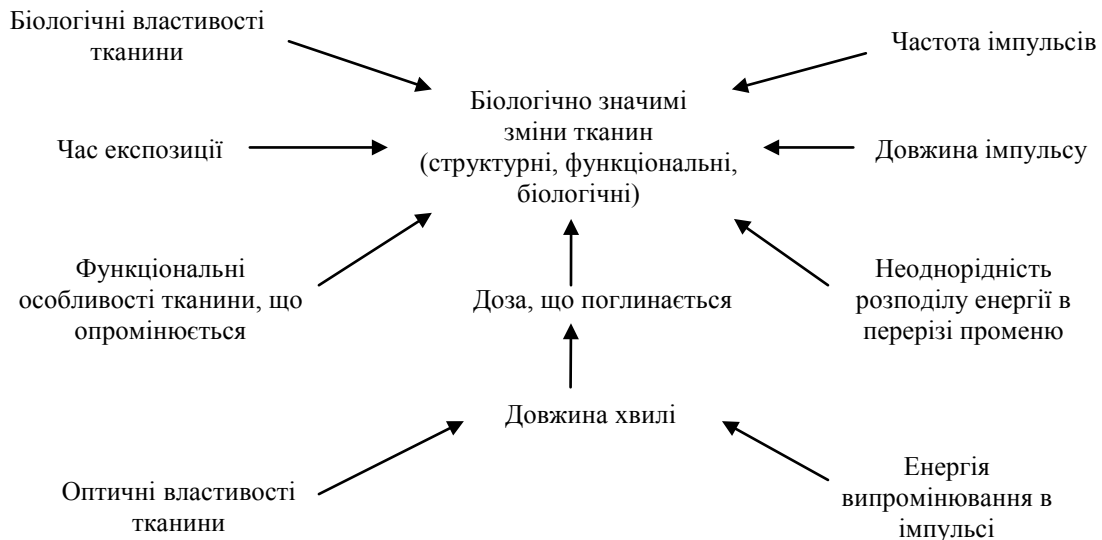


Рис. 1. Структура факторів лазерного випромінювання

Викладення основного матеріалу дослідження

Вплив лазерного та оптичного випромінювання можна оцінювати за дозою експозиції, яка визначається таким чином:

$$D = P_{\text{серед}} \cdot T, \text{ або}$$

$$D = P_{\text{имп}} \cdot F \cdot I \cdot T, \quad (1)$$

де D – доза експозиції;

$P_{\text{серед}}$ – середня потужність низькоінтенсивного лазерного випромінювання (НІЛВ);

$P_{\text{имп}}$ – потужність імпульса, Вт; T – час експозиції, с;

I – довжина імпульса, с; F – частота імпульсів, Гц [4].

НІЛВ має стимулюючий ефект, який суттєво залежить від поляризації та інтенсивності випромінювання, часу і режимів (безперервний, імпульсний, комбінований) впливу.

В той же час ступінь когерентності випромінювання особливої ролі не відіграє, що дозволяє рахувати практично однаковими випромінювання світлодіодного джерела і лазерного діода, які мають близькі довжини хвиль. Це підтверджено результатами дослідження комбінованої дії світлодіодного ($\lambda=450\pm 15$ нм, синій спектр; $\lambda=630\pm 10$ нм, червоний спектр) і лазерного ($\lambda=808$ нм, ІЧ спектр) джерел випромінювання, коли було встановлено, що найбільш виражений синергізм мав місце при послідовній дії синього і червоного спектрів. В той же час, зворотна послідовність ефекту не дає [5].

При дослідженні впливу червоного і зеленого лазерних променів на мотилу у водному середовищі, було отримано приблизно однаковий ефект, але при цьому і червоний, і зелений промені підвищували температуру води, що свідчило про те, що основний механізм дії лазерних променів – тепловий. Також було встановлено, що червоний промінь „розігріває” воду в 4-5 разів сильніше, ніж зелений [6].

Вибіркова дія світла, яка є найважливішою рисою фотобіології, полягає в тому, що змінюючи довжину хвилі можна вибірково збуджувати і фотохімічно модифікувати різні біомолекули. Це дозволяє зробити висновок, що для оцінки біологічної ефективності дії світла обов'язково необхідні кількісні характеристики, і перш за все, - квантового виходу фотохімічної реакції і спектра дії [7].

В [7] запропоновано квантовий вихід фотохімічної реакції визначати як співвідношення

$$j = \frac{N}{M}, \quad (2)$$

де N – кількість пошкоджених молекул,
 M – кількість квантів, які поглинуто.

Таким чином, як показано в [8], фотобіологічні процеси проходять в два етапи: фізичний – коли відбувається взаємодія хвилі світла з молекулами біооб'єкта і біологічний – який фактично є реакцією відгуку біооб'єкта на дію світла.

В свою чергу, зазначені етапи передбачають декілька стадій фотобіологічного процесу [8]:

- поглинання кванту світла;
- внутрішньомолекулярні процеси розміну енергій (фотофізичні процеси);
- міжмолекулярні процеси переносу енергії збудженого стану;
- первинний фотохімічний акт;
- теплові реакції, що закінчуються утворенням стабільних фотопродуктів;
- біохімічні реакції за участі фотопродуктів;
- загальнофізіологічний відгук на дію світла.

Якщо узагальнити всі аспекти взаємодії лазерного та оптичного випромінювання, можна побачити, що одним з чинників, які визначають функціональний стан організму та рівень його фізіологічної адаптації, є регуляторний вплив електромагнітного випромінювання оптичного діапазону [9]. Це підтверджує тезу про те, що в біологічних тканинах під дією ЕМВ реалізуються різноманітні фізичні ефекти, пов'язані з поляризацією, провідністю біоструктур, генерацією власного ЕМП в т.ч. і на клітинному рівні.

В роботі [10] показано ще одну властивість лазерного випромінювання в червоній або інфрачервоній областях, яка полягає в симетричному діленні клітин ембріона, що розвивається в окремій ікринці і саме така симетрія сприяє більш рівномірному росту ембріонів по всіх напрямках. В результаті на світ з'являються крупні, рівні і симетричні передлічінки, а дія гелій-неонового лазера розглядається як своєрідний інформаційний сигнал для гідробіонтів. Підтвердженням інформаційної природи впливів є те, що біологічні ефекти, які зумовлені ними, залежать вже не від величини енергії, а від її інформаційного змісту (амплітуди, частоти, довжини, поляризації, щільності потужності тощо) і стану самого біооб'єкта [11,12].

Висновки

Таким чином, при формуванні програм і виборі режимів опромінювання гідробіонтів, необхідно враховувати сукупність взаємопов'язаних факторів, що характеризують дію такого опромінювання:

1. Біологічних – біологічні та оптичні властивості і функціональні особливості тканин, які опромінюються.
2. Енергетичних – інтенсивність і щільність дії променя і викликана нею неоднорідність розподілу енергії в перерізі променя, енергія випромінювання в імпульсі, енергії відбиття і розсіювання.
3. Фізичних – просторової когерентності і поляризації випромінювання, показників відбиття, розсіювання і поглинання;
4. Експлуатаційних – частота, довжина і потужність імпульсів, режим і площа опромінювання, час експозиції і доза, яка поглинається.

Список використаної літератури

1. Медицинская лазерология / Ф. В. Баллюзек, М. Ф. Баллюзек, Ю. Д. Березин и др. – СПб: НПО «Мир и семья-95», ООО «Интерлайн». - 2000. – 168 с. - ISBN: 92-1-200050-9 978-92-1-200050-3.
2. Владимиров Ю. А. Физико-химические основы фотобіологических процессов: учебное пособие для мед. и биол. спец. Вузов / Ю. А. Владимиров, А. Я. Потапенко. – М.: Высшая школа, 1989. – 199 с.
3. Электромагнитные поля и излучения // Безопасность жизнедеятельности [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://studopedia.org/6-95287.html>.
4. Крутик С.Ю. Особенности роста, развития и резистентности гидробионтов под воздействием низкоинтенсивного когерентного инфракрасного излучения: автореф. дис. на соискание науч. степени канд. биологических наук. Специальность 03.00.18 – Гидробиология / Крутик Сергей Юрьевич; МГУТУ. – М. – 2006. – 24 с.
5. Барулин Н. В. Развитие молодежи рыб под влиянием оптического излучения низкой интенсивности различной длины волны / Н. В. Барулин, В. Ю. Плавский / Сахаровские чтения 2011 года: экологический проблемы XXI века: материалы 11-й международной конференции, 19-20 мая 2011 г., г. Минск. – Минск: МГЭУ им. А. Д. Сахарова, 2011. – С. 127.

6. Влияние красного и зеленого лучей на живые организмы // Информационный портал HintFox [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.hintfox.com/article/vlijanija-lazernih-lychej-na-zhivie-organizmi.html>.
7. Потапенко В. Я. Действие света на человека и животных / В. Я. Потапенко // Соросовский образовательный журнал. – 1996. - № 10. – С. 13-21.
8. Коробов А. М. Фототерапевтические аппараты Коробова серии «Барва»: техн. характеристики и метод. рекомендации. 2-е изд. // А. М. Коробов, В. А. Коробов, Т. А. Лесная. – изд. Второе, . – Харьков: ИПП «Контраст», 2008. – 176 с. - ISBN 966-88553-1-3.
9. Даниловских М.Г. Обоснование стимуляции биологических систем оптическим излучением нетепловой интенсивности в сельском хозяйстве / М. Г. Даниловских, Л. И. Винник // Сельское, лесное и водное хозяйство. - 2012. - № 12 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://agro.snauka.ru/2012/12/788>. - ISSN 2226-213X.
10. Попова Э. К. Зачем рыбке лазер? / Э. К. Попова // Химия и жизнь. - 2006. - № 7. - С.54-59.
11. Фізичні основи біомедичної оптики : монографія / С. В. Павлов, В. П. Кожем'яко, П. Ф. Колісник та ін. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 152с. - ISBN 978-966-641-383-6.
12. Фотоплетизмографічні технології контролю серцево-судинної системи [Монографія] / С. В. Павлов, В. П. Кожем'яко, В. Г. Петрук, П. Ф. Колісник – Вінниця: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2007. – 254с. - ISBN 978-966-641-211-2.

УДК 621.833; 62.652

В.П. ЯГЛИНСКИЙ, С.С. ГУТЫРЯ, Ю.М. ХОМЯК, А.Н. ЧАНЧИН
Одесский национальный политехнический университет**ПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ КОЛЕБАНИЯ ЭПИЦИКЛА КОЛЕСНОГО РЕДУКТОРА**

С целью сужения области неустойчивости параметрических колебаний планетарного колесного редуктора (ПКР) выполнено математическое моделирование условий возникновения и развития параметрических колебаний эпицикла, обусловленных циклическим изменением приведенной жесткости зубчатого зацепления эпицикла с несколькими сателлитами. Разработана методика и алгоритм определения углового положения осей сателлитов, обеспечивающего снижение амплитуды параметрических колебаний многопарных зубчатых зацеплений при различных значениях коэффициента перекрытия. Результаты расчетов на примере редукторов $Raba$ 118.77 и 318.78 подтверждают эффективность понижения виброактивности и повышения надежности ПКР путем неравномерного окружного расположения осей сателлитов.

Ключевые слова: многопарное зацепление, приведенная жесткость, параметрические колебания, диаграмма устойчивости.

В.П. ЯГЛІНСЬКИЙ, С.С. ГУТИРЯ, Ю.М. ХОМЯК, А.М. ЧАНЧІН
Одеський національний політехнічний університет**ПАРАМЕТРИЧНІ КОЛИВАННЯ ЕПІЦИКЛУ КОЛІСНОГО РЕДУКТОРА**

З метою звуження області нестійкості параметричних коливань планетарного колісного редуктора (ПКР) виконано математичне моделювання умов виникнення та розвитку параметричних коливань епіциклу, зумовлених циклічною зміною зведеної жорсткості зубчастого зачеплення епіциклу з декількома сателітами. Опрацьовано методику та алгоритм визначення кутового положення осей сателітів, що забезпечують зниження амплітуди параметричних коливань багатопарних зубчастих зачеплень при різних значеннях коефіцієнту перекриття. Результати розрахунків на прикладі редукторів $Raba$ 118.77 та 318.78 підтвердили ефективність зниження віброактивності та підвищення надійності ПКР шляхом нерівномірного колового розташування осей сателітів.

Ключові слова: багатопарне зачеплення, зведена жорсткість, параметричні коливання, діаграма стійкості.

V.P. YAGLINSKY, S.S. GUTYRYA, Yu. M. KHOMIAK, A.N. CHANCHIN
Odessa National Polytechnic University**PARAMETRICAL FLUCTUATIONS OF THE RING OF THE WHEEL GEARBOX**

For the purpose of throat of area of instability of parametrical fluctuations of the planetary wheel gearbox (PWG) mathematical modeling of conditions of emergence and development of the parametrical fluctuations of an epicycle caused by cyclic change of the given rigidity of gearing of a ring with several satellites is executed. The technique and algorithm of definition of the angular provision of shafts of satellites providing drop of amplitude of parametrical fluctuations of multitwin gearings at various values of contact ratio is developed. Results of calculations on the example of gearbox $Raba$ 118.77 and 318.78 confirm efficiency of kickdown of vibroactivity and increase of reliability of PWG by an uneven district arrangement of shafts of satellites.

Keywords: multitwin gearing, the given rsgidess, parametrical fluctuations, the chart of stability.

Постановка проблеми

В связи с объективной необходимостью повышения надежности и уровня комфортности как пассажирского, так и грузового колесного автотранспорта проблема ограничения виброактивности элементов трансмиссии в условиях структурных упругих колебаний является актуальной. Для многопоточных планетарных передач типа $2k-h$ в составе колесных редукторов вероятность параметрических резонансов, обусловленных циклически переменной во времени жесткостью зацеплений, весьма высока, что негативно влияет на процессы накопления усталостных повреждений зубьев и обода эпицикла. При этом нестационарные позиционные силы, возбуждающие упругие колебания звеньев механизма, функционально зависят от деформаций зубьев и времени, что усложняет поиск решений указанной проблемы.

Анализ последних исследований и публикаций

В современных исследованиях виброактивности зубчатых передач большое внимание уделяется моделированию и анализу влияния характерных параметров многомассовой упругой системы с конечным числом степеней свободы на главные частоты, характеристики вынужденных колебаний и динамику расчетной модели. При этом статическая жесткость зубчатых зацеплений, как правило, усредняется и принимается постоянной, что упрощает решение [1, 2]. Недостаточно исследованными на сегодня остаются вопросы влияния переменной во времени жесткости зубчатых зацеплений многопоточных планетарных передач на характеристики структурных параметрических колебаний, непосредственно связанных с виброактивностью и циклической прочностью наиболее нагруженных деталей и элементов трансмиссии [3, 4, 5].

Формулирование цели исследования

Математическое моделирование условий возникновения и развития параметрических колебаний эпицикла, обусловленных циклическим изменением приведенной жесткости многопарного зубчатого эвольвентного зацепления эпицикла с несколькими сателлитами.

Основная задача – сужение области неустойчивости параметрических колебаний эпицикла с учетом многопарности зубчатых зацеплений и многопоточности планетарных передач путем оптимизации окружного расположения сателлитов.

Изложение основного материала исследования

Многопарность зацепления характеризуется коэффициентом торцового перекрытия e_6 , определяемым как отношение угла перекрытия α_6 (угла поворота зубчатого колеса от положения входа пары зубьев в зацепление до выхода их из зацепления) к соответствующему угловому шагу зубьев $2\pi/z$. Для внутреннего зацепления эвольвентной цилиндрической передачи в составе планетарного колесного редуктора (ПКР) коэффициент e_6 определяется из геометрии зацепления [6]

$$e_6 = [z_p \operatorname{tg} \bar{\alpha}_{ap} - z_r \operatorname{tg} \bar{\alpha}_{ar} + (z_r - z_p) \operatorname{tg} \bar{\alpha}_w] / 2\pi, \quad (1)$$

где z – число зубьев;

$\bar{\alpha}_a = \arccos(d_b / d_a)$ – угол профиля зубьев в точке на окружности вершин;

d_b – диаметр основной окружности;

d_a – диаметр окружности вершин зубьев;

$\bar{\alpha}_w = \arccos[(a \cos \bar{\alpha}) / a_w]$ – угол зацепления;

$\bar{\alpha}$ – профильный угол исходного контура;

$a = 0,5m(z_r - z_s)$ – делительное межосевое расстояние;

$a_w = a \cos \bar{\alpha} / \cos \bar{\alpha}_w$ – начальное межосевое расстояние;

m – модуль зацепления; индексы в обозначениях расчетных параметров указывают на их принадлежность к солнечной шестерне (“s” – sun), сателлитам (“p” – planeten); эпициклу (“r” – ring).

Для серийных ПКР фирмы *Raba*, Венгрия, моделей 118.77 и 318.78, расчетное значение коэффициента торцового перекрытия в зацеплении “эпицикл – сателлит” $e_6 = 1,42$ [7]. Для моделирования циклической функции жесткости зацепления $c(t)$ можно принять, что при повороте сателлита вокруг своей оси в пределах угла $(e_6 - 1)\alpha_{6r}$ нагрузку передают две пары зубьев $N_z = 2$, а при повороте на угол $(2 - e_6)\alpha_{6r}$ – одна пара $N_z = 1$ (рис. 1, а). Соответственно, период изменения во времени функции $c_y(t)$ представлен в виде суммы двух слагаемых $T_1 = (e_6 - 1)T_c$; $T_2 = (2 - e_6)T_c$ (рис. 1, б).

Круговая частота возмущения ω зацепления “один сателлит – эпицикл” для передачи типа $2k-h$, определяемая по методу обращения движения, связана с угловыми скоростями ω_s солнечной шестерни и числами зубьев z_s , z_r следующими равенствами $\omega = (\omega_s - \omega_c)z_s = (\omega_r - \omega_c)z_r = (\omega_p - \omega_c)z_p$. При неподвижном эпицикле $\omega_c = 0$ выражение для угловой скорости водила имеет вид $\omega = \frac{z_s}{z_r - z_s} \omega_s$.

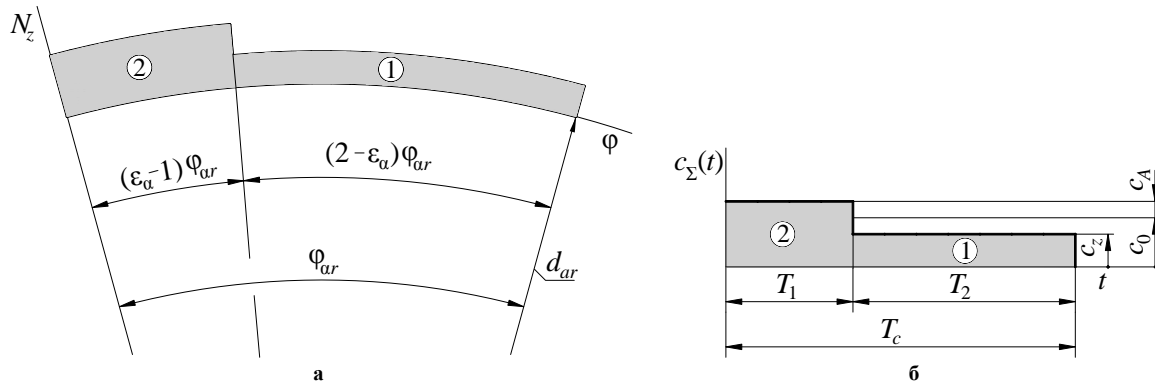


Рис. 1. Круговая диаграмма (а) парности зацепления “сателлит – эпицикл” и график (б) функции приведенной жесткости зацепления $c_{\Sigma}(t)$ (N_z – характеристика парности)

В результате несложных преобразований получено

$$\psi = \frac{z_s z_r}{z_r - z_s} \psi_s \tag{2}$$

Среднее и амплитудное значение функции $c(t)$ соответственно равны $c_0 = 1,5c_z$ и $c_A = 0,5c_z$ (c_z – усредненная суммарная жесткость пары зубьев, см. рисунок 1, б).

Для многопоточной передачи с n_p числом сателлитов аналогичные характеристики имеют вид

$$c_0 = 1,5n_p c_z ; \quad c_A = 0,5n_p c_z \tag{3}$$

Периодические пульсации функции приведенной жесткости однопоточной передачи $c_{\Sigma}(t)$ определяются коэффициентом $m = c_A/c_0 = 1/3$, минимизация которого способствует сужению области неустойчивости параметрических колебаний.

Теоретически обосновано эффективность применения неравномерного по окружности расположения сателлитов для многопоточных планетарных передач с $n_p = (3; 4)$, способствующего снижению виброактивности главного редуктора вертолетов и автоматических коробок передач легковых автомобилей [1, 5].

Угловое смещение оси i -го сателлита относительно оси j -го сателлита можно представить в виде

$$\Delta\alpha_{ij} = 2pk_{ij}e_6/z_r \tag{4}$$

где $k_{ij} = \Delta\alpha_{ij}/\alpha_{6r} \in [-1,0; 1,0]$ – коэффициент относительного углового смещения осей двух соседних сателлитов.

С учетом (4) угловая ориентация осей сателлитов определяется по формуле

$$\alpha_{ij} = 2p/n_p + \Delta\alpha_{ij} \tag{5}$$

Из условия $\sum_{i,j=1}^{n_p} \alpha_{ij} = 360^\circ$ следует $\sum_{i,j=1}^{n_p} k_{ij} = 0$.

Численное моделирование и анализ пульсаций функции жесткости

Построение диаграммы парности зацеплений $N_z(\alpha)$ и определение функции приведенной жесткости $c_{\Sigma}(t)$ для планетарной передачи с неравномерным окружным расположением сателлитов выполняется по следующему алгоритму:

– рассчитывают номинальное значение коэффициента перекрытия e_6 по зависимости (1) (учет особенностей и дополнительных параметров геометрии зубьев эпицикла и зуборезного инструмента содержится в справочной литературе [6]);

- определяют угол перекрытия ($\alpha_{br} = 360 \cdot e_6 / z_r$) и делят его на целое число o одинаковых дискретных углов (например, $o = 10$), величина которых $\Delta\alpha$ и количество o зависят от допускаемой относительной погрешности решения $d = \pm 50 / o, \%$;
- определяют слагаемые угла перекрытия $(e_6 - 1)\alpha_{br}$ и $(2 - e_6)\alpha_{br}$, пропорциональные фазам двупарного и однопарного зацепления, устанавливают целые числа $o_2 + o_1 = o$ дискретных углов $\Delta\alpha$ для каждой фазы зацепления;
- строят диаграммы парности зацепления последовательно для каждого из n_p спутников (рис. 2, а);
- рассчитывают по формулам (4) и (5) значения коэффициентов k_{ij} , углов $\Delta\alpha_{ij}$ и i_{ij} для каждой пары соседних спутников последовательно по окружности;
- строят график ступенчатой функции приведенной жесткости $c_y(\alpha) = c_z N_z(\alpha)$ суммированием последовательно по участкам зацепления значений характеристики N_z для всех n_p спутников (рис. 2, б);
- получают функцию $c_y(t)$ в результате замены переменной $\alpha = \omega t$ для функции $c_y(\alpha) = c_z N_z(\alpha)$.

Расчеты по приведенному алгоритму выполнены для передачи ПКР *Raba 118.77* со следующими параметрами: $e_6 = 1,42$, $z_s = 26$, $z_p = 19$, $z_r = 64$, $m = 3,25$ мм, $n_p = 3$ [8]. В результате определены коэффициенты смещения осей спутников $k_{ij} = (0,4; 0,2; -0,6)$, углы смещения $\Delta\alpha_{ij} = (2^\circ 15'; 1^\circ 7'; -3^\circ 38')$ и ориентации i_{ij} (рис. 3), среднее $c_0 = 4,5c_z$ и амплитудное $c_A = 0,5c_z$ значения функции жесткости, коэффициент пульсации $m = c_A / c_0 = 1/9$. Установлено, что при неравномерном окружном расположении осей спутников функция жесткости $c(t)$ становится более равномерной, коэффициент пульсации m снижается до 3-х раз, что способствует понижению структурной виброактивности ПКР.

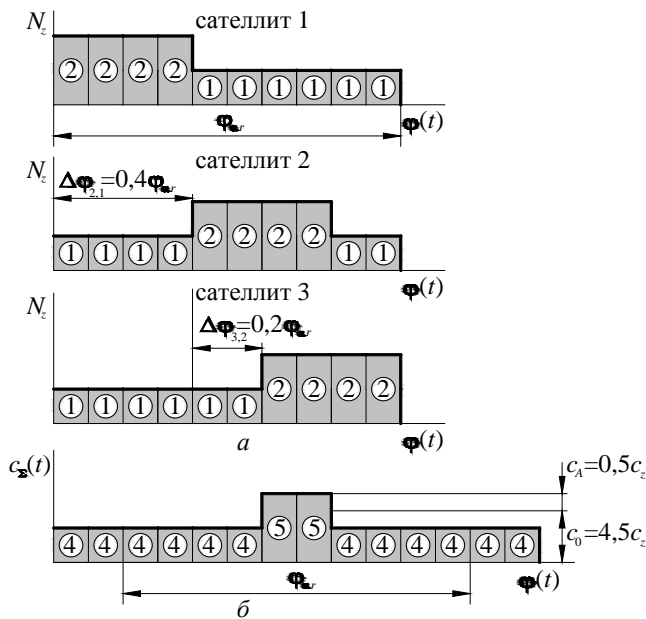


Рис. 2. Диаграммы (а) парности зацеплений и график (б) функции приведенной жесткости $c_y(\alpha)$ для ПКР *Raba 118.77*

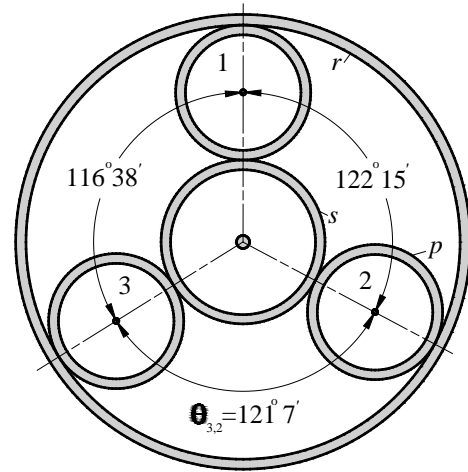


Рис. 3. Схема расположения спутников для передачи ПКР *Raba 118.77*

Моделирование структурных параметрических колебаний эпицикла
 Параметрические колебания эпицикла определяются дифференциальным уравнением

$$I_r \ddot{q} + (c_0 \pm c_A) q = 0,$$

где I_r – осевой момент инерции эпицикла относительно оси вращения; q – обобщенная координата. В результате преобразований, получено

$$\ddot{q} + k_0^2 (1 \pm m) q = 0, \tag{6}$$

где

$$k_0^2 = c_0 / I_r, \quad m = c_A / c_0, \tag{7}$$

k_0 – частота свободных колебаний эпицикла.

Период пульсации $T_c = 2\pi/\omega$ функции $c(t)$ рассмотрен по участкам (рис. 1), на каждом из которых дифференциальное уравнение (6) имеет постоянные коэффициенты. Для решения использован метод приспособывания. Начало периода T_c изменения функции $c(t)$ совмещено с началом отсчета времени (см. рисунок 1, б). В соответствии с уравнением (6) получено

$$\text{при } 0 \leq t < T_1 \Rightarrow \ddot{q} + k_0^2 (1+m) q = 0, \tag{8}$$

и

$$T_1 \leq t < T_c \Rightarrow \ddot{q} + k_0^2 (1-m) q = 0. \tag{9}$$

Решения уравнений (8) и (9) с постоянными коэффициентами имеют вид

$$\begin{aligned} q_1 &= C_1 \sin k_1 t + C_2 \cos k_1 t; \quad q_2 = D_1 \sin k_2 t + D_2 \cos k_2 t, \\ k_1 &= k_0 \sqrt{1+m}; \quad k_2 = k_0 \sqrt{1-m}, \end{aligned} \tag{10}$$

где постоянные коэффициенты C_1, C_2, D_1, D_2 устанавливаются из дополнительных условий.

В момент времени $t = T_1$ на границе участков должны выполняться условия равенства обобщенных координат q и скоростей \dot{q} . Из этих условий получено

$$\left. \begin{aligned} C_1 \sin \frac{k_1 T_c}{2} + C_2 \cos \frac{k_1 T_c}{2} &= D_1 \sin \frac{k_2 T_c}{2} + D_2 \cos \frac{k_2 T_c}{2}; \\ k_1 \left(C_1 \cos \frac{k_1 T_c}{2} - C_2 \sin \frac{k_1 T_c}{2} \right) &= k_2 \left(D_1 \cos \frac{k_2 T_c}{2} - D_2 \sin \frac{k_2 T_c}{2} \right) \end{aligned} \right\}. \tag{11}$$

По истечению периода T_c обобщенная координата и обобщенная скорость изменяются в l раз (l – некоторое число). Движение в следующем периоде начинается при измененных в l раз начальных условиях, т.е. при измененном масштабе. Соответственно в начале и конце периода T_c установлены следующие условия:

$$l q_1(0) = q_2(T_c); \quad l \dot{q}_1(0) = \dot{q}_2(T_c). \tag{12}$$

При $|l| > 1$ колебания в каждом следующем периоде усиливаются, а при $|l| < 1$ – постепенно затухают. Следовательно, устойчивость или неустойчивость колебательной системы определяется значением $|l|$. В результате подстановки (12) в решения (10), получено

$$\left. \begin{aligned} l C_2 &= D_1 \sin k_2 T_c + D_2 \cos k_2 T_c; \\ l C_1 k_1 &= D_1 k_2 \cos k_2 T_c - D_2 k_2 \sin k_2 T_c \end{aligned} \right\}. \tag{13}$$

Система уравнений (11) и (13) однородна относительно постоянных коэффициентов C_1, C_2, D_1, D_2 и имеет отличные от нуля решения при условии

$$\begin{vmatrix} \sin \frac{k_1 T_c}{2} & \cos \frac{k_1 T_c}{2} & -\sin \frac{k_2 T_c}{2} & -\cos \frac{k_2 T_c}{2} \\ k_1 \cos \frac{k_1 T_c}{2} & -k_1 \sin \frac{k_1 T_c}{2} & -k_2 \cos \frac{k_2 T_c}{2} & k_2 \sin \frac{k_2 T_c}{2} \\ 0 & \text{л} & -\sin k_2 T_c & -\cos k_2 T_c \\ k_{1\text{л}} & 0 & -k_2 \cos k_2 T_c & k_2 \sin k_2 T_c \end{vmatrix} = 0. \quad (14)$$

Раскрыв определитель (14), получено

$$\text{л}^2 - 2A\text{л} + 1 = 0, \quad (15)$$

$$\left. \begin{aligned} \text{где } A &= \cos \frac{k_1 T_c}{2} \cos \frac{k_2 T_c}{2} - \frac{k_1^2 + k_2^2}{2k_1 k_2} \sin \frac{k_1 T_c}{2} \sin \frac{k_2 T_c}{2} = \\ &= \cos(\pi\beta\sqrt{1+\mu}) \sin(\pi\beta\sqrt{1-\mu}) - \frac{1}{\sqrt{1-\mu^2}} \sin(\pi\beta\sqrt{1+\mu}) \cos(\pi\beta\sqrt{1-\mu}) \end{aligned} \right\}, \quad (16)$$

$$B = \frac{k_0 T_c}{2p} = \frac{k_0}{\psi}. \quad (17)$$

Коэффициент рассогласования частот ν представляет отношение среднего значения собственной частоты k_0 к частоте ψ пульсации функции жесткости $c(t)$.

Корни уравнения (15) имеют вид

$$\lambda_1 = A - \sqrt{A^2 - 1}; \quad \lambda_2 = A + \sqrt{A^2 - 1}. \quad (18)$$

Для данной задачи числа λ_1 и λ_2 вещественные, следовательно

$$|A| > 1. \quad (19)$$

Возможны два случая: $A > 1 \Rightarrow \lambda_2 > 1$ и $A < -1 \Rightarrow |\lambda_1| > 1$, причем в обоих случаях модуль одного из корней (18) больше единицы. При выполнении условия (18) с каждым новым периодом колебания будут усиливаться. Следовательно, неравенство (19) представляет собой не только условие вещественности масштабного множителя λ , но и условие возникновения параметрического резонанса.

Исследование устойчивости колебаний эпицикла

Из уравнения (16) при $m = 0$ получено $A = \cos^2(p\psi) - \sin^2(p\psi) = \cos(2p\psi)$, т.е. при произвольных значениях ψ имеем $|A| \leq 1$. Равенство $|A| = 1$, соответствующее условию параметрического резонанса, выполняется, если аргумент $2p\psi$ удовлетворяет условию

$$2p\psi = p\psi_j \quad \psi_j = 1, 2, \dots, \text{ т.е. } \psi = \frac{2k_0}{\psi_j}, \quad \psi_j = 1, 2, \dots \quad (20)$$

где значение $\psi_j = 1$ соответствует первому (основному) параметрическому резонансу, $\psi_j = 2$ – второму и т.д.

Для критических значений частоты пульсации при параметрическом возбуждении по закону квазипрямоугольного синуса (6) условие (20) не зависит от соотношения частей периодов T_1 и T_2 (рис. 1, б), а также от числа участков с постоянной жесткостью [10]. Также доказано, что условие (20) совпадает с соответствующими условиями для значений критической частоты при параметрическом возбуждении по закону обычного синуса (косинуса)

$$\ddot{q} + k_0^2 (1 - m \cos \psi) q = 0. \quad (21)$$

Решениями уравнения (21) являются специальные функции Матъе. Как и для уравнения (6) эти решения могут быть либо ограниченными, либо неограниченно возрастающими. Выделение соответствующих этим решениям областей параметров

$$a = 4v^2; \quad b = 2mv^2 = ma/2. \tag{22}$$

позволяет сформировать диаграмму устойчивости Айнса-Стретта (рис. 4).

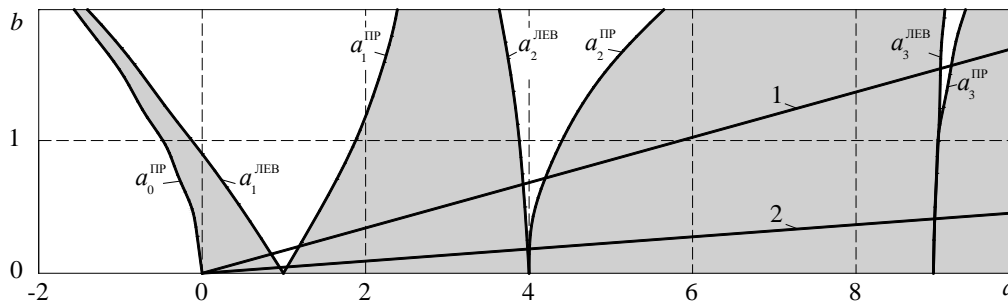


Рис. 4. Диаграмма устойчивости параметрических колебаний (затенены области устойчивых колебаний)

Применяя метод гармонического баланса, получены следующие уравнения для границ областей устойчивых колебаний

$$\left. \begin{aligned} a_0^{ПР} &= -\frac{1}{2}b^2 + \frac{7}{128}b^4 - \dots; & a_1^{ПР} &= 1 + b - \frac{1}{8}b^2 - \frac{1}{64}b^3 - \frac{1}{1536}b^4 + \dots; \\ a_1^{ЛЕВ} &= 1 - b - \frac{1}{8}b^2 + \frac{1}{64}b^3 - \frac{1}{1536}b^4 - \dots; & a_2^{ПР} &= 4 + \frac{5}{12}b^2 - \frac{763}{13824}b^4 + \dots; \\ a_2^{ЛЕВ} &= 4 - \frac{5}{12}b^2 + \frac{5}{13824}b^4 - \dots \end{aligned} \right\}. \tag{23}$$

Практический интерес представляют области неустойчивости, расположенные вблизи горизонтальной оси, т.е. при $a = 1; 4; 9; \dots$:

$$a = 4v^2 = o^2 \Rightarrow v = o/2, \text{ где } o = 1, 2, \dots \tag{24}$$

Условия возникновения параметрического резонанса (20) и (24) совпадают.

Исследование областей параметрического резонанса

Для механических систем зоны устойчивости и неустойчивости параметрических резонансов на диаграмме Айнса-Стретта ограничены сверху наклонными прямыми

$$b = ma/2. \tag{25}$$

Точки M_1, M_2, \dots, M_6 пересечения прямых (25) и граничных кривых (24) на диаграмме (рис. 5) соответствуют границам неустойчивости периодических колебаний эпицикла. Ширину областей неустойчивых колебаний характеризуют отрезки прямых M_1M_2, M_3M_4, M_5M_6 .

Для трехсателлитного ПКР при равномерном окружном расположении осей спутников коэффициент пульсации жесткости $m = c_A/c_0 = 1/3$, следовательно, граничная линия (рис. 5, линия 1) соответствует уравнению $b = a/6$, а границам неустойчивости колебаний – точки на отрезке M_1M_2 . Для сужения области неустойчивости параметрических колебаний необходимо уменьшать значение коэффициента m пульсации жесткости. С этой целью в практике проектирования коробок передач современных автомобилей успешно применяется асимметричное расположение спутников по окружности [5].

Для трехсателлитного ПКР со смещением осей спутников (см. рисунки 2, 3) коэффициент

пульсации жесткости $m = c_A/c_0 = 1/9$ и уравнение граничной прямой (линия 2 на рис. 5) имеет вид $b = a/18$. Границам неустойчивости соответствуют точки на отрезке $L_1 L_2$. Таким образом, неравномерное расположение сателлитов обеспечивает значительное сужение области неустойчивых колебаний эпицикла.

Параметрическим резонансам соответствуют точки граничных кривых, лежащие на оси a с координатами $a = 1; 4; 9; \dots$ (см. рисунок 5). При этом наиболее важен случай $a = 1$. Из уравнения (20) при $a = 1$ получено условие $k_0 = 0,5\omega$, соответствующее проявлению основного параметрического резонанса, когда среднее значение собственной частоты вдвое меньше частоты параметрического возбуждения.

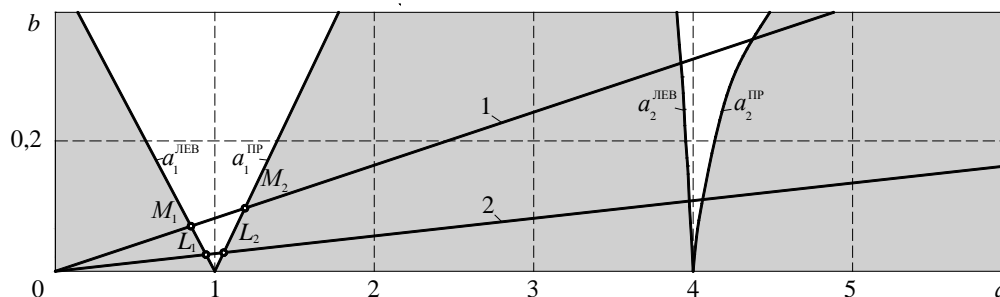


Рис. 5. Фрагмент диаграммы устойчивости параметрических колебаний эпицикла передачи ПКР Raba 118.77 при равномерном (линия 1) и неравномерном (2) расположении сателлитов

При значительной глубине пульсации функции $c_y(t)$ и существенном отличии коэффициента пульсации m от нуля параметрический резонанс возникает в областях значений a , расположенных вблизи значений (20), при этом, чем больше величина m , тем шире эти области. Известно, что благодаря слою смазки линейное демпфирование в зубчатых передачах несколько сужает области неустойчивости колебаний, не ограничивая их по амплитуде. Параметрический резонанс более опасен по сравнению с линейным тем, что возрастание амплитуды колебаний происходит по уравнению геометрической прогрессии и может инициировать развитие усталостных трещин в ободу эпицикла [9]. Для конструкции ПКР Raba 318.78 имеется возможность полностью исключить параметрический резонанс эпицикла смещением осей сателлитов (рис. 6, 7).

Для типовых конструкций ПКР значение параметра $b < 0,1$. Уравнения (24) представляют собой сходящиеся степенные ряды. Для численной оценки точности вычислений в уравнениях (24) принято $b = 0,1$.

Получено

$$a_1^{ЛБ} = 1 - b - \frac{1}{8}b^2 + \frac{1}{64}b^3 = 1 - 0,1 - \frac{1}{8}0,1^2 + \frac{1}{64}0,1^3 = 1 - 0,1 - 0,0012 + 0,00001 \approx 0,9;$$

$$a_1^{ПР} = 1 + b - \frac{1}{8}b^2 - \frac{1}{64}b^3 = 1 + 0,1 - \frac{1}{8}0,1^2 - \frac{1}{64}0,1^3 = 1 + 0,1 - 0,0012 - 0,00001 \approx 1,1.$$

Следовательно, при установлении границ областей неустойчивых колебаний эпицикла ПКР достаточен учет первых двух слагаемых. Для диаграмм устойчивости протяженность области устойчивости характеризуется шириной отрезка области неустойчивости, а именно отрезками M_1M_2 и L_1L_2 . Координаты точек пересечения прямыми 1 и 2 с граничными кривыми $a_1^{ЛБ}$ и $a_1^{ПР}$: $M_1(6/7; 1/7)$, $M_2(6/5; 1/5)$; $L_1(18/19; 1/19)$, $L_2(18/17; 1/17)$. Длины отрезков: $M_1M_2 = 0,34$; $L_1L_2 = 0,11$. Длина отрезка M_1M_2 превышает длину L_1L_2 в 3,1 раза, что свидетельствует об уменьшении зоны неустойчивости.

В результате расчетов для передачи ПКР Raba 318.78 с параметрами $e_6 = 1,42$, $z_s = 26$, $z_p = 19$, $z_r = 64$; $m = 3,25$ мм, $n_p = 5$ определены: коэффициенты и углы смещения осей сателлитов $k_{ij} = (0,2; 0,2; -0,2; -0,2; 0,0)$, $\Delta\varphi_{ij} = (1^\circ34'; 1^\circ34'; -1^\circ34'; -1^\circ34'; 0^\circ)$, при которых функция приведенной жесткости $c_y(t) = \text{const}$ (рис. 6, 7), что исключает причины возникновения параметрических колебаний эпицикла.

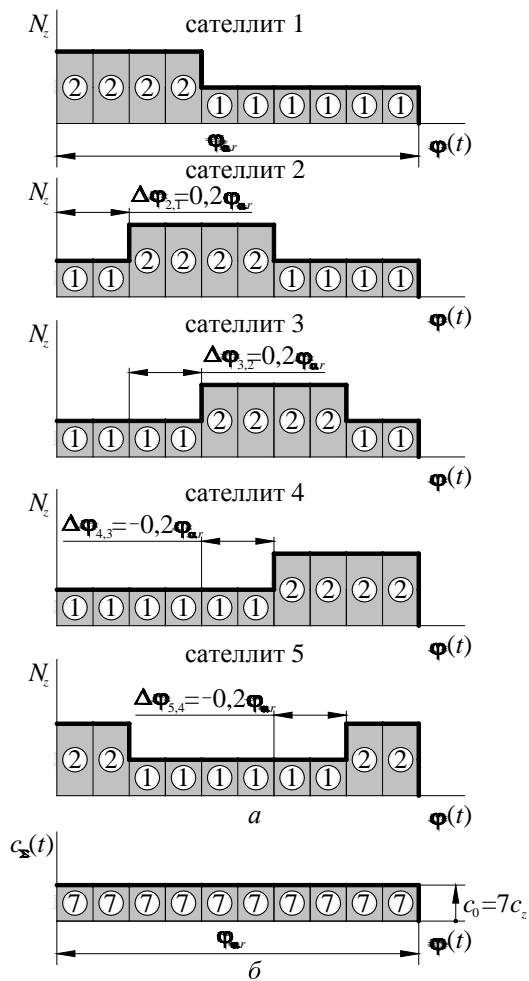


Рис. 6. Диаграммы (а) парности зацеплений и график (б) функции приведенной жесткости для ПКР Raba 318.78

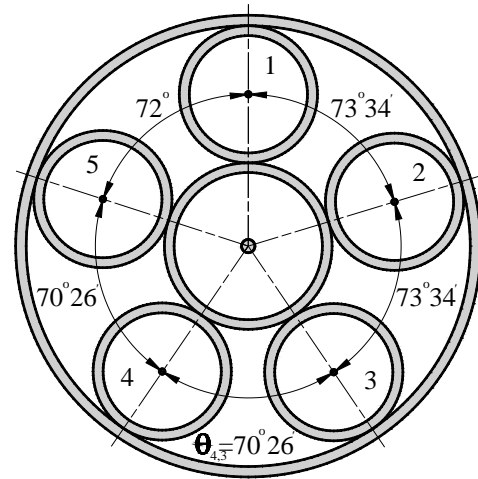


Рис. 7. Схема оптимального расположения сателлитов для передачи ПКР Raba 318.78

Выводы

1. Установлено, что ширина области неустойчивости параметрических колебаний эпицикла для передачи типа $2k-h$ зависит от коэффициента μ пульсации жесткости зубчатого зацепления. Подтвержден положительный эффект влияния неравномерного окружного расположения осей сателлитов на глубину пульсации жесткости многопоточного зацепления и сужение области неустойчивости параметрических колебаний эпицикла.
2. Разработана методика и алгоритм определения углового положения осей сателлитов, обеспечивающего снижение амплитуды параметрических колебаний многопарных зубчатых зацеплений при различных значениях коэффициента перекрытия.
3. Результаты расчетов на примере конструкций редукторов Raba 118.77 и 318.78 подтверждают возможность снижения виброактивности и повышения надежности ПКР в составе трансмиссии колесного авто- и электротранспорта путем неравномерного окружного расположения осей сателлитов.

Список используемой литературы

1. Lin, J. Structured vibration characteristics of planetary gears with unequally spaced planets / J. Lin, G. Parker // Journal of Sound and Vibration. – 233 (5), 2000, P. 921 – 928.
2. Parker, R. G. Vibration modes of planetary gears with unequally spaced planets and elastic ring gear / R. G. Parker, Wu Xionghua // Journal of Sound and Vibration, – 329. – 2010, P. 2265 – 2275.
3. Гутиря, С. С. Моделирование частотных характеристик планетарного колёсного редуктора троллейбуса

- / С. С. Гутиря, В. П. Ягліньський, А. М. Чанчін // Вісник НТУ “ХПІ”. Зб. наук. праць. Серія: Машинознавство та САПР, X: НТУ “ХПІ”. – 2013. – № 1(975). – С. 35–43.
4. Гутиря, С. С. Частотный анализ колебаний планетарного колесного редуктора / С. С. Гутиря, В. П. Яглинский, А. Н. Чанчин // Вестник Гомельского государственного технического университета им. П.О. Сухого. Научно-практический журнал. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого. – 2015. – № 2 (61). – С. 3 – 11.
 5. Gradu, M. Planetary Gears with Improved Vibration Behavior in Automatic Transmissions / M. Gradu, K. Langenbeck, B. Breunig // Intern. Conf. on Gears. – VDI-Berichte: 1230. – Dusseldorf: VDI Verl., 1996. – P. 861 – 879.
 6. Roloff / Matek. Maschinenelemente. Normung, Berechnung, Gestaltung / H. Wittel, D. Muhs, D. Jannasch, J. Voßiek. – Auflage 22. – Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2015. – 840 s.
 7. Гутиря, С. С. Навантаженість, точність та віброактивність колісних редукторів / С. С. Гутиря, В. П. Ягліньський, А. М. Чанчін // Проблеми обчислювальної механіки і міцності конструкцій: Зб. наук. праць. Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2015. – Вип. 24. – С. 57 – 69.
 8. Чанчін, А. М. Моделювання показників жорсткості епіциклу у складі планетарного колісного редуктора / А. М. Чанчін // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. Зб. наук. праць. Серія: “Проблеми механічного приводу”. – X.: НТУ “ХПІ”. – 2015. – № 34 (1143). – С. 144 – 153.
 9. Rand, R. H. Fractional Mathieu equation / R. H. Rand, S. M. Sah, M. K. Suchrsky // Commun Nonlinear Sci Numer Simulat. – 2010. – Vol. 15. – P. 3254 – 3262.
 10. Меркин, Д. Р. Введение в теорию устойчивости движения // Д. Р. Меркин. – М.: Наука. – 1987. – 304 с.

ТЕХНОЛОГІЯ ЛЕГКОЇ І ХАРЧОВОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 677.11.021

Г.А. БОЙКО,

Херсонський національний технічний університет

О.А. УХАНОВА

Економіко-технологічний технікум Херсонського національного технічного університету

ВИЗНАЧЕННЯ ПРИДАТНОСТІ ВОЛОКОН ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО РІЗНИХ СОРТІВ ДО ПРЯДІННЯ

В статті науково обґрунтовано придатність до прядіння дев'яти сортів льону олійного. Розглянуто актуальну проблему, заміну бавовняного волокна в текстильній промисловості на вітчизняну сировину – льон олійний. У роботі було проведено систематичні дослідження фізико-механічних характеристик волокон льону олійного різних сортів з визначенням найкращого для поєднання його в суміші з іншими натуральними та хімічними волокнами та подальшим застосуванням його в текстильній промисловості.

Ключові слова: прядіння, волокно льону олійного, фізико-механічні характеристики, придатність.

Г.А. БОЙКО,

Херсонский национальный технический университет

О.А. УХАНОВА

(Экономико-технологический техникум Херсонского национального технического университета)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРИГОДНОСТИ ВОЛОКОН ЛЬНА МАСЛИЧНОГО РАЗНЫХ СОРТОВ К ПРЯДЕНИЮ

В статье научно обосновано пригодность к прядению девяти сортов льна масличного. Рассмотрена актуальная проблема, замена хлопкового волокна в текстильной промышленности на отечественное сырье - лен масличный. В работе было проведено систематические исследования физико-механических характеристик волокон льна масличного разных сортов с определением лучшего для объединения его в смеси с другими натуральными и химическими волокнами и последующим применением его в текстильной промышленности.

Ключевые слова: прядение, волокно льна масличного, физико-механические характеристики, пригодность.

G.A. BOYKO

Kherson National Technical University

O.A. UHANOVA

Economic Technological College Kherson National Technical University

DETERMINATION OF MERCHANTABILITY OIL FLAX FIBERS SPINNING DIFFERENT VARIETIES ON

The article scientifically grounded suitability for spinning nine varieties of oil flax. The actual problem, replace the cotton fibers in the textile industry for domestic raw material - oil flax. The paper conducted a systematic study of physical and mechanical properties of fiber oil flax of various grades of determining the best combination for its mixed with other natural and chemical fibers and its subsequent use in the textile industry.

Keywords: spinning, fiber oil flax, physical and mechanical characteristics, suitability.

Постановка проблеми

Текстильний сектор в усьому світі є однією з провідних галузей економіки, що значною мірою забезпечує формування державного бюджету. Проте в Україні ця сфера діяльності вже багато років перебуває у стані перманентної системної кризи [1]. На даний час ефективність підприємств легкої промисловості України досить низька: товари, які випускають підприємства цієї галузі, значно поступаються за якістю та кількістю продукції розвинених країн; продуктивність праці порівняно низька; витрати на виробництво продукції в галузі занадто високі порівняно зі світовим рівнем [2]. Відсутність

реальної конкуренції спричиняє завищення цін, спонукає продавати продукцію низької якості. Збільшення цін на натуральну закордонну сировину призводить до зростання вартості готової продукції ще на початковій стадії її виготовлення. На сьогодні виробництво товарів із текстильних волокон знаходиться в сировинній залежності від бавовносіючих держав, що є дуже небезпечним для галузі. Тому, враховуючи світову економічну нестабільність, не всі верстви населення можуть дозволити собі споживати якісну продукцію, оскільки існує закономірність: підвищення якості продукції спричиняє збільшення її вартості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

В зв'язку з цим, в нашій країні та за кордоном проводяться роботи по виробництву із льону-довгунця катоніну та його використання в суміші з бавовною, вовною та хімічними волокнами для виготовлення текстильних та трикотажних виробів [3]. Нова технологія отримання з короткого волокна льону-довгунця шляхом його обезкострювання та інших способів облагороджування бавовноподібного лляного волокна – катоніну, повинна була забезпечити легку промисловість власною сировиною. Але за даними Державного комітету статистики України, з 2006 по 2015 роки в нашій державі посівні площі льону-довгунця зменшилися з 16,3 тис. га до 1,0 тис. га, у результаті чого лляна сировина для виробництва текстильної продукції та виготовлення катоніну стала майже відсутньою [4]. Однак у цей самий час спостерігалось значне збільшення посівних площ льону олійного, який може стати достойною альтернативою, катонізованим волокнам льону-довгунця. Тому останнім часом дослідження в текстильній галузі спрямовані на використання натуральних волокон, які не повинні імпортуватися в Україну. Провідними закордонними науковцями В.В. Живетіним, Л.Н. Гінзбургом, Є.Л. Пашиним (Росія), Л. Мурфі, Х. Берінг, Х. Віеланд (Німеччина), Р. Козловським (Польща), П.Л. Каполетто (Італія), Чурсіною Л.А. (Україна), доведено, що волокно льону олійного відрізняється високими гігієнічними властивостями, але має низьку міцність. Таким чином, розроблення вітчизняного прядива, дасть можливість забезпечити текстильну галузь України, якісною та доступною сировиною.

Формулювання мети дослідження

Метою даних експериментальних досліджень є визначення придатності основних сортів волокон льону олійного до прядіння та подальшого застосування його в сумішах з іншими натуральними та хімічними волокнами.

Викладення основного матеріалу дослідження

Специфікою ринку короткого волокна з льону олійного є наступна обставина – виготовлення пряжі та текстильної продукції є інноваційним для України. Тому організація промислового виробництва конкурентоспроможних високоякісних товарів на основі порівняно дешевої, щорічно відновлюваної лляної сировини є прикладом комплексного вирішення економічних і соціальних проблем. Впровадження принципово нових технологій комплексної переробки льону олійного в Україні – це перший крок до виходу вітчизняних виробників на європейський ринок з інноваційною продукцією, яка може повністю конкурувати з імпортними товарами.

Тому, з метою створення на основі волокон льону олійного змішаної пряжі, придатної для виробництва текстильних виробів, у даній роботі було проведено систематичні дослідження фізико-механічних характеристик волокон льону олійного різних сортів: Айсберг, Віра, ВНІМК, Дебют, Золотистий, Ківіка, Орфей, Південна ніч і Ручеек, а також їх різних відсоткових поєднань з іншими натуральними та хімічними волокнами. У суміші з волокном льону олійного використовували два типи натуральних волокнистих компонентів: волокна бавовни й вовни та три види хімічних волокон: поліакрилонітрильні (нітрон), поліефірні (лавсан) і поліамідні (капрон).

Для створення змішаної пряжі було досліджено товарознавчу цінність головного компонента суміші – волокна льону олійного – за його основними споживними характеристиками. Волокна льону олійного були одержані на модернізованому куделеприготувальному агрегаті в умовах Старосамбірського льонокомбінату за технологією, запропонованою в роботі Г.А. Тіхосової [5]. Процес отримання волокон на модернізованому КПАЛ складається з технологічних стадій обробки сировини в м'яльній машині куделеприготувального агрегату й тіпання пром'ятого шару матеріалу в тіпальній машині з подальшим очищенням волокна на машині грубого чесання. Технологічна схема модернізованого куделеприготувального агрегату подана на рис. 1, а параметри обробки стебел трести льону олійного наведені в табл. 1.

Після обробки стебел льону олійного на куделеприготувальному агрегаті було визначено кількість волокна, одержаного з однієї тонни трести. Цей показник враховували для визначення економічної ефективності та доцільності переробки стебел трести льону олійного з метою одержання волокна, придатного до застосування в текстильному виробництві. Результати визначення виходу волокна з трести льону олійного різних сортів наведені на рис. 2.

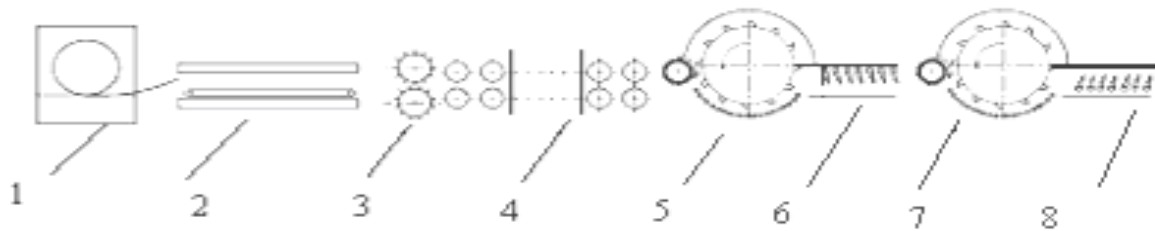


Рис. 1. Технологічна схема модернізованого куделеприготувального агрегату для отримання волокон льону олійного:

1 – рулонорозмотувач РЛР-1500; 2 – сушильна машина; 3 – кілковий живильник; 4 – м'яльна машина; 5 – тіпальний модуль машини «Charles»; 6 – трясильна машина з верхнім гребінним полем; 7 – тіпальний модуль машини «Charles»; 8 – трясильна машина з нижнім гребінним полем

Таблиця 1

Традиційні параметри обробки стебел трести льону олійного на модернізованому КПАЛ в умовах Старосамбірського льонокомбінату

№ з/п	Найменування параметрів обробки	Параметри режимів обробки
Трясильна частина		
1.	Швидкість подавання шару сировини	33 м/с
2.	Щільність шару оброблюваної сировини	0,40 кг/м ²
3.	Кут розмаху голок	55°
М'яльна частина		
4.	Глибина заходження рифлів	9,5 мм
5.	Частота обертання м'яльних вальців з 1-ої до 18-ої пари	74 об/хв
6.	Частота обертання 19-ої пари вальців	89 об/хв
Тіпальна частина		
7.	Частота обертання тіпальних модулів	360 об/хв
8.	Кількість механічних дій на матеріал	23
9.	Ширина зазору між тіпальним ножом і бильною планкою	6,0 мм

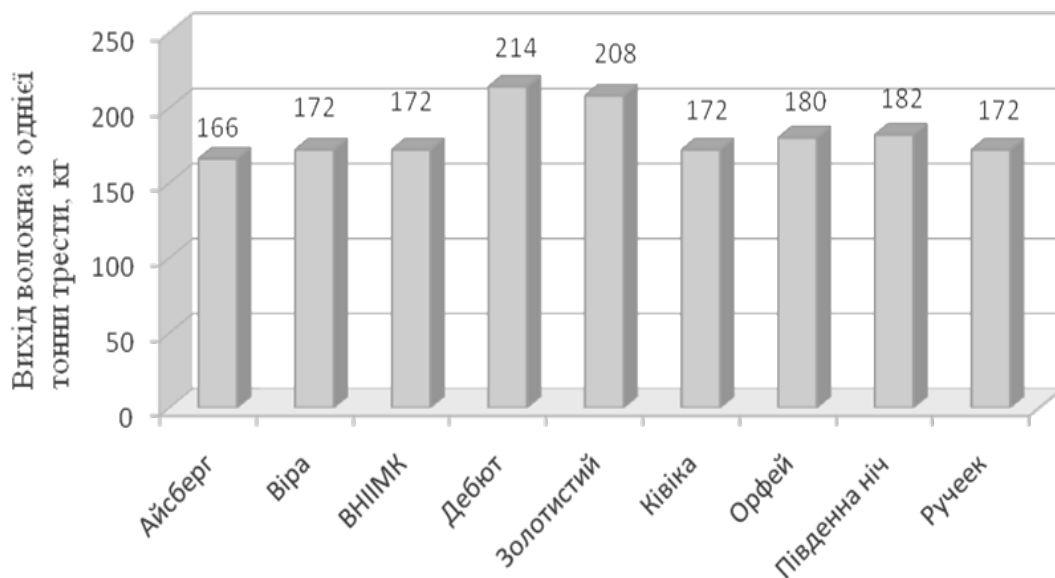


Рис. 2. Діаграма виходу волокна з 1 тонни трести льону олійного різних сортів

Аналіз рис. 2 свідчить, що вихід волокна з однієї тонни трести всіх досліджуваних сортів льону олійного знаходиться в межах 166-214 кг. Отже, у стеблах цієї культури міститься приблизно 17-21 % волокна, тоді як вміст лубу в стеблах високоволокнистих сортів льону-довгунця досягає 35 % [6]. Однак,

незважаючи на те, що в стеблах льону олійного волокна на 10-15 % менше, ніж у стеблах льону-довгунця, ця сировина може бути гідною альтернативою льону-довгунцю.

Однією з найважливіших фізико-механічних характеристик, яка свідчить про придатність волокон того чи іншого сорту льону олійного до використання в суміші з різними натуральними та хімічними волокнами, є довжина волокон у жмутах досліджуваних сортів. Тому для кращого аналізу прядильної здатності волокон усіх дев'яти сортів льону олійного було визначено довжину волокон. Довжина волокон цієї культури неоднакова, тому зазвичай за формулою вираховують їх середньоарифметичну довжину. Отримані дані наведені на рис. 3.

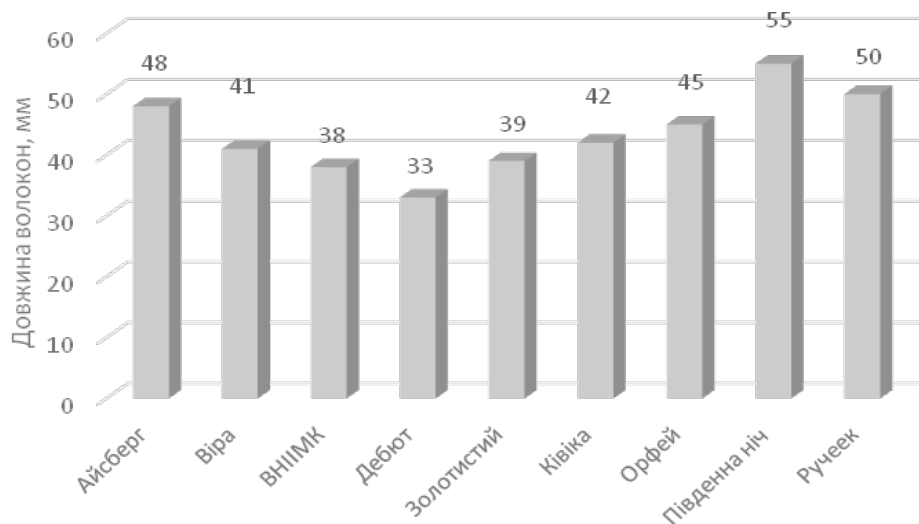


Рис. 3. Діаграма середньої довжини волокон льону олійного різних сортів

Аналіз рис. 3 свідчить, що середня довжина волокон усіх досліджуваних сортів льону олійного знаходиться в межах 33-55 мм. Найменша середня довжина волокон спостерігається у сорту Дебют – 33 мм, а найбільша, яка дорівнює 55 мм, – у сорту Південна ніч.

Довжина волокон є однією з головних характеристик прядильної здатності, яка зумовлює вибір способу їх прядіння, а також впливає на властивості готової пряжі. Тому, аналізуючи вищевикладене, можна зробити висновок, що середня довжина волокон усіх сортів льону олійного є достатньою для застосування їх у суміші з різними натуральними та хімічними компонентами з метою виготовлення змішаної пряжі.

Для більш детального вивчення волокон, що містяться в стеблах льону олійного, одночасно з визначенням середньої довжини волокон різних сортів цієї культури було досліджено ще один якісний показник – масову частку волокон за довжиною, яка характеризує тонину волокон. Одержані результати подані на рис. 4.

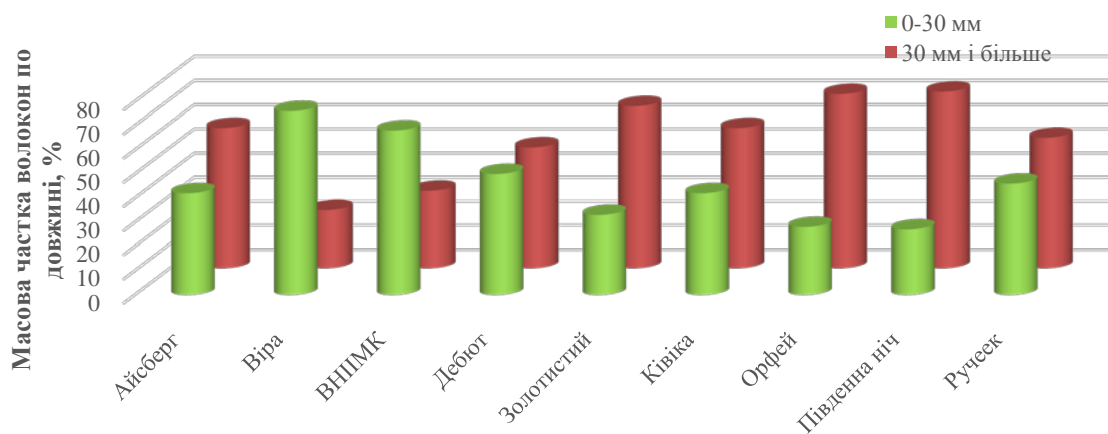


Рис. 4. Діаграма розподілу масової частки волокон льону олійного різних сортів за довжиною

Аналізуючи наведені на рис. 4 діаграми розподілу за довжиною масової частки волокон льону олійного сортів Айсберг, Віра, ВНІМК, Дебют, Золотистий, Ківіка, Орфей, Південна ніч і Ручеєк, можна зробити висновок, що середня масодовжина лляних волокон знаходиться в межах від 30 до 45 мм, тобто в стеблах льону олійного містяться переважно короткі волокна. Ці показники аналогічні середнім статистичним даним для бавовняних волокон, середня довжина яких дорівнює 35-45 мм.

Таким чином, аналіз діаграм, наведених на рис. 2-4, свідчить, що коротковолокнистий льон олійний усіх сортів має необхідні властивості для застосування в прядильному виробництві.

Узагальнені результати досліджень розподілу волокон льону олійного різних сортів за довжиною подані в табл. 2.

Таблиця 2

Розподіл волокон льону олійного різних сортів за довжиною

Сорти льону олійного	Середня довжина, мм	Масова частка волокон, %	
		Група волокон з довжиною 0-30 мм	Група волокон з довжиною 30 мм і більше
Айсберг	29,7	42	58
Віра	39,7	76	24
ВНІМК	25,0	68	32
Дебют	29,9	50	50
Золотистий	33,8	33	67
Ківіка	31,8	42	58
Орфей	45,0	28	72
Південна ніч	43,7	27	73
Ручеєк	37,5	46	54

Опираючись на попередні дослідження, з метою створення на основі льону олійного змішаної пряжі, був обраний для прядіння один сорт льону олійного Віра, який останні декілька років у достатній кількості висівається на полях ДПДГ «Асканійське». Ці дослідження були спрямовані на визначення основних експлуатаційних характеристик волокон, виділених із стебел трести льону олійного даного сорту, для з'ясування можливості їх прядильної здатності та використання їх у текстильних виробках.

Висновки

Враховуючи вищезазначене можна стверджувати, що волокна, які містяться в стеблах льону олійного, мають товарознавчу цінність не тільки для виробників целюлози, нетканих, композиційних матеріалів а й для підприємств із виготовлення текстильних виробів.

Тому на даний час особливої актуальності набуває створення екологічно чистого вітчизняного текстилю із змішаної пряжі на основі волокон льону олійного, оскільки його реалізація сприятиме підвищенню рентабельності вирощування льону олійного й вирішенню проблем кризового стану вітчизняної економіки та забезпечення текстильною сировиною підприємств багатьох галузей промисловості з метою одержання широкого асортименту текстильних товарів.

Список використаної літератури

1. Наумов О.Б. Розвиток текстильної промисловості та її сировинної бази: [моногр.] / О.Б. Наумов. – Херсон: Олди-плюс, 2004. – 393 с.
2. Пиріг Л.В. Розвиток вітчизняного виробництва текстилю / Л.В. Пиріг, Г.В.Озимок: матер. міжн. практ.конф., 7 травня 2008. – Львів. – С.49-51.
3. Листопад В.О. Анализ и перспективы рынка льна и продуктов переработки / В.О. Листопад // Олійно-жировий комплекс. – 2006. – № 2. – С. 22-27.
4. Тіхосова Г.А. Використання волокна льону олійного – основа перспективного розвитку технічного текстилю в Україні / Г.А. Тіхосова, Т.М. Головенко, О.М. Літвінова // Продовольча, енергетична і екологічна проблеми: механізми вирішення: матеріали міжнар. наук.-практ. інтернет-конф., 13-14 грудня 2012 р.: тези доп. – Польща, 2012. – С. 223-226.
5. Тіхосова Г.А. Розвиток наукових основ технологій первинної переробки стебел льону олійного: [монографія] / Г.А. Тіхосова. – Херсон. – 2011. – 324 с.

УДК 664.038

Н.И.ВАЛЬКО, Е.В.ЗУБКОВА, О.В.СТОЯНОВА, А.А.ТИХОСОВА
Херсонский национальный технический университет**ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ГИПОКСИИ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ НА АКТИВНОСТЬ ГЛУТАМАТДЕКАРБОКСИЛАЗЫ**

Предложен способ повышения активности глутаматдекарбоксилазы в плодах и овощах, что будет способствовать увеличению содержания γ -аминомасляной кислоты, путем изменения условий хранения сырья перед извлечением сока.

Ключевые слова: γ -аминомасляная кислота, глутаматдекарбоксилаза, глутаминовая кислота, хранение, плоды, овощи.

М.І.ВАЛЬКО, К.В.ЗУБКОВА, О.В.СТОЯНОВА, Г.А.ТИХОСОВА
Херсонський національний технічний університет**ВПЛИВ УМОВ ГІПОКСІЇ РОСЛИННОЇ СИРОВИНИ НА АКТИВНІСТЬ ГЛУТАМАТДЕКАРБОКСИЛАЗИ**

Запропоновано спосіб підвищення активності глутаматдекарбоксилази у плодах та овочах, який буде сприяти збільшенню вмісту γ -аміномасляної кислоти, шляхом зміни умов зберігання сировини перед вилученням соку.

Ключові слова: γ -аміномасляна кислота, глутаматдекарбоксилаза, глутамінова кислота, зберігання, плоди, овочі.

М.І.ВАЛКО, К.В.ЗУБКОВА, О.В.СТОЯНОВА, Г.А.ТИХОСОВА
Kherson National Technical University**EFFECT OF HYPOXIA OF PLANT MATERIAL ON THE ACTIVITY GLUTAMATEDECARBOXYLASE**

A method for increasing the activity of glutamate decarboxylase in fruits and vegetables, which will contribute to an increase in the content of γ -aminobutyric acid, by changing the conditions of storage of raw materials before removing the juice.

Keywords: γ -aminobutyric acid, glutamatedecarboxylase, glutamic acid, storage, fruits and vegetables.

Постановка проблемы

Изменение условий функционирования ферментов приводит к их индуцированию и адаптации, что ведет к синтезу других метаболитов. Эти процессы реализованы в технологии хранения фруктов и овощей в регулируемой газовой атмосфере[1]. Термин «регулируемая атмосфера (РА)» (controlled atmosphere (CA)) является более точным и правильным по отношению к распространенному ранее термину «регулируемая газовая среда (РГС)». Суть технологии хранения в РА состоит в создании условий хранения с определенными характеристиками, которые учитывают: температурный режим хранения, относительную влажность воздуха, состав атмосферы в камере хранения, а именно, регулируемый состав в ней кислорода и углекислого газа. Технология хранения плодов и овощей в РА основана на уменьшении интенсивности дыхания за счет положительных низких температур 3...10 °С и низкого содержания кислорода (1-5 %) и углекислого газа (1-5 %). В таких условиях плоды продолжают дышать, но менее интенсивно. Математическая зависимость интенсивности дыхания от температуры базируется на правиле Вант-Гоффа, которое устанавливает зависимость между изменением температуры (на 10 °С) и соответствующей скоростью усиления или ослабления ферментативных реакций (в 2-3 раза) [2,3].

При отсутствии кислорода и умеренных температурах (20...25 °С) плоды переходят из режима аэробного дыхания к анаэробному. В этих условиях изменяется метаболизм компонентов сырья. Из углеводов образуется спирт. Свободные аминокислоты подвергаются дезаминированию и декарбоксилированию. При декарбоксилировании аминокислоты образуют амины и углекислый газ. Продукты, которые образовались при декарбоксилировании аминокислот, часто обладают физиологическим действием, а в случае декарбоксилирования дикарбоновых кислот образуются новые аминокислоты. Так из аспарагиновой кислоты образуется α -аланин, из глутаминовой - γ -аминомасляная кислота. Особенно интенсивно процессы декарбоксилирования происходят в растительной ткани [4].

Функциональной составляющей разработанных продуктов является γ -аминомасляная кислота (ГАМК). ГАМК обнаружена во многих растениях в свободном состоянии. Примером может служить ГАМК-чай. Это черный, по европейской классификации, чай, при производстве которого, на этапе ферментации, резко ограничивается доступ кислорода. В результате этого полностью изменяется характер биохимических превращений, которые происходят в листьях чая, и после такой «бескислородной» ферментации в них накапливается большое количество γ -аминомасляной кислоты.

Действие ГАМК классифицировано как нейротрансмиттерное, оно необходимо для передачи нервного импульса синапсам, благодаря чему улучшается импульсная связь между ними и работа центральной нервной системы в целом, а также происходит стабилизация кровяного давления.

γ -аминомасляная кислота принимает участие во многих метаболических превращениях, из которых наибольшее значение имеют связанные с обменом дикарбоновых аминокислот и глюкозы, в регулировании физиологического состояния нервной системы, влияя на активность нейронов и синаптическую передачу в них, обуславливая тормозной эффект. Специфическое действие ГАМК на нервную активность объясняется ее влиянием на мембранные структуры нейронов и синапсов, что выражается как в реполяризации клеточных мембран, так и действия ГАМК в качестве химического агента при передаче нервных импульсов. Рекомендовано клиническое использование ГАМК при сосудистых заболеваниях головного мозга (атеросклерозе и гипертонической болезни), при нарушении памяти, внимания и речи, при головной боли и головокружениях, динамических нарушениях мозгового кровообращения, повышении психической активности больных после инсульта и травм мозга, эндогенных депрессиях, алкогольных энцефалопатиях, отсталости умственного развития у детей с пониженной психической активностью и при предменструальном синдроме. Суточная потребность взрослого человека в ГАМК 1,5 – 2 г /сутки [5,6,7].

На основании результатов аминокислотного состава многих овощей, для исследований были выбраны: тыква, томаты, морковь и свекла. Исследуемые овощи содержат большое количество глутаминовой кислоты. Аминокислотный состав соков, полученных из выбранных овощей, представлен в табл. 1 [8].

Таблица 1

Аминокислотный состав соков

Аминокислотный состав соков				
Аминокислоты, мг/100 г продукта	Томатный сок	Морковный сок	Тыквенный сок	Свекольный сок
Незаменимые аминокислоты				
Аргинин	20	40	50	40
Валин	20	40	40	40
Гистидин	10	10	20	10
Изолейцин	20	30	30	30
Лейцин	30	40	50	40
Лизин	30	30	50	30
Метионин	10	10	10	10
Метионин+ Цистеин	20	10	10	10
Треонин	30	30	30	30
Триптофан	10	10	10	10
Фенилаланин	30	30	30	30
Заменимые аминокислоты				
Аспарагиновая кислота	140	110	100	110
Аланин	30	50	30	50
Глицин	20	20	30	20
Глутаминовая кислота	160	170	180	170
Пролин	20	20	30	20
Серин	30	30	40	30
Тирозин	10	20	40	20
Цистеин	10	10	~	10
В 100 г продукта	880 мг	640 мг	1000 мг	1500 мг

Анализ последних исследований и публикаций

Известны способы получения ГАМК путем энзиматического декарбоксилирование L-глутаминовой кислоты, где в качестве катализатора реакции применяют клетки микроорганизмов, содержащих L-глутаматдекарбоксилазы [9], а также иммобилизованная GAD [10]. Недостатком способов является низкая глутаматдекарбоксилазная активность клеток и дополнительная процедура выделения и очистки GAD для иммобилизации.

Также существует способ получения ГАМК декарбоксилированием L-глутаминовой кислоты клетками бактерий *Arthrobacter simplex* [10]. Недостатком данного способа является небольшое накопление биомассы, долгий период роста и высокие расходы биомассы на получение ГАМК (0,43 г сухой биомассы на 1 г продукта) вследствие низкой глутаматдекарбоксилазной активности штамма, который используется.

В ходе данных исследований активность глутаматдекарбоксилазы повышали путем изменений состава газовой среды.

Цель исследования

Установить возможность превращения свободной глутаминовой кислоты овощного сырья в γ -аминоасляную кислоту путем индуцирования ферментной системы плодов, а именно глутаматдекарбоксилазы под действием газовой среды.

Основной материал исследования

Для работы использовались томаты здоровые, спелые, ручного сбора, морковь, свекла и тыква. Плоды выдерживали в эксикаторе под действием пульсирующего вакуума в течении 20 мин...24 часа, при температуре 20...25 °С и относительной влажности 95 %. После выдержки овощи взвешивали и отбирали пробу для определения активности глутаматдекарбоксилазы в зависимости от pH среды, температуры и времени выдержки сырья. Зависимость активности глутаматдекарбоксилазы от данных показателей на примере моркови представлена на рис.1 – 3.

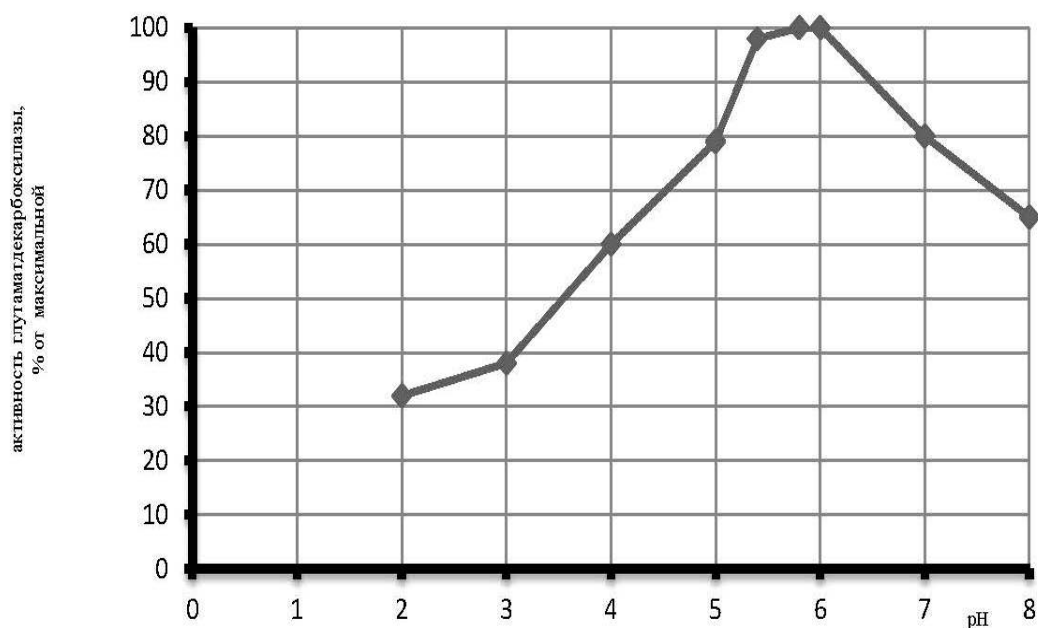


Рис.1. Активность глутаматдекарбоксилазы моркови в зависимости от pH среды

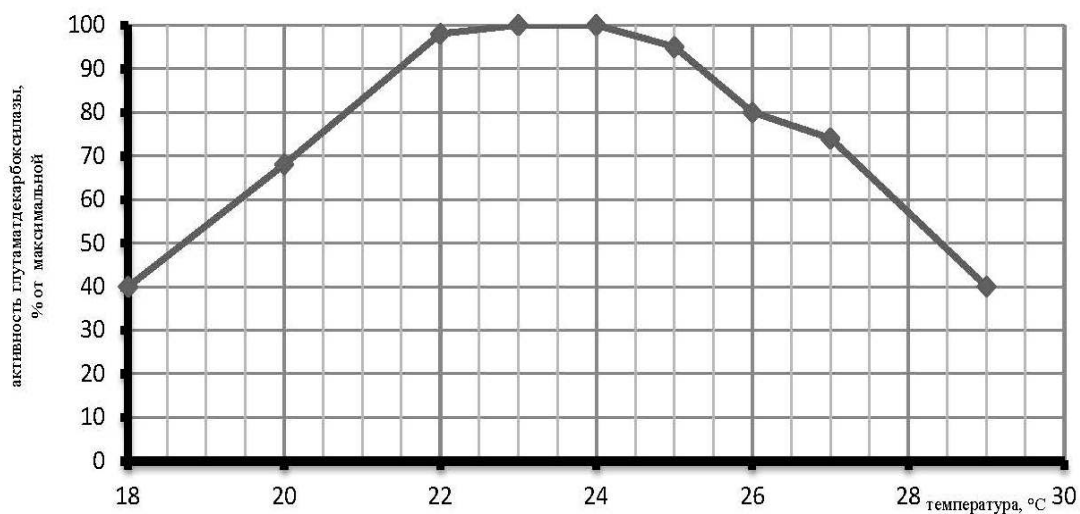


Рис.2. Активність глутаматдекарбоксілази моркви в залежності від температури выдержки сыра

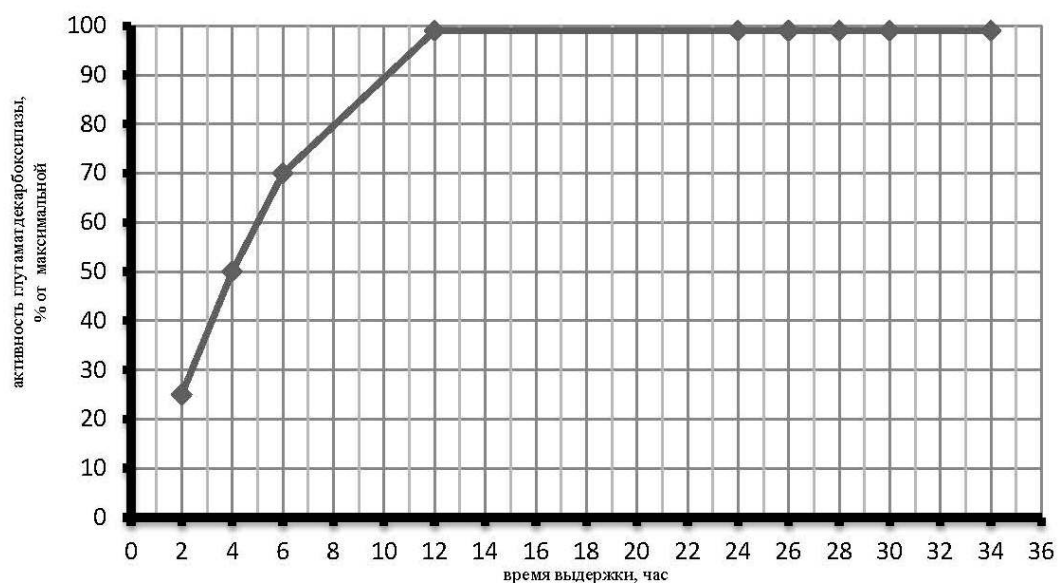


Рис.3. Активність глутаматдекарбоксілази моркви в залежності від часу выдержки сыра

Оптимальними умовами, що визначають збільшення активності ГАМК в клітках плодів, є наступні: послідовність експозиції сыра в газових середовищах різного складу (I – аеробна, II – анаеробна), температура 23 – 24 °C, тривалість 24 години.

Методика выдержки сыра поочередно в аеробних і анаеробних умовах дозволяє отримувати соки і напої, в яких кількість ГАМК становить 0,13 – 0,22 г на 100 г готового продукту. Так як добовий вжиток в ГАМК становить 1,5 – 2 г., то достатньо вжити лише 0,5 – 1 л. даного продукту для здорового людини в день.

Выводы

Таким чином, захисні реакції плодів на несприятливі умови набувають адаптаційний характер при можливості координувати їх з допомогою різних систем регулювання. Було встановлено, що активність глутаматдекарбоксілази збільшується при діянні на плоди факторів зовнішнього середовища, а саме, в умовах дефіциту кисню. В результаті даних

превращений разработаны технологии овощных соков и напитков функционального назначения с повышенным содержанием ГАМК.

Список литературы

1. Измайлов С.Ф. Азотный обмен в растениях. - М.: Наука, 1986. - 370 с.
2. Носенко Ю. Свежесть круглый год., *Зерно*, № 5, 2008 г.
3. Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. К.-М.:Наука, 2007. - 704 с.
4. Сухарева Б.С., Дарий Е.Л., Р.Р. Христофоров. Глутаматдекарбоксилаза: структура и каталитические свойства // *Успехи биологической химии.*, 2001. С.131-162.
5. Ковалев Г. В. Препараты ГАМК и ее аналогов в эксперименте и клинике.// *Фармакология и клиника гамма-аминомасляной кислоты и ее аналогов. Труды ВГМИ.- Волгоград, 1979,- С. 11-25.*
6. Семьянов А.В. ГАМК-эргическое торможение в ЦНС: типы ГАМК-рецепторов и механизмы тонического ГАМК-опосредованного тормозного действия. *Нейрофизиология*, 2002
7. A GABAergic system in airway epithelium is essential for mucus overproduction in asthma. Xiang YY, Wang S, Liu M, Hirota JA, Li J, Ju W, Fan Y, Kelly MM, Ye B, Orser B, O'Byrne PM, Inman MD, Yang X, Lu WY. [Nat Med](#).2007Jul;13(7):862-7. Epub 2007 Jun 24
8. Химический состав продуктов питания: Справочник /Под ред. Членкорр. МАН проф. И.М. Скурихина, проф. В.А. Тутельяна. – М.: деЛи-Принт,2002.-С.236.
9. Губарев, Е.М. Способ получения γ -аминомасляной кислоты [Текст] / Е.М. Губарев // *Биохимия.* – 1960. – Т. 25, № 2. – С. 261–263.
10. Chessler, S.D. Alternative splicing of GAD67 results in the synthesis of a third form of glutamic-acid decarboxylase in human islets and other non-neural tissues [Text] / S. Chessler, A. Lernmark // *J. Biol.Chem.* – 2000. – Vol. 7. – P. 5188—5192.

УДК 664.038

М.І.ВАЛЬКО, О.В.СТОЯНОВА, К.В.ЗУБКОВА
Херсонський національний технічний університет**АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ
КОНСЕРВНИХ ПІДПРИЄМСТВ**

Наведено результати досліджень щодо розроблення методичних рекомендацій зі складання НАССР-плану для виробництва овочевих напівфабрикатів на консервних заводах України. Розроблено діаграму процесу з наведенням контрольних критичних точок. Визначені основні фактори зниження виробничих ризиків. Запропоновано етапи контролю якості готової продукції.

Ключові слова: технологічна схема, НАССР, критичні точки, контроль, овочі.

Н.І.ВАЛЬКО, О.В.СТОЯНОВА, Е.В.ЗУБКОВА
Херсонский национальный технический университет**АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ
КОНСЕРВНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

Приведены результаты исследований по разработке методических рекомендаций для составления НАССР-плана при производстве овощных полуфабрикатов на консервных заводах Украины. Разработана диаграмма процесса с указанием контрольных критических точек. Определены основные факторы снижения производственных рисков. Предложены этапы контроля качества готовой продукции.

Ключевые слова: технологическая схема, НАССР, критические точки, контроль, овощи.

M.I.VALKO, O.V.STOIANOVA, K.V.ZUBKOVA
Kherson National Technical University**TOPICAL ISSUES DESIGN OF TECHNOLOGICAL PROCESSES OF CANNING FACTORIES**

The results of studies on the development of guidelines on assembly of the HACCP- plan for the production of semi-vegetables products at canneries of Ukraine. Developed chart process guided control of critical points. The main stages of risk reduction factors. Proposals for quality control of the finished product.

Keywords: technologic scheme, HACCP, critical points, control, vegetablest.

Постановка проблеми

У міжнародній практиці для забезпечення більш повної безпеки харчових продуктів традиційно застосовується системний підхід, заснований на принципах НАССР (Hazard Analysis and Critical Control Point- в українськомовному варіанті «Аналіз Ризиків Контроль Критичних Точок»). Комплексна система управління ризиками на харчовому підприємстві це обов'язкове складова при проектуванні сучасного виробництва. У країнах ЄС згідно з Директивою ЄС 854/2004 від 29.04.2004 року та Регламенту ЄС № 852/2004 Європейського Парламенту та Ради з гігієни харчових продуктів від 29.04.2004 року проведення аналізу ризиків на основі принципів НАССР для виробників харчових продуктів є обов'язковим [1-3]. Для вітчизняних харчових підприємств після введення в дію з 20 вересня 2015 року положення Закону України «Про основні засади та вимоги до безпеки і якості харчових продуктів» стало також обов'язковим впровадження та підтримка процедур, заснованих на принципах НАССР на підприємствах, що здійснюють процеси виробництва харчової продукції, а також тих, що беруть участь в обороті харчової продукції (виробники, дистриб'ютори, перевізники, оптові та роздрібні мережі, кафе і ресторани). Підписання Угоди про асоціацію з Європейським Союзом, дало можливість вітчизняним підприємствам виходити на європейський ринок, що потребує впровадження міжнародних нормативних стандартів. Для того щоб вироблена продукція повною мірою відповідала всім міжнародним стандартам, необхідно ретельно контролювати якість сировини та «реалізацію продукту». Отже, підприємство буде в свою чергу вимагати від постачальників якісної сировини, яке відповідало б законодавчим вимогам та вимогам стандартів, а від дистриб'юторів забезпечення харчової безпеки продукту під час реалізації споживачеві. В даний час все більше українських компаній розглядають систему менеджменту безпеки харчової продукції НАССР як найбільш важлива вимога, що пред'являється ними до постачальників сировини. При цьому можна додати - актуальність застосування технічних методів контролю та стандартизації в цілому обумовлена не надто високим рівнем відповідальності і кваліфікації персоналу. Отже, впровадження НАССР або систем менеджменту

безпеки побудованих на принципах НАССР, на кожному підприємстві, що випускає харчову продукцію, є життєвою необхідністю.

Для підприємств консервної промисловості це найбільш гостра проблема, яка потребує рішення як на виробничому рівні, так і щодо підготовки спеціалістів. Тому розроблення нової продукції на основі міжнародних стандартів є актуальною проблемою для харчових підприємств України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанням ефективності системи НАССР присвячені дослідження вчених [1-3], які відмічають, що система не є гарантією безпеки продуктів харчування і це не система гарантії «нульових ризиків». НАССР призначена для зниження ризиків виникнення різних видів небезпеки харчових продуктів. Автори досліджень відмічають найбільш важливі міжнародні стандарти, які необхідні для харчових підприємств і потребують впровадження: Global Food Safety Initiative (GFSI) – Глобальна ініціатива з харчової безпеки; International Food Standard (IFS); British Retail Consortium - BRC (Стандарт Британського консорціуму роздрібною торгівлі); National Organic Program (NOP), USA, GlobalGAP та інші [4-7].

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є розроблення НАССР-плану виробництва нових видів консервів «Овочева паста з зеленню» із напівфабрикату. Задачі дослідження: аналіз етапів до складання НАССР; визначення контрольно-технічних точок (ККТ) та розроблення програми попередження ризиків.

Викладення основного матеріалу дослідження

Аналізуючи державні нормативні документи та міжнародні вимоги щодо розроблення технологічної документації при проектуванні виробничих процесів [4-9], а також для ефективної роботи системи управління ризиками на підприємстві необхідно використовувати такі стандарти:

- ISO 31010 (методи оцінки ризиків);
- ISO 9001-2015 (менеджмент якості);
- ISO 50001 (менеджмент енергоефективності);
- ISO 14001-2015 (екологічний менеджмент);
- ISO 18001 (менеджмент охорони праці);
- ISO 27001 (інформаційна безпека);
- ISO 22301 (безперервність бізнесу);
- ISO 28000 (ризики логістики);
- RBI (інспекція на основі оцінки ризиків);
- HAZOP (методика роботи з ризиками);
- TDD (оцінка фактичного стану обладнання);
- Lean Production.

Мета НАССР плану це зниження ризиків виробничих факторів до мінімуму для кожного потенційного споживача. Проведений авторами аналіз НАССР – планів показав, що необхідно чітко визначити всі терміни, способи та небезпечні фактори на підприємстві, а також мати кваліфікованих спеціалістів для оформлення даної документації. Розглянемо основні розділи плану.

1. Опис продукту: найменування; органолептичні, фізико-хімічні, мікробіологічні показники; наявність алергенів; рекомендації до споживання (готовий продукт, напівфабрикат або добавка); випадки використання продукції не за призначенням і можливі наслідки; спосіб реалізації; потенційні споживачі. Відповідно рекомендації щодо складання методології НАССР-плану необхідно визначити небезпечний фактор як вид небезпеки з конкретними ознаками. Ризик – це біологічний, хімічний або фізичний фактор (або їх поєднання), а також стан продукту, які можуть вплинути на здоров'я людини;

2. При розробці плану для консервованої плодової продукції необхідно прийняти терміни (рекомендовано):

3. ККТ – контрольна критична точка (етап контролю, який спрямований на усунення, мінімізацію ризику); ОПП – операційна програма попередження (етап контролю, який спрямований на контроль небезпечного фактору, який потребує постійної уваги); ПП – програма попередження (процедури, які контролюють внутрішні виробничі умови на початковому рівні виготовлення безпечної продукції); КМ – критична мережа (критерій, який поділяє інтервал показника, що контролюється); РТП – рух технологічних потоків (аналіз ризиків схем руху технологічних потоків з врахуванням часу);

4. Опис технологічних операцій з наведенням ККТ_n. Схеми виробничого процесу повинна містити послідовність і взаємодію всіх етапів (операцій) процесу виробництва від прийому сировини і матеріалів до відвантаження готової продукції. охоплюючи підрядні роботи; ідентифікацію про устаткування, що застосовується у виробництві; етапи (операції) виробництва, на яких сировина, напівфабрикати і допоміжні матеріали входять в процес; етапи, де здійснюються контрольні заходи. істотні для безпеки харчових продуктів; етапи виробництва, на яких здійснюють доопрацювання, переробку і повернення продукції; маршрути руху сировини, матеріалів, напівфабрикатів і готової продукції. а також продуктів і відходів. що вилучаються з процесу;

5. Контроль процесу виробництва. У вигляді таблиці подають такі дані: точка контролю; об'єкт контролю; параметр, що контролюється; періодичність контролю/відповідна особа;
6. Контроль готової продукції (відповідно ДСТУ, ISO та ін.);
7. Санітарний контроль. Чітко визначається вид контролю та відповідна особа. Для виробництва консервованої продукції рекомендовано: контроль санітарного стану виробничого приміщення та обладнання / майстер, лаборант, мікробіолог; контроль мийних речовин та залишкова концентрація / лаборант; контроль здоров'я персоналу / відповідно особа;
8. Контроль за шкідниками;
9. Заходи для запобігання потрапляння сторонніх предметів до продукті харчування;
10. Утилізація відходів.

Для розробки ефективного плану НАССР підприємство з виробництва харчових продуктів має забезпечити наявність спеціалістів, що мають відповідні знання і кваліфікацію з даної продукції. Типова робоча група для складання НАССР плану на підприємстві складається із керівника або представника органу нагляду, відповідального за технологічний процес, інженера (технолога), керівника служби забезпечення якості і мікробіолога. Ця робоча група являє собою ядро спеціалістів, інші експерти запрошуються за необхідністю.

Проведений комплекс досліджень було покладено авторами в основу розробки проекту нормативно-технологічної документації на нову продукцію консервів «Овочева паста з зеленню» із напівфабрикату [10].

Запропоновано виготовлення овочевих закусточних консервів, що містять солодкий перець, томати, селеру, часник, цукор, перець червоний мелений, сіль та рослинну олію. Консерви «Овочева паста з зеленню» являє собою уварене пюре з солодкого перцю і томатів з додаванням зелені та спецій [11].

Спосіб приготування консервів передбачає виготовлення пюре з перцю та томатів у сезон, а також дозволяє виготовляти як напівфабрикат, це дає можливість підприємству виробляти нову продукцію протягом року. Технологічна схема при виготовленні консервів з напівфабрикату включає такі процеси: підготовка напівфабрикату (вивантаження, фінішування), дозування, нагрівання, гомогенізація, деаерація, стерилізація, фасування, оформлення готової продукції.

Враховуючи вищевикладене, авторами була розроблена діаграма процесу виробництва консервів «Овочева паста з зеленню» з напівфабрикату із вимогами НАССР (рис 1).

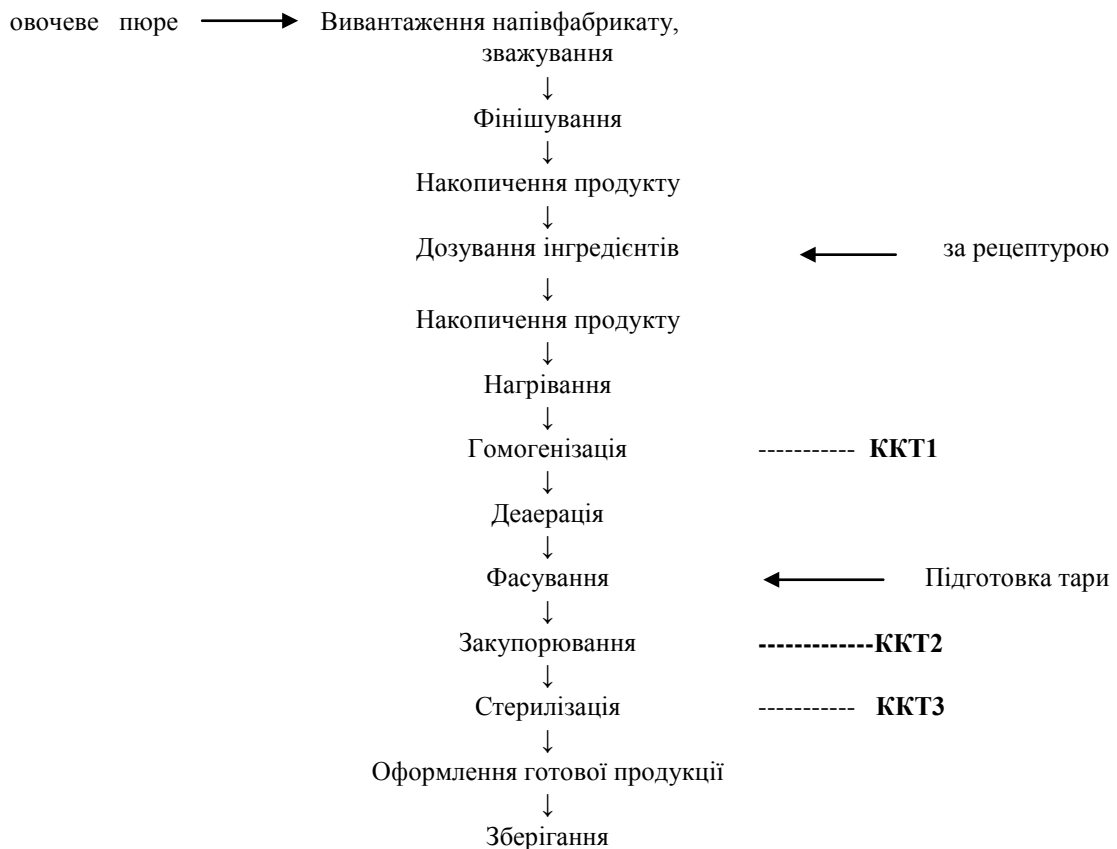


Рис. 1. Діаграма процесу виробництва консервів «Овочева паста з зеленню» із напівфабрикату

Діаграма процесу консервів «Овочева паста з зеленню» з напівфабрикату покладена в основу проведення аналізу ризиків і побудована, з урахуванням всіх деталей технологічного процесу.

Таким чином, при критичному аналізі ризиків слід аналізувати кожен фактор, з поясненням на якому етапі необхідно ліквідувати небезпечний фактор.

Авторами розроблена програма попередження ризиків (ППР) для виробництва овочевого пюре із напівфабрикату, яка включає етапи: приготування продукту; контроль алергенів; санітарний контроль; попередження потрапляння сторонніх предметів; утилізація відходів. З метою досягнення високої якості консервів розроблено поетапний контроль виробництва (табл. 1).

Таблиця 1

Поетапний контроль виробництва

Точка контролю	Об'єкт	Параметр, що контролюється	Періодичність контролю/ відповідна особа
Приготування продукту			
Підготовка тари до вивантаження	Бочка	Якість мішка, відповідність відкриття	Кожна бочка / раз в зміну - лаборант
Вивантаження в бункер Зважування	Овочеve пюре	Відповідність рецептурі	Кожна варка / Дозувальник (програма)
Фінішування	Сита	Діаметр сита	раз в зміну - дозувальник
Дозування інгредієнтів	Інгредієнти відповідно рецептурі	Вміст сухих речовин	Кожна варка/ Дозувальник раз в зміну - лаборант
Накопичення продукту	Овочеve пюре	Рівень продукту в ємності	Кожна варка /апаратник
Нагрівання	Овочеve пюре	Температура	Кожна варка /апаратник
Гомогенізація ККТ1	Овочеve пюре	Вакуум	Кожна варка /апаратник
Деаерація	Овочеve пюре	Тиск	Кожна варка /апаратник
Фасування	Тара	Температура фасування продукту; Маса нетто	3 рази в зміну / лаборант 1 раз в зміну / лаборант
Закупорювання ККТ2	Тара	Герметичність, Вакуум	Кожну годину / оператор машини
Стерилізація ККТ3	Автоклав	Режим стерилізації, Тиск, Температура	Кожний цикл /апаратник раз в зміну - технолог
Оформлення готової продукції	Пакувальна одиниця	Відповідність маркування	3 рази в зміну /оператор машини 3 рази в зміну / лаборант
Зберігання готової продукції	Склад готової продукції	Умови зберігання	1 раз на добу / відповідальна особа лаборант
Контроль готової продукції	Готова продукція	Мікробіологічні показники Органолептичні, фізико-хімічні показники Токсичні елементи Радіонукліди	Кожна партія/ мікробіолог, лаборант відповідно графіку відповідно графіку

Продовження таблиці 1

Контроль алергенів			
Контроль алергенів	Алергени	Відповідно стандартів	Кожна партія / лаборант
Санітарний контроль			
Контроль санітарного стану приміщень, обладнання	Технологічне обладнання. Виробничі приміщення	Санітарний стан цеху. Обладнання перед початком роботи та протягом роботи лінії	Протягом зміни / майстер, лаборант, мікробіолог При санітарній обробці / майстер, лаборант, мікробіолог
Приготування миючих та дезінфікуючих засобів	Розчин	Концентрація розчину	Кожний розчин / лаборант
Контроль виробничих ліній на остаточний вміст миючих засобів	Обладнання	Остаточний вміст миючих речовин	Кожна мийка обладнання/ лаборант
Контроль сторонніх осіб	Відвідувачі	Виконання вимог (інструкцій)	Кожне відвідування / відповідна особа
Контроль персоналу	Персонал	Санітарні книжки	Щомісяця кожний працівник / відділ кадрів
Попередження потрапляння сторонніх предметів			
Дотримання правил гігієни	Виробничий персонал	Інструкції	Періодично / лабораторія
Попередження потрапляння сторонніх предметів	Виробничий процес	Інструкції	Постійно / лабораторія
Вироби зі скла та пластика	Предмети зі скла та пластика	Інструкції	Кожна зміна / лаборант Щомісяця / технолог
Утилізація відходів			
Утилізація відходів	Ділянка складування відходів	Інструкції	2 рази на добу / майстер
Вхідний контроль інгредієнтів			
Контроль питної води	Питна вода	Відповідність вимогам якості	1 раз на місяць / мікробіолог
Вхідний контроль інгредієнтів	Інгредієнти за рецептурою	Відповідність вимогам якості	Кожна партія / лаборант мікробіолог

Проведений поетапний контроль виробництва консервів «Овочева паста з зеленню» визначив основні контрольні критичні точки: ККТ1 (гомогенізація); ККТ2 (закупорювання); ККТ3 (стерилізація).

Таким чином, впровадження системи контролю якості готової продукції на підприємстві надає можливість ефективно виявляти і своєчасного усувати потенційні ризики, а також дозволяє вчасно реагувати на найменші відхилення від заданих технологічних параметрів.

Висновки

1. Запропонований НАССР-план відповідає сучасним вимогам технологічної документації при проектуванні нової продукції на харчових підприємствах України.
2. Розроблена програма з контролю якості готової продукції «Овочева паста з зеленню», яка може бути рекомендована для впровадження у виробництво на переробні плодоовочеві підприємства.

Список використаної літератури

1. Островська А.. Сертифікація харчових продуктів: підвищення якості та безпеки //Стандартизація. Сертифікація. Якість. – 2004. - №1. – С. 41-42.
2. Цвіковські М. Система управління якістю та безпечністю харчової продукції/Харчова промисловість. - 2000. - № 8. - С. 34-35.

3. Кантере, В.М. Система безпеки продуктів харчування на основі принципів HACCP/Matison, В.А., Хангажеева, М.А., Сазонов, Ю.С.// Монографія. - М.: Друкарня РАСГН. - 2004. - 462 с.
4. Система HACCP: [довідник]. - Львів: НТЦ «Леонорм-Стандарт», 2003.
5. Food safety Management systems – Requirements for organization throughout the food chain. – Системи управління безпечністю харчових продуктів. – Вимоги до організацій ланцюга харчової продукції.
6. ISO 9001:2000. Quality management systems. – Requirements. – Системи управління якістю. - Вимоги.
7. ДСТУ 4161-2003 Системи управління безпечністю харчових продуктів. Вимоги К.: Держспоживстандарт України, 2003.
8. ISO/TS 22004: Food safety management systems. – Guidance on the application of ISO 22000:2005. – Системи управління безпечністю харчових продуктів. – Керівництво з використання ISO 22000:2005.
9. ISO 22005. Traceability in the feed and food chain. – General principles and guidance for system design and development. – Зв'язок у ланцюгу харчової продукції.
10. Патент № 89754 (Україна) МПК А23В7/00 Консерви «Овочева паста з зеленню» / Короленко В.О., Стоянова О. В., Широкий Є.І., Карпова О.С., Карнасевич Н.В. Заявл. 17.12.2013; Опубл. 25.04.2014. Бюл. № 8.
11. Короленко В.О. Розробка нових видів закусочних консервів / О.В.Стоянова, К.В.Зубкова // Вестник ХНТУ 2(49). – Херсон.- 2014.- с.80-84.

УДК 664.038

М.І.ВАЛЬКО, Г.А.ТИХОСОВА, О.В.СТОЯНОВА, К.В.ЗУБКОВА
Херсонський національний технічний університет**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ОВОЧЕВИХ МАРИНАДІВ**

Наведено результати досліджень щодо якості маринаду при виробництві овочевих консервів «Огірки мариновані» на консервних заводах України. Запропонована технологічна схема виробництва. Розрахована рецептура маринаду консервів з яблучним соком. Дана органолептична оцінка показників якості готової продукції.

Ключові слова: технологічна схема, маринад, рецептура, контроль, огірки, яблучний сік.

Н.И.ВАЛЬКО, А.А. ТИХОСОВА, О.В.СТОЯНОВА, Е.В.ЗУБКОВА
Херсонский национальный технический университет**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ОВОЩНЫХ МАРИНАДОВ**

Приведены результаты исследований качества маринада при производстве овощных консервов «Огурцы маринованные» на консервных заводах Украины. Предложена технологическая схема производства. Рассчитана рецептура маринада консервов с яблочным соком. Проведена органолептическая оценка показателей качества готовой продукции.

Ключевые слова: технологическая схема, маринад, рецептура, контроль, огурцы, яблочный сок.

M.I.VALKO, G.A.TIKHOSOVA, O.V.STOIANOVA, K.V.ZUBKOVA
Kherson National Technical University**IMPROVEMENT TECHNOLOGY OF VEGETABLE MARINADES**

Given the quality of research results in the production of vegetable marinade canned "marinated cucumbers" on canneries of Ukraine. Proposals for technological scheme of production. Designed marinade recipe with apple juice. Conducted organoleptic evaluation indicators of the quality of finished products.

Keywords technology system, marinade, recipe, control, cucumbers, apple juice.

Постановка проблеми

На сьогоднішній день плодоовочева консервна промисловість в Україні займає одне з провідних місць, продукція її користується широким попитом серед споживачів. Консервовані харчові продукти дозволяють в значній мірі забезпечити населення біологічно цінними речовинами на цілий рік, а також створювати поточні, сезонні і страхові запаси. Результати досліджень сучасного харчування населення свідчать про недостатнє споживання незамінних компонентів їжі, що знижує опір організму до впливу факторів навколишнього середовища, формує синдром хронічної втоми, депресії, знижує розумову і фізичну активність. За дослідженням вчених, населення України не вистачає поживних речовин, вітамінів у своєму щоденному раціоні, отже необхідно розробляти напрямки щодо збагачення продуктів функціональними інгредієнтами. Одним з найважливіших напрямів в вирішенні проблеми раціонального харчування – є підвищення біологічної цінності харчових продуктів. Тому створення доступних і збалансованих у харчовому відношенні та біологічно повноцінних продуктів є актуальною проблемою для населення України [1].

Консерви овочеві мариновані виробляють - слабо-кислими (1,0-1,5% оцтової кислоти) і кислими (до 2,5%). Основною сировиною для маринадів служать огірки, патисони, томати, цвітна капуста, перець, капуста, цибуля, часник, буряк, квасоля стручкова, гарбуз, баклажани. Консерви овочеві мариновані випускають вищого і 1-го гатунків. У них нормується масова частка овочів (від маси нетто консервів, %, не менше): цілих – 50, різаних – 55, нарізаних кружальцями з цибулею – 50, цибулі – 15. Масова частка сухих речовин (%): слабо-кислих – від 4 до 10, кислих – від 5 до 19; масова частка кухонної солі у всіх видах – 1,5- 2,0%, за винятком перцю солодкого, баклажанів – 1,0 -1,5%, гарбузів – 0,1-0,2%; масова частка титрованих кислот повинна бути в слабо-кислих маринадах – 0,5-0,7%, у кислих – 0,71-0,9%.

Одним із головних компонентів маринаду є оцтова есенція, яку отримують при сухій перегонці деревини хімічним шляхом. Оцтова кислота має властивість консерванту, тобто бактерицидну дію. Відомо, що патогенна мікрофлора найбільш сприятливо розвивається в лужному середовищі, тому підкислення продуктів оцтовою кислотою, що має рН 3,3-4,0, запобігає розвитку мікроорганізмів. Більшість патогенних мікроорганізмів гине в 2%-му розчині оцтової кислоти. Помірно кислий смак при відносно високій кислотності робить оцет широко вживаним в приготуванні овочевих маринадів,

холодних соусів, салатних заправок, консервованих продуктів. Проте оцтову кислоту не можна широко застосовувати у всіх харчових областях, зокрема, дієтології, ЛПП, дитячому та шкільному харчуванні, то перевагу слід віддавати оцтовій кислоті на основі натуральної рослинної сировини (яблучний, виноградний оцет), а також використовувати в харчових цілях заміни оцтової кислоти. Тому, постало питання про заміну оцтової кислоти в маринадах на інші кислоти (молочну, лимонну або яблучну), які мають корисний вплив на організм людини та не забороняються у дитячому та дієтичному харчуванні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питанням якості маринаду присвячені дослідження вчених [1-9], які відмічають переваги заміни оцтової кислоти в рецептурах консервів. Наукові роботи, які присвячені дослідженню якості консервів показали можливість використання в маринадах молочної та лимонної кислот. Науковці О.В. Касьянов Г.І і Гукетлова О.Х [3,4] відмічають особливості хімічного складу маринадів і пропонують технології приготування маринадів. Автором Кацерікова Н.В [9] була запропонована заміна оцтової кислоти в морквяному і буряковому маринадах шляхом використання нетрадиційної сировини - молочної сироватки. Було встановлено, що вміст сухих речовин в маринадах на основі молочної сироватки вище, ніж в маринадах на оцті. Рівні вмісту загального цукру в маринадах на сироватці і на оцті приблизно однакові. Проте в маринадах на молочній сироватці, масова частка загального цукру має тенденцію до зміни в більшу сторону. Це пояснюється вмістом лактози в молочній сироватці. Відомо, що молочна кислота є інгібітором, що перешкоджає переходу нітратів у нітрити і нітросоєдини, тому поєднання овочів і молочної сироватки в маринадах з точки зору гігієнічної безпеки є оптимальним.

Таким чином, розроблення рецептури овочевих консервів на основі маринадів без оцтової кислоти є актуальною для консервної промисловості з метою підвищення харчової цінності.

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є визначення якості маринаду для раціонального харчування на прикладі консервів «Огірки мариновані». Були поставлені наступні **задачі**:

1. Розробка рецептури маринаду для консервів «Огірки мариновані».
2. Встановлення концентрації кислот.
3. Визначення органолептичних та фізико-хімічних показників у готових консервах.
4. Провести експериментальну оцінку отриманих даних з метою визначення комплексного показника якості (КПЯ).

Викладення основного матеріалу дослідження

Об'єктом дослідження є процес виготовлення консервів «Огірки мариновані».

Предметом дослідження є маринад з вмістом різних кислот.

У ході роботи було виготовлено 4 зразки консервів «Огірки мариновані». Ці консерви являють собою плоди огірків, вкладені в скляні банки, з додаванням зелені та прянощів, залиті маринадом, що містить цукор, сіль, відповідну кислоту, герметично закупорені та стерилізовані.

Для приготування консервів «Огірки мариновані» використовують огірки в технічній чи біологічній стадії зрілості, з забарвленням плодів зеленого кольору. Свіжі огірки мають колосальний набір корисних речовин. Через малий вміст калорій (10-15 ккал на 100 г продукту) огірок вважають дієтичним продуктом. Крім цього, речовини які в ньому знаходяться покращують травлення і допомагають шлунково-кишковому тракту в перетравленні інших продуктів, відмінно допомагають справлятися з виведенням шкідливих токсинів. Хімічний склад огірків включає вітаміни А, РР, С, В₅, В₁, В₂, К. Крім цього, овочі багаті мікроелементами і мінералами: каротином, Са (23 мг), Na (8 мг) і К (141 мг), Р (42 мг), Fe (0,6 мг), фолієвою кислотою і Сг. До складу огірків входять: вода 95%, білки (0,8 г), органічні кислоти (0,1 г), вуглеводи (2,5 г), моно- та дисахариди (2.4 г) [10].

Зелень

Кріп є цінним постачальником вітаміну В₁, В₂, С, А, РР, а також ніотинової та фолієвої кислот. Кріп багатий К, Са, Р і Fe. У ньому також присутні ефірні олії. Кріп застосовують у лікуванні шлунково-кишкових розладів.

Хрін багатий К, Са, Na, Р, Fe і іншими мінеральними речовинами. До складу хрону також входять вітаміни групи В, С, РР, фітонциди, ефірні гірчичні олії, крохмаль, вуглеводи. Хрін має антибактеріальні властивості, бо містить фітонциди сильної бактерицидної дії. Хрін виділяє леткі речовини – рослинні антибіотики, які вбивають шкідливих мікробів. Фітонциди оберігають організм від інфекційних захворювань.

Прянощі

Часник містить ефірну олію складного складу. Специфічний запах ефірної олії властивий головним чином його складовій частині - діаллілдісульфід. Знайдено також алліїн і алліцин - масляниста рідина з запахом часнику, що містить сірку. Фітонциди часнику мають леткі і нелеткі фракції, розчинні у воді і спирті, мають сильну антибіотичну властивість.

У часнику виявлені білки, жири, вітаміни (А, групи В, С, D, Е), мікроелементи і макроелементи (І, К, Na, Ca, Mg, Se, Si, P), антиоксиданти, антикоагулянти, фітонциди, фітостерини, інулін, пентозани, полісахариди, клітковина та інші речовини.

Духмяний перець. Ефірна олія, яка входить до складу зерен, має такі лікарські властивості: енергетичні, антисептичні, регулюючі травлення в ШКТ.

Чорний перець. У перці міститься смола (1-2%), жирна олія (6-12%), багато крохмалю. Пекучою речовиною перцю є алкалоїд пиперин (5-9%), а запах обумовлений присутністю ефірної олії (0,9-2,5%). До складу ефірної олії входять дипентен, фелландрен і сесквітерпен каріофіллен [10].

Сировина (огірки), яка надходить на завод повинні супроводжуватися документом, який підтверджує їх якість і відповідає вимогам діючих технічних документів.

Виготовлення консервів здійснювалося за технологічною схемою:

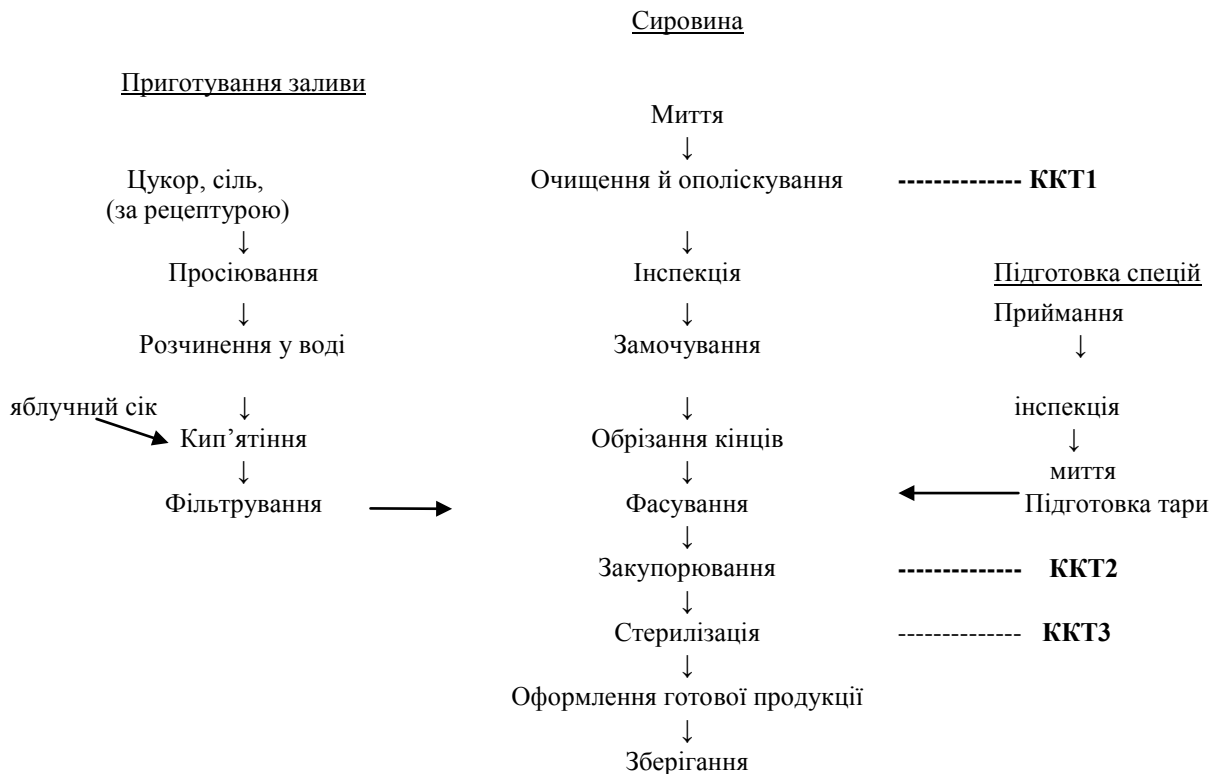


Рис. 1 Технологічна схема виробництва консервів «Огірки консервовані» (з яблучним соком)

Спочатку сировину приймають і інспектують, відокремлюючи неякісні, ушкоджені шкідниками та хворобами огірки та зелень. Потім здійснюють миття для того, щоб змити бруд та мікроорганізми. Далі на огірках зрізують кінці, огірки замочують. Просіюють сіль та цукор, готують заливку, тару та спеції. Потім у банку укладають частину зелені, спецій, потім огірки, після цього зверху укладають останню частину зелені та спецій. Спеції, в рецептурній кількості, додаються в кожен банку перед фасуванням огірків. Наповнюють банки гарячою заливою за допомогою двокомпонентного наповнювача. Наповнені банки закупорюють, стерилізують в автоклавах (при 100°C 15 хв.).

Приготування заливки.

Підготовлений цукор, сіль та яблучний сік (за рецептурою) завантажують в МЗС з мішалкою з необхідною кількістю підігрітої води. Розчин кип'ятять на протязі 3 хв. і потім фільтрують.

Технологія виготовлення консервів відрізняється наявністю в заливці різних кислот, а саме оцтової, лимонної, молочної, яблучної (зразок 1-4). Рецептuru приготування консервів з вмістом оцтової кислоти є стандартною, а з вмістом лимонної, молочної або яблучної – визначалася дослідним шляхом. На основі проведених досліджень авторами обґрунтовано технологію виготовлення овочевих консервів за новою рецептурою, основними інгредієнтами якої є огірки та яблучний сік [12]. Встановлено, що нові консерви характеризуються високими органолептичними властивостями.

Після двох місяців зберігання консервів були проведені органолептичні та фізико-хімічні аналізи та порівняння отриманих даних з вимогами якості згідно з ДСТУ 3352-96.

Таблиця 1

Органолептичні показники якості				
Назва показника	Характеристика по ДСТУ	Маринади з вмістом кислот		
		Оцтової (зразок 1)	Лимонної (зразок 2)/ Молочної (зразок 3)	Яблучний сік (зразок 4)
Зовнішній вигляд	Огірки цілі, не м'яті, не зморщені, без механічних ушкоджень, подовженої пра-вильної форми, щільно укладені та повністю залиті заливою.	Плоди відповідають нормативам	Плоди відповідають нормативам	Плоди відповідають нормативам
Смак і запах	Смак солодкий, характерний для даного виду консервів. Запах пряний. Заливка приємного аромату, солодкого смаку. Сторонні присмаки і домішки не припускаються.	На смак кислуваті. Відчувається запах оцту. Без сторонніх домішок	Натуральні, властиві, без сторонніх присмаків і домішок.	Натуральні, властиві без сторонніх присмаків і домішок.
Консистенція	Огірки міцні, хрусткі, м'якоть щільна.	Плоди твердуваті, не хрусткі	Огірки міцні, м'якоть щільна.	Огірки міцні, хрусткі, м'якоть щільна.
Якість заливки	Прозора, характерного кольору з жовтуватим відтінком.	Прозора, характерного кольору з жовтуватим відтінком	Прозора, характерного кольору з жовтуватим відтінком	Колір заливки зеленувато – маслиновий без плям і опіків.

Дегустаційна оцінка.

У процесі дегустації оцінювались наступні показники: зовнішній вигляд, смак, запах, консистенція. Кожен показник оцінювався за п'ятибальною шкалою у відповідності до вимог якості. У процесі дегустації брали участь 5 експертів. Якість дослідних зразків з вмістом різних кислот оцінювалася за допомогою комплексного показника якості (КПЯ). Дегустаційна комісія дала найвищу оцінку консервам, виготовленим з вмістом яблучного соку, і складає 5 балів (таблиця 2).

Фізико – хімічні показники якості консервів «Огірки консервовані» (з яблучним соком):

а) маса овочів (в % до маси нетто консервів) 48,9 %.

б) вміст хлориду натрію – 0,957 %

в) загальна кислотність (в перерахунку на молочну кислоту %) – 0,144 %

Запропоновані рецептури та технологічна схема дозволяють отримати продукцію, що відповідає усім вимогам якості згідно з ДСТУ 3352-96.

Технологічна схема має мінімальні питомі витрати пари, електроенергії, води, тобто вона є економічно вигідною. Ця схема безперервної дії, забезпечена обладнанням, що дозволяє проводити процес в умовах механізації й автоматизації виробництва. Вона забезпечує високу якість і максимальний вихід продукції, а також збереження товарного виду продукту і багатьох поживних речовин.

Проведений комплекс досліджень було покладено в основу розроблення проекту нормативної документації на нову продукцію і отримано патент України № 106819 (Україна) МПК А23В7/00 Консерви «Огірки Фьюжен» [12].

Таблиця 2

Комплексна оцінка якості консервів «Огірки мариновані»

Варіант зразка	Органолептичні показники	Фізико-хімічні показники					КПЯ
		Співвідношення складників	Відсутність сторонніх домішок	Загальна кислотність	Вміст NaCl	pH	
1	4,6	5,0	5,0	4,7	5,0	5,0	4,88
2	4,8	5,0	5,0	4,8	5,0	5,0	4,93
3	4,96	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	4,99
4	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,00

Висновки

Результати досліджень показали, що овочеві консерви «Огірки консервовані», виготовлені за новою рецептурою, досить добре зберегли харчову та біологічну цінність вихідної сировини й при цьому мали високі органолептичні властивості. Враховуючи відсутність штучних органічних кислот, овочеві консерви «Огірки консервовані» можна рекомендувати для здорового і дієтичного харчування.

Список використаної літератури

1. Єгоров Б.В./ Мардар М.Р. Розробка збагачених харчових продуктів із покращеними споживчими властивостями / Б.В. Єгоров, М.Р. Мардар /Тези доповідей міжнародної науково – практичної конференції. Прогресивна техніка та технології харчових виробництв, ресторанного та готельного господарств і торгівлі. – Харків . – ХДУХТ, 2012. – С.124-126
2. Касьянов Г.И. Технология маринадов и соусов(монография) /Г.И. Касьянов, О.Х. Гукетлова, А.С. Крутов.–Краснодар: Экоинвест, 2009. С. 111.
3. Гукетлова О.Х. Изучение химического состава овощных маринадов //Сб. докл. II межд. форума «Аналитика и аналитики». Том 2.–Воронеж: ВГТА, 2008. С. 627.
4. Гукетлова О.Х. Особенности технологии овощных маринадов //Сб. трудов КНИИХП «Перспективные технологии переработки сельскохозяйственного сырья».–Краснодар: КНИИХП, КубГТУ, 2008. С. 64-67.
5. Цвіковскі М. Система управління якістю та безпечністю харчової продукції/Харчова промисловість. - 2000. - № 8. - С. 34-35.
6. О.В. Воробьева. Марины формирующие вкус, цвет и аромат // Мясная индустрия. – 2005. - №8. - С.45 – 46.
7. Сарафанова Л.А. Современные пищевые ингредиенты. Особенности применения, Функциональные свойства и применение / Л.А. Сарафанова. – СПб.: 2009. – 208 с.
8. Віннікова Л.Г. Фізико-хімічні аспекти взаємодії білків з нерозчинними полі-сахаридами / Л.Г. Віннікова // Зберігання і переробка сільгоспсировини. – 1997. – № 12. – С. 13-17.
9. Кацерікова Н.В. Технологія продуктів функціонального призначення: Учебное пособие. / Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2004. - 146 с/
10. Короленко В.А., Стоянова О.В., Широкий Е.И., Шанин А.Д. Технология консервирования плодов и овощей. – Херсон, ХНТУ, 2008, - 271с.
11. Справочник по производству консервов. Том 4. Консервы из растительного сырья //Под ред. В.И.Рогачева. – М.:Пищ. пром-сть, 1974. – 766с.
12. Патент України № 106819 МПК А23В7/00 Консерви «Огірки Фьюжен» /Зубкова К.В.,Стоянова О. В., Бабакова І.В,Власенко Д.В.. Заявл. 02.11.15; опубл. 10.05.2016 бюл .№ 9.

УДК 677.11.021

О.О. ГОРАЧ, Д.Г. КРУГЛИЙ
Херсонський національний технічний університет
Л.Г. БАРТКІВ
ДП «Херсонстандартметрологія»

АКТУАЛЬНІСТЬ РОЗРОБКИ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ НА СТЕБЛА СОЛОМИ ТА ВОЛОКНО ЛЬОНУ ОЛІЙНОГО

У даній роботі обґрунтовано необхідність створення нормативних документів з оцінки якості соломи та волокна льону олійного. На основі проведених досліджень встановлені відмінності у морфологічній, анатомічній будові, хімічному складі та фізико-механічних характеристиках стебел соломи й волокна льону олійного порівняно зі стеблами соломи та волокном льону-довгунця. У результаті проведених експериментальних досліджень визначені показники якості стебел соломи льону олійного, які можна буде ввести до нових технічних умов для оцінки якості стебел соломи та волокна льону олійного.

Ключові слова: льон олійний, стебла соломи, волокно, нормативні документи.

О. А. ГОРАЧ, Д.Г. КРУГЛЫЙ
Херсонский национальный технический университет
Л. Г. БАРТКИВ
ДП «Херсонстандартметрология»

АКТУАЛЬНОСТЬ РАЗРАБОТКИ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ НА СТЕБЛИ СОЛОМЫ И ВОЛОКНО ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

В данной работе обоснована необходимость создания нормативных документов по оценке качества соломы и волокна льна масличного. На основе проведенных исследований установлены отличия в морфологическом, анатомическом строении, химическом составе и физико-механических характеристиках стеблей соломы и волокна льна масличного по сравнению со стеблями соломы и волокном льна-долгунца. В результате проведенных экспериментальных исследований определены показатели качества стеблей соломы и волокна льна масличного, которые можно будет ввести в новые технические условия для оценки качества стеблей соломы и волокна льна масличного.

Ключевые слова: лен масличный, стебли соломы, волокно, нормативные документы.

O.O. GORACH, D.G. KRUGLUY
Kherson National Technical University
L.G. BARTKIV
Khersonstandardmetrology

RELEVANCE OF THE DEVELOPMENT OF REGULATORY DOCUMENTS ON A STALK OF STRAW AND OIL FLAX FIBERS

This paper shows the need to establish regulations for assessing the quality of the straw and fiber flax. On the basis of studies marked differences in morphology, anatomy, chemical composition and physical and mechanical properties of straw and fiber flax stems in comparison with straw stems and fiber flax. As a result of experimental studies identified quality indicators stalk of straw and flax fibers, which could be introduced to the new technical specifications for assessing the quality of the straw stalks and fiber flax.

Keywords: oil flax, straw, stalks, fiber, technical document.

Постановка проблеми

Останнім часом в Україні та в світі особливої актуальності набуває питання комплексного використання льону олійного. З 2002 року по теперішній час спостерігається тенденція до збільшення його посівних площ. Підтвердженням цього є стабільний попит на ринку та висока доходність насіння.

Льон олійний належить до експортних культур. Обсяг його внутрішньої переробки є незначним. щорічно експортується понад 30 тис. т насіння цієї культури. Основними покупцями українського льону є Бельгія, Польща, Литва, Німеччина, Італія. В країнах Євросоюзу з цього насіння інтенсивно розпочалось виробництво доволі широкої гами продуктів, фармпрепаратів та біологічно-активних речовин. Льон – важлива лікарська рослина. Ляну олію використовують в дієтичному харчуванні хворих з порушенням жирового обміну, атеросклерозом, ішемічною хворобою серця, мозку, гіпертонічною хворобою, цукровим діабетом та багатьох ін. [1].

Доброякісну олію широко використовують у багатьох галузях промисловості: у лакофарбовій для виготовлення натуральної оліфи, лаків, емалей, різних фарб для підводних робіт; електротехнічній, авіаційній, автомобільній, суднобудівній, ливарній, металообробній та ін., а також у миловарінні, медицині. Лляна олія незамінна при виробництві літографічних фарб, лінолеуму, клейонки, непромокальних тканин. Інколи свіжу лляну олію в натуральному вигляді використовують для харчування [2].

Відходи олійницького виробництва макуха та шрот – цінний концентрований корм, що містить до 1,2 кормових одиниць, 31-38% перетравного протеїну та близько 9% жиру. За кормовими якостями стоїть він вище інших рослин, тому що легко засвоюється тваринами [3].

Зростання тенденції збільшення площ посівів в державі під дану культуру вимагає пошуку шляхів використання стеблової частини, так як на даний час її спалюють або отримують волокно з соломи.

Ефективність виробництва продукції з льону олійного обумовлена співвідношенням її собівартості та ціни реалізації. У 2014-2015 рр. спостерігалось значне коливання цін на насіння льону. Якщо на початку сезону його закуповували по 4 тис. грн/т, то на початку лютого вартість насіння підвищилася до 10 тис. грн/т. Такий стан справ обумовлений здебільшого девальвацією гривні. Разом з тим, ціни на насіння льону олійного значно перевищують вартість насіння інших олійних культур [4].

В умовах розвитку міжнародної торгівлі і споріднених видів діяльності, успіх легкої, як і інших галузей промисловості на зовнішньому і внутрішньому ринках повністю залежить від того, настільки продукція відповідає стандартам якості. Тому проблема забезпечення і підвищення якості льонопродукції актуальна для всіх країн, льоносіючих господарств та переробних підприємств. На сьогоднішній день одержання високоякісного волокна із вітчизняної сировини, такої як льон олійний, яке було б придатне для використання у промисловості – важливе завдання для сучасної переробної галузі. Ресурсозберігаючі технології вирощування льону олійного у поєднанні з процесом первинної переробки соломи матиме широке впровадження за умови одержання екологічно чистої, високоякісної трести на льонищі та одержуваного з неї волокна, яке б відповідало вимогам вторинної переробки. Тому важливим завданням для переробної галузі України є створення нормативних документів для оцінки якості стебел соломи та волокна льону олійного, що дозволить розширити сфери застосування цієї культури в різних галузях промисловості.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Проведений аналіз літературних джерел засвідчив, що питанням використання льону олійного приділяється велика увага в усьому світі, але ці дослідження спрямовані переважно на переробку насіння. Лише незначна кількість робіт присвячена переробці стебел соломи льону олійного на волокно [5]. У результаті досліджень, проведених відомими українськими та російськими науковцями Л.А. Чурсіною, Г.А. Тіхосовою, Н.М. Федосовою та їх зарубіжними колегами було встановлено, що солома льону олійного придатна для отримання целюлозовмісних матеріалів.

У лабораторіях ХНТУ оцінку якості стебел соломи льону олійного та готової продукції із них здійснювали за допомогою чинних ДСТУ для льону-довгунця та бавовняного волокна, що є не зовсім коректним [6]. Проведені дослідження з вивчення морфологічної, анатомічної будови, хімічного складу, фізико-механічних характеристик стебел соломи та волокна льону олійного дозволили встановити основні відмінності цієї рослини від стебел і волокна льону-довгунця та бавовнику, а також визначити ті показники якості, які б могли стати основою для створення нормативних документів на цю сировину.

Формулювання мети дослідження

Передумовою для розробки нормативних документів на стебла соломи та волокно льону олійного є більш глибоке дослідження анатомічної, морфологічної будови й хімічного складу льону олійного та льону-довгунця. Знаючи морфологічну будову стебел, можна з певною достовірністю прогнозувати урожайність волокна та його якісні показники. Тому метою дослідження є визначення основних характеристик стебел і волокна льону олійного, на яких базується розроблення нормативних документів на цю сировину.

Викладення основного матеріалу дослідження

Вітчизняною селекцією було створено ряд високопродуктивних сортів для посушливих умов півдня України. Взятий напрямок на розширення посівів льону олійного можна пояснити тим, що ринок насіння ще далеко не наповнений, навпаки, цей товар у дефіциті. Його купують вітчизняні лакофарбові підприємства, але найголовніші споживачі – усе ж таки міжнародні тренди. Купуючи товарне насіння, увагу звертають лише на насіння.

Передумовою для розробки нормативних документів на стебла соломи та волокна льону олійного є більш глибоке дослідження анатомічної, морфологічної будови та хімічного складу льону олійного та льону-довгунця. Знаючи морфологічну будову стебел, можна визначити в певних межах урожайність волокна та якісну його характеристику, а також визначити фізико-механічні показники які б можна включити до нормативних документів.

Стебла льону олійного практично не використовуються не зважаючи на те, що в світі відомі технології з повного використання стебел цієї групи льону для виробництва будівельних плит, композитних матеріалів, котробрикетів, шпагату, вірвовок, нетканих текстильних виробів, ефірів целюлози, паперу, теплоізоляційних матеріалів. Комплексне використання стебел і насіння льону олійного, як свідчить світовий досвід, підвищить продуктивність цієї культури, дасть можливість наповнити ринок України новими екологічно чистими целюлозомістними матеріалами.

Стебло є продуктивною частиною льону. Розрізняють загальну та технічну довжину стебла. Перша вимірюється відстанню від місця кріплення сім'ядольних листочків до верхівки найвище розміщеної у суцвітті коробочки, друга – від місця кріплення сім'ядольних листочків до початку розгалуження суцвіття.

Слід зауважити, що між двома групами льону спостерігається велика різниця за довжиною та товщиною стебла.

Відомо, що волокно з більш високими показниками якості отримують з більш тонких стебел. Стебла льону з діаметром 1,1 - 1,3 мм вважаються тонкими, якщо їх довжина перевищує 80 - 85 см, і товстими, якщо їх довжина становить 50 - 55 см, а діаметр – 1,3 - 1,5 мм. Стебла льону олійного при середній технічній довжині 44 см мають діаметр у середній частині 1,3 мм, а отже є товстими. У льону-довгунця довжина технічної частини стебел змінюється в межах 60-90 см, а товщина – 0,8-1,2 мм, тому їх відносять до тонкостебельних [7]. Ця різниця зумовлює значення таких показників, як миклість та збіжистість.

Відношення товщини стебла до його довжини називають збіжистістю. Багато дослідників показали, що миклість та збіжистість характеризують кількісно та якісно кількість волокна у стеблах. Анатомічна будова стебла значною мірою залежить від його зовнішніх властивостей: загальної та технічної довжини, його товщини, миклості (відношення довжини до товщини), довжини розгалуженої частини, кольору стебла, ступеня розвитку кореневої системи тощо. Високий вміст деревини в стеблах впливає на питомий вміст у них волокна, тому в стеблах, що мають широкий поперечний переріз, вміст волокна менший порівняно з тонкими стеблами.

За зовнішньою формою стебла можна визначити якість волокна, яке міститься в ньому. у результаті досліджень встановлено, що луб'яні жмути льону-довгунця складаються з більш довгих клітин, а це зумовлює їх високу питому міцність. Довгі та тонші елементарні волокна забезпечують велику поверхню взаємного зіткнення, за рахунок чого міцність технічного волокна підвищується. Міцність спайок, у свою чергу, залежить від хімічного складу склеюючих речовин, тобто пектину й лігніну. Лігнін збільшує міцність спайок, а отже, і технічного волокна. У льону олійного довжина елементарних волокон менша, ніж у льону-довгунця, тому він характеризується високим ступенем одерев'яніння технічного волокна, що значною мірою обумовлено цементуючим впливом лігніну, а у льону-довгунця з відносно довгими елементарними волокнами – величиною поверхні взаємного зіткнення волокон, тобто їх довжиною та тониною [8].

Крім того, волокно з різних зон стебла суттєво відрізняється за хімічним складом. Найбільша кількість лігніну, як відомо, міститься у волокні, отриманому з гузиревої частини. Крім того, виявлено тенденцію до зниження вмісту пектинових речовин від верхівки до гузиря. Максимальним вмістом целюлози характеризується середня частина, а мінімальним – гузир.

Відмінність, льону-довгунця від льону олійного виявляється не тільки у зовнішньому вигляді, але має й глибше пояснення. Більш галузистий та низькорослий льон олійний значно відрізняється від високорослого тонкого та слабо розгалуженого льону-довгунця. Волокна льону-довгунця розміщені правильно окресленими широкими та відносно глибокими жмутами (мається на увазі глибина в радіальному напрямку на поперечному зрізі). Окремі волокна мають гострокутові поперечні зрізи, одерев'яніння майже не помітне в місцях прилягання кутів клітин. Льон олійний має рихлі жмути з менш правильними зубчастими краями на поперечному зрізі. Поперечний зріз окремих волокон скоріше округлий, тому вони менш тісно прилягають одне до одного.

Питома міцність волокна, його здатність до поділу на тонкі комплекси та гнучкість є основними властивостями, що характеризують якість волокон [9]. Довжина й товщина є основними ознаками при оцінюванні стебел як промислової сировини. Проте існують і деякі інші ознаки, які дають можливість уточнити цю оцінку. До таких ознак відносять: розгалуженість, ступінь розвитку коренів, жорсткість, ваговитість, однорідність, засміченість, пошкодженість.

Відомо, що розгалуженість залежить від густоти стеблостою. Розріджені посіви дають більш розгалужені стебла, що мають добре розвинену деревину з меншим вмістом волокна.

Льон-межеумок і льон-кучерявець часто об'єднують під однією назвою – льон олійний. В Україні для одержання насіння вирощується переважно льон-межеумок. На рис. 1 зображена коренева система льону-межеумка та льону-довгунця.

Дуже розвинута коренева система, як у льону олійного, характеризує рослини з нижчим вмістом волокна, ніж тонкостебельні.

Жорсткість стебел характеризує ступінь розвитку деревини стебел і тим самим визначає вміст волокна в них.

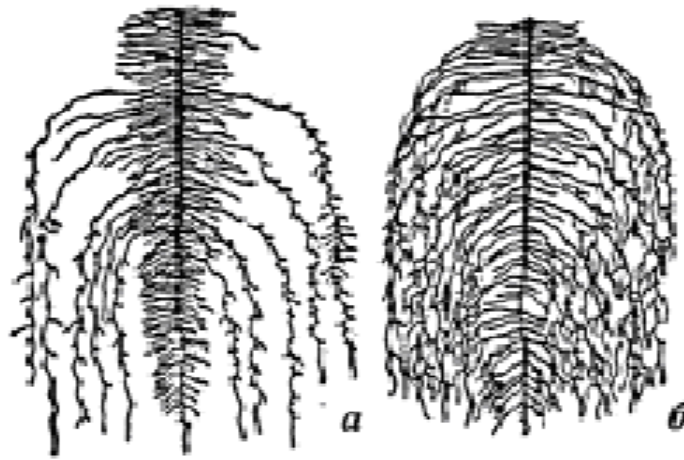


Рис. 1. Коренева система льону-довгунця та льону-межумок:

а – льон-довгунець;

б – льон-межумок.

Ваговитість стебел характеризує їх структуру: стебла льону олійного з більш рихлою структурою, які мають велику внутрішню порожнину з дуже розвинутою серцевиною, є легко ваговитими. Стебла льону-довгунця з більш щільною структурою дають більш важко вите й і міцне волокно [10].

Довгі та тонші елементарні волокна забезпечують велику поверхню взаємного зіткнення, за рахунок чого міцність технічного волокна підвищується. Оскільки елементарні волокна льону олійного коротші порівняно з волокнами льону-довгунця у зв'язку з особливістю морфологічної будови цієї групи, то міцність його технічного волокна дещо нижча.

З усіх перелічених вище анатомічних, морфологічних та хімічних відмінностей двох груп льону можна зробити важливе практичне припущення: міцність елементарних волокон знаходиться в залежності від хімічного складу та будови їх стінок. Як правило, зовсім не одерев'яніла, товстостінна волокниста клітина буває й найбільш міцною. Поряд з цим, аналіз з'єднання волокон між собою та їх обрисів на поперечних зрізах, дає уявлення про міцність їх зв'язку. Обидва ці фактори разом будуть обумовлювати різний характер проходження технологічного процесу механічної переробки льону олійного порівняно з льоном-довгунцем, а отже якість волокна та отримуваної з нього готової продукції.

На основі проведеного аналізу анатомічної будови та хімічного складу можна зробити висновок: оскільки між двома групами льону спостерігається велика різниця, то методика оцінювання стебел соломи та волокна льону олійного буде суттєвого відрізнятися від відомої оцінки фізико-механічних показників льону-довгунця. Технологічні параметри й нормовані фізико-механічні показники якості стебел соломи та волокна льону-довгунця не можна застосовувати для оцінки якості стебел соломи й волокна льону олійного, враховуючи особливості морфологічної, анатомічної та хімічної будови цієї групи льону.

Узагальнюючи вищевикладене, слід зазначити, що зараз особливої актуальності набуває питання створення власної нормативної бази для оцінки якості стебел соломи та волокна льону олійного з метою одержання нових целюлозовмісних матеріалів.

Висновки

Європа та інші країни світу проявляють неабияку зацікавленість до використання льону олійного. Підвищений інтерес до культури льону олійного за кордоном змушує переглянути відношення до неї, бо в саме цих країнах її використовують для виготовлення різних видів продукції у багатьох галузях промисловості. На основі величезного світового досвіду використання соломи льону олійного, можна зробити висновок, що солома олійного льону є дуже цінною сировиною, хоча на сьогодні вона залишається другорядним продуктом, проте, при відповідній підготовці та оцінці якості стебел соломи та волокна льону олійного відповідно до нормативних документів дозволить значно розширити сферу використання цієї культури з метою виготовлення різних товарів народного вжитку.

Але існує визначена технологічна та маркетингова перепона для використання волокнистого промислового матеріалу – це відсутність нормативних документів на стебла соломи та волокно льону олійного що в свою чергу є перепорою для більш широкого впровадження цієї культури в промисловість

України. Крім того, між виробниками льняної соломи і промисловими підприємствами, які б могли використовувати її, до цих пір не має потрібних виробничих контактів, оскільки не відомо яким чином здійснювати розрахунок за одержану сировину. Для того, щоб конкурувати з використовуваними на сьогоднішній день промисловими волокнами, необхідно консультиватися зі спеціалістами зі стандартизації та сертифікації, а також з фахівцями льняної галузі, які використовують лляні волокна та знають їх властивості з метою створення та впровадження нормативних документів на стебла соломи та волокно льону олійного.

На сьогоднішній день не розроблені нормативні документи з оцінки якості стебел соломи та волокна льону олійного, не встановлені показники якості, оптимальні параметри та режими одержання волокна та його механічної переробки, не виявлені закономірності зміни фізико-механічних характеристик від особливостей вирощування та збирання цієї культури. Вирішення цих питань на основі розроблення та впровадження нормативних документів з оцінки якості стебел соломи та волокна льону олійного дозволить визначити властивості і допоможе об'єктивно розробити рекомендації з їх використання в різних галузях промисловості.

Список використаної літератури

1. Виноградов В.Ф., Раскуратов Ю.В. и др. Медико-биологические аспекты использования льняного масла: «Лен - на пороге XXI века». Тез. докл. Научно-практич. конф. – Вологда: ПФ Полиграфист, – 2000.
2. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н. Масличный лен и его комплексное развитие. – М.: ЦНИИЛКА, 2000. – С. 389.
3. Лихочвар В.В., Петриненко В.Ф. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур. – Львів.: НВФ. «Українські технології», 2006. – 730 С.
4. <http://www.agro-business.com.ua>.
5. Тихосова А.А., Путинцева С.В., Головенко Т.Н. Перспективы использования волокна льна масличного для производства текстильных материалов // Вестник Витебского государственного технологического университета. – 2013. – № 24. – С. 74-81.
6. Головенко Т.М., Чурсіна Л.А., Гарькава А.В. Розроблення технології одержання волокон льону олійного різного функціонального призначення // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2012. – № 4. – С. 204-211.
7. Чурсіна Л.А., Тихосова Г.А., Горач О.О., Янюк Т.І. Наукові основи комплексної переробки льону олійного: монографія / під ред. Л.А. Чурсіної. – Херсон: Олді-плюс, 2011. – 356 С.
8. Ордина Н.А. Оценка качества волокна в льняных стеблях по анатомическим признакам // Лен и конопля. –1973. – №6. – С. 29.
9. Чурсіна Л.А., Тихосова Г.А., Головенко Т.Н., Меньяло-Басиста І.О. Інноваційні технології одержання нетканих та целюлозовмісних матеріалів з льону олійного: монографія / під ред. Л.А. Чурсіної. – Херсон: Грінь Д.С., 2014, – 304 С.
10. Живетин В.В., Гинзбург Л.Н. Лен на рубеже 20 и 21 веков: учеб. пособ. / В.В. Живетин, Л.Н. Гинзбург. – М.: ИПО «Полигран», 1998. – 184 С.

УДК 687.016: 687.151.2

Г.О. ДУБІНЕЦЬКА, Н.В. ОСТАПЕНКО, Т.В. ЛУЦКЕР
Київський національний університет технологій та дизайну
Л.В. НАВОЛЬСЬКА
Чернівецький коледж дизайну та економіки

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ ВЕСІЛЬНОГО ОДЯГУ НА ОСНОВІ ПРИНЦИПІВ ТРАНСФОРМАЦІЇ

У статті класифіковано різновиди весільних ансамблів з визначеного кола за різними показниками та систематизовано різновиди складових весільного ансамблю для нареченої за асортиментними групами на основі аналізу існуючого одягу. На основі відомих базових принципів трансформації систематизовано елементи (деталі, вузли) весільного одягу за функціональними ознаками та засобами з'єднання.

Ключові слова: елементи на основі принципів трансформації, весільний одяг, елементи весільного ансамблю, деталі одягу.

Г.О. ДУБИНЕЦКАЯ, Н.В. ОСТАПЕНКО, Т.В. ЛУЦКЕР
Киевский национальный университет технологий и дизайна
Л.В. НАВОЛЬСКАЯ
Черновицкий колледж дизайна и экономики

СИСТЕМАТИЗАЦІЯ ЕЛЕМЕНТІВ СВАДЕБНОЇ ОДЕЖДИ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПІВ ТРАНСФОРМАЦІЇ

В статье классифицированы разновидности свадебных ансамблей из определенного круга по различным показателям и систематизированы разновидности составляющих свадебного ансамбля для невесты за асортиментными группами на основе анализа существующей одежды. На основе известных базовых принципов трансформации систематизированы элементы (детали, узлы) свадебной одежды по функциональным признакам и средствам соединения.

Ключевые слова: элементы на основе принципов трансформации, свадебная одежда, элементы свадебного ансамбля, детали одежды.

H. DUBINETSKA, N. OSTAPENKO, T. LUZKER
Kyiv National University of Technology and Design
L. NAVOLSKA
Chernivtsi College of Design and Economics

THE SYSTEMATIZATION OF WEDDING APPAREL IN TERMS OF TRANSFORMATION PRINCIPLES

In the article, the varieties of wedding ensembles of a certain range are classified by different characteristics and also the varieties of wedding ensemble components for a bride are systematized by product line groups on basis of analysis of current clothing. In terms of known basic transformation principles, the elements (parts, components) of the wedding apparel are systematized by functional attributes and binding tools.

Keywords: elements in terms of transformation principles, wedding apparel, elements of wedding ensemble, clothing parts.

Постановка проблеми

Великий асортиментний різновид виробів весільного вбрання для нареченої створює необхідність систематизації його елементів, адже виготовлення якісного, відповідного до висунутих вимог та продиктованого попитом весільного одягу має велике соціально-економічне значення. Тому забезпечення внутрішнього ринку країни естетично довершеним, комфортним, якісним, новаторським весільним одягом залишається актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Для систематизації елементів весільного одягу на основі принципів трансформації проаналізовано асортимент існуючого вбрання для нареченої, зокрема моделі, які пропонує сучасний ринок України і Європи тощо.

З аналізу літературних джерел та електронних ресурсів [1–6] виявлено, що існує різноманіття сучасних виробів-трансформерів та елементів на основі принципів трансформації дає змогу їх застосувати і у весільному одязі для наречених, що є актуальним сьогодні.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є систематизація елементів весільного одягу на основі принципів трансформації для створення інформаційної бази з можливістю її розширення та оновлення.

Викладення основного матеріалу дослідження

Відомо [7], що ансамбль – комплект одягу і доповнення, які прикрашають його, становлять художню цілісність. Такий костюм одягу створений за єдиним художнім задумом, а вироби, що входять до ансамблю, мають взаємну узгодженість, органічний взаємозв'язок та єдність частин.

Необхідно зазначити, що для проведення аналізу та систематизації різновидів ансамблів для нареченої обрано весільне вбрання в європейських традиціях, адже, як відомо, національність, віросповідання тощо диктують свої морально-етичні норми, моду та канони, які впливають як на змістовність та символізм деяких елементів, так і на ансамбль в цілому та його складові.

На основі аналізу асортименту сучасних весільних ансамблів вітчизняного та закордонного виробництва нами систематизовано їх різновиди за призначенням, асортиментними групами, віком, кількістю шлюбів, стилем, сезоном, опорними поверхнями, ринковою ціною, способом виробництва, площею контакту з тілом, тривалістю використання, ступенем оздоблення тощо (рис. 1).

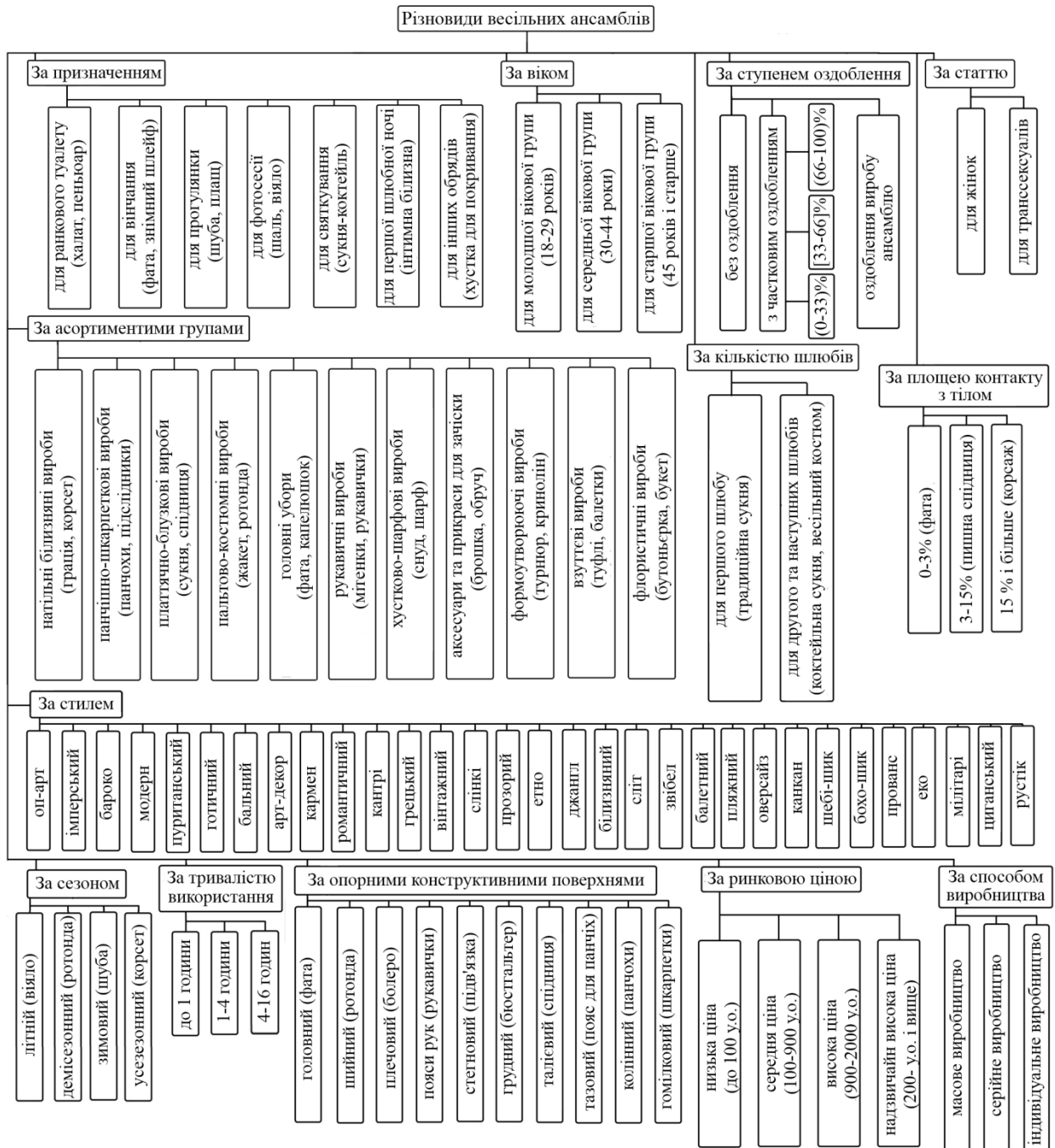


Рис. 1. Систематизація різновидів весільних ансамблів

Систематизацію різновидів складових весільного ансамблю для нареченої за асортиментними групами представлено на рис. 2.

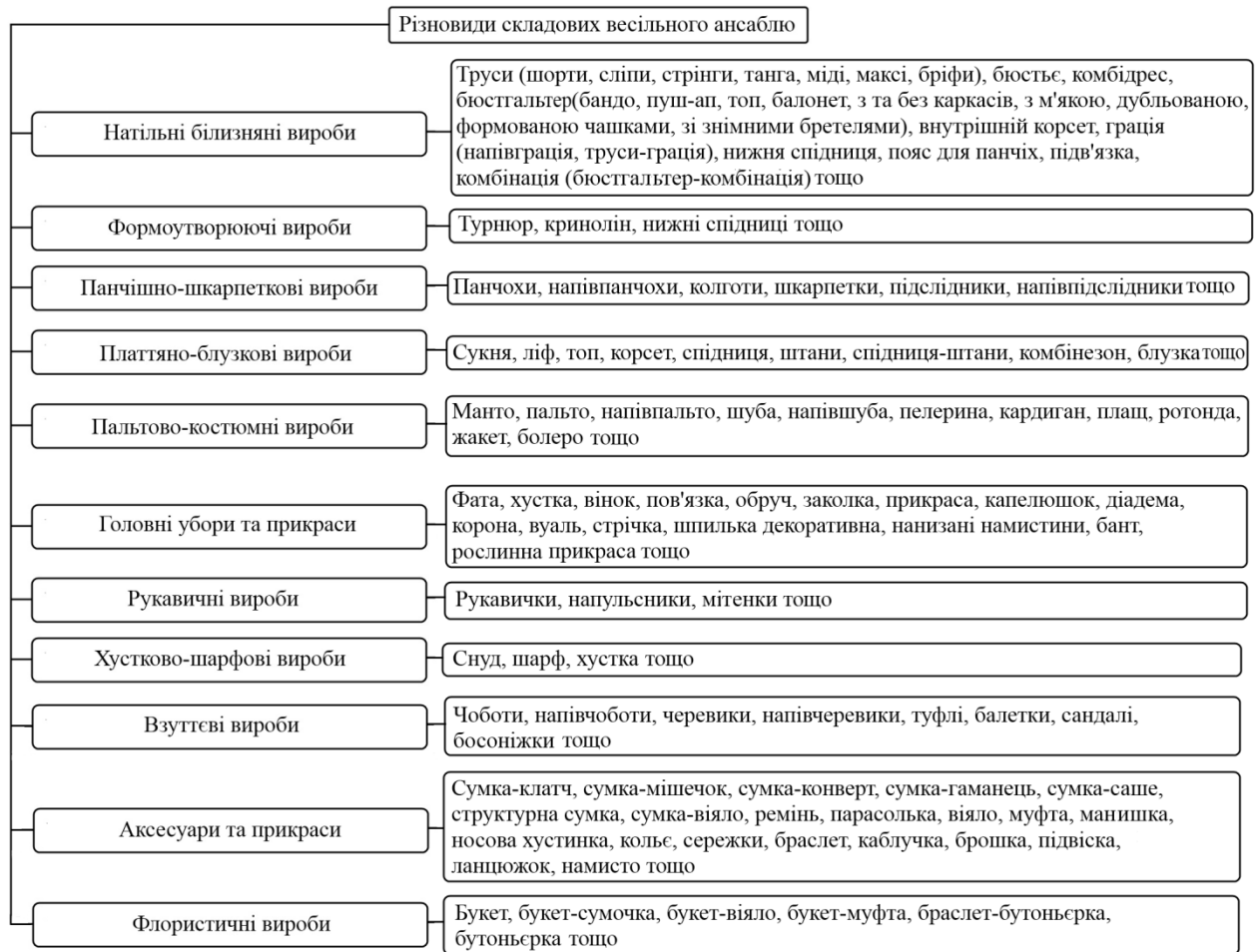


Рис. 2. Систематизація різновидів складових весільного ансамблю

На основі відомих базових принципів трансформації [2] систематизовано елементи (деталі, вузли) весільного одягу за функціональними ознаками та засобами з'єднання. Доцільно перерахувати функції, які виконують елементи: Ф1 – забезпечення зміни чи формування силуетної форми виробу/деталі; Ф2 – забезпечення зміни чи регулювання довжини/ширини виробу/деталі; Ф3 – забезпечення зміни чи регулювання об'ємно-просторової форми виробу/деталі; Ф4 – забезпечення зміни зовнішнього вигляду виробу; Ф5 – забезпечення зміни відтінку чи кольору виробу/деталі; Ф6 – забезпечення зміни експлуатаційних властивостей виробу; Ф7 – покращення ремонтоздатності виробу; Ф8 – регулювання ступеню прилягання до тіла; Ф9 – адаптація виробу до морфологічних ознак споживача; Ф10 – зміна конфігурації виробу/деталей виробу; Ф11 – фіксація/кріплення виробу на необхідній ділянці чи в певному положенні; Ф12 – з'єднання деталей/виробів/частин виробів; Ф13 – виконання конструктивно-декоративної чи оздобувальної функції.

Принцип «відділення – приєднання» у весільних виробках забезпечується знімними шарами фати, спідниці, шлейфом, частинами спідниці, бретелями, кокетками, елементами оздоблення тощо, які можуть бути зміненими за допомогою ґачків та вічок, начіпних петель та гудзиків, роз'ємної застібки-блискавки, петель та шнурівки, зав'язок, текстильних застібок, шпильок тощо (табл. 1, рис. 3).

Таблиця 1

Систематизація елементів весільного одягу на основі принципу трансформації «відділення – приєднання»

Назва деталі/вузла	Назва виробу, частини виробу	Назва частини, ділянки тіла людини	Код функції	Деталі, матеріали, фурнітура
1	2	3	4	5
Шари виробу	Фата	Пояс голови	Ф1 – Ф4, Ф6	Шпилька, прикраса, заколка, кнопки

Продовження таблиці 1

1	2	3	4	5
Шари виробу	Спідниця сукні, спідниця		Ф1, Ф3, Ф4, Ф5	Дві стрічки з начіпними петлями та шнурівка, кнопки, гачки та вічка, начіпні петлі та гудзики, роз'ємна застібка-блискавка
Шлейф	Спідниця, шлейф	Талієвий, тазостегновий, стегновий, колінний пояси	Ф1, Ф2, Ф4, Ф6, Ф7	Кнопки, гачки та вічка, начіпні петлі та гудзики, роз'ємна застібка-блискавка, зав'язки, знімний пояс
Частини спідниці	Спідниця		Ф1, Ф3, Ф4, Ф7	
Бретелі	Верхній край ліфу, корсету, сукні	Плечовий, грудний пояси, грудний пояси	Ф4, Ф6, Ф7	Кнопки, гудзики та прорізні петлі, текстильна застібка
Кокетка ліфа				
Пояс	Ліф, корсет, сукня, спідниця, штани, спідниця-штани, комбінезон	Талієвий, тазостегновий, стегновий пояси	Ф4, Ф7	
Накидка / болеро	Ліф, корсет, сукня	Грудний, талієвий, тазостегновий пояси	Ф1, Ф4, Ф6, Ф7	
Рукав	Ліф/корсет, рукав	Плечовий пояс	Ф4, Ф7	Кнопки
Елементи оздоблення	Сукня, ліф, топ, корсет, спідниця, штани, спідниця-штани, комбінезон, блузка, жакет, болеро, фата	Будь-яка частина виробу	Ф3, Ф4, Ф6, Ф7	Кнопки, текстильна застібка, гудзики та петлі, зав'язки, петлі та шпильки, англійська булавка

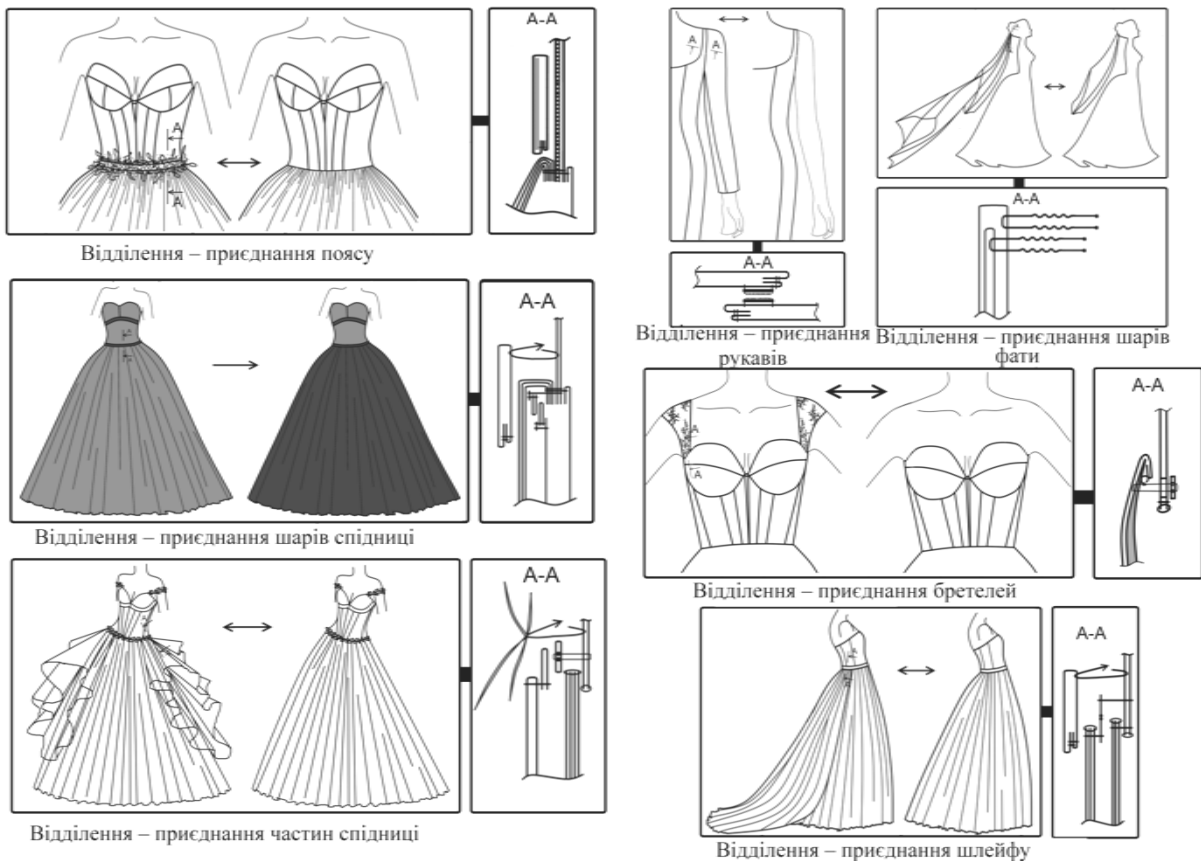


Рис. 3. Приклади елементів весільного одягу на основі принципу трансформації «відділення – приєднання»

Принцип «регулювання – фіксація» у весільному одязі забезпечується зміною довжини бретелей, поясів, шлейфу, ширини виробу на різних ділянках за допомогою пат, манжетів, зав'язок, петель та шнурівки, кулісок зі шнурами, металевими каркасами чи дротами. Фіксація здійснюється за допомогою текстильної застібки, ґудзиків, тасьми з гачками та трирядними вічками, гачків та вічок, ґудзиків та петель, зав'язок, фіксаторів для шнурів чи металевих каркасів, регуляторів довжини (рамка, кільце), затискачів, панчохоотримачів, пряжок, ланцюжків та застібок для них тощо (табл. 2, рис. 4).

Таблиця 2

**Систематизація елементів весільного одягу на основі принципу трансформації
«регулювання – фіксація»**

Назва деталі/вузла	Назва виробу, частини виробу	Назва частини, ділянки тіла людини	Код функції	Деталі, матеріали, фурнітура
1	2	3	4	5
Бретель	Верхній край сукні, ліфу, корсету, топа, комбінезону, комбідресу, бюстгальтера, грації	Плечовий, грудний пояси	Ф2, Ф9	Регулятор довжини (рамка, кільце), гачок, затискач, фіксує кнопки
Пояс	Верхній край спідниці, штанів, спідниць-штанів Знімний пояс	Пояс тазостегнових кісток, талієвий пояс		Кнопки, гачки та вічка, текстильна застібка, ґудзики та петлі, пряжка
Пата	Середній шов спинки спідниці сукні/спідниці; ділянка поясу штанів, комбінезону; ділянки середини спинки, низу рукавів блузки, жакету, болеро	В залежності від місця розташування елемента	Ф1, Ф2, Ф8, Ф9	Кнопки, ґудзики та петлі, текстильна застібка
Манжета	Низ рукава сукні, блузка, топа, болеро, жакету	Пояс зап'ястя	Ф2, Ф8, Ф9	Кнопки, ґудзики та петлі
Зав'язки	Будь-яка частина сукні, ліфу, топа, блузки, жакету, болеро, спідниці, штанів, спідниць-штанів, комбінезону	Шийний, плечовий, грудний, талієвий, стегновий, ліктьовий пояси, пояс зап'ястя, передпліччя.	Ф1, Ф2, Ф8, Ф9, Ф10	Бретелі, шнури, стрічки, деталі з різних матеріалів для зав'язування
	Будь-яка частина сукні, спідниці, штанів, спідниць-штанів, комбінезону	Талієвий, тазостегновий, литковий пояси.	Ф1, Ф2, Ф10	Шнури, стрічки, еластичні тасьми, деталі з різних матеріалів для зав'язування
	Хустка для покривання	Пояс голови	Ф8, Ф9	–
	Знімні манжети	Лінія зап'ястя	Ф2, Ф8, Ф9	Шнури, стрічки, тасьми, деталі з різних матеріалів для зав'язування
	Пояс	Талієвий, тазостегновий, стегновий пояси	Ф1, Ф2, Ф8, Ф9	
	Тильна сторона вінка, пов'язки, прикраси у волосся	Пояс голови	Ф8, Ф9	
Частина кріплення турнюру, криноліну, нижньої спідниці	Талієвий, тазостегновий пояси	Ф9		

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
Петлі та шнурівка	В швах (середній шов переду/спинки, боковий шов або рельєфний шов) бюстє, внутрішнього корсету	Грудний, талієвий, тазостегновий пояси	Ф1, Ф8, Ф9, Ф10	Регілін жорсткий, кісточки («вус» пластикові, сталеві, планшетні з карбону), клейовий матеріал; петлі н/ф; стрічка, шнур, тасьма, шнур з основного матеріалу; блочки, люверси; петля взуттєва, гачок взуттєвий, підзор н/ф
	Середній шов спинки сукні, ліфу, корсету	Грудний, талієвий, тазостегновий, стегновий пояси		
	Частина поясу штанів, поясу для панчо, поясу	Талієвий, тазостегновий, стегновий пояси	Ф8, Ф9	
Куліска із зав'язками	Будь-яка ділянка сукні, спідниці	Талієвий, тазостегновий, стегновий, литковий пояси	Ф1, Ф2 Ф8	Шнури, стрічки, тасьми, деталі з різних матеріалів для зав'язування, коса бейка
Куліска зі шнуром та фіксатором		Тазостегновий, стегновий, литковий пояси		Шнури, стрічки, тасьми, деталі для зав'язування, фіксатори для шнурів
Куліска з каркасом та фіксаторами	Край низу нижньої спідниці	Лінія низу виробу	Ф1, Ф2	Коса бейка, каркасний дріт, фіксатори каркасного дроту
Застібка на гудзики та петлі (декілька рядів)	Сукня, топ, пояс спідниці, комбінезон, блузка, манжети	Будь-яка частина виробу з застіркою	Ф2, Ф8, Ф9	Гудзики, начіпні петлі, тасьма з начіпними петлями
Застібка на гачки та трирядні вічка	Середній шов спинки бюстє, бюстгальтера, поясу для панчо, комбінації	Грудний, талієвий, тазостегновий пояси спинки	Ф2, Ф9	Гачки, вічка; тасьми з гачками та трьома рядами вічок
	Сукня, ліф			
	Кроковий шов комбідресу	Пахова зона		
Застібка з ланцюжком	Спинка сукні	Шийний, грудний, талієвий пояси	Ф9	Ланцюжок, застібка для ланцюжків
Вшиті дроти	Декоративні деталі сукні, ліфа, корсету	Будь-яка частина тіла	Ф12	Гнучкі дроти для формоутворення

Принцип трансформації «згорання – розгорання» забезпечується зміною об'єму, довжини, кольору шлейфу чи його від'єднання, зміною частин спідниці, деталей ліфу/корсету тощо за допомогою зав'язок, шнурів з фіксаторами, застібок-блискавок, кнопок тощо (табл. 3, рис. 5).

Таблиця 3

Систематизація елементів весільного одягу на основі принципу трансформації «згорання – розгорання»

Назва деталі/вузла	Назва виробу, частини виробу	Назва частини, ділянки тіла людини	Код функції	Деталі, матеріали, фурнітура
1	2	3	4	5
Шлейф	Внутрішня частина спідниці	Стегновий, колінний, литковий пояси	Ф1	Зав'язки, шнури з фіксаторами
Частини спідниці	Бокові, середні, рельєфні шви спідниці	Талієвий, стегновий, колінний, литковий пояси	Ф1, Ф3, Ф4	Зав'язки, гудзики та начіпні петлі, застібка-блискавка
Деталі ліфу/корсету	Перед ліфу, корсету, сукні	Грудний, талієвий пояси	Ф1	Зав'язки, шнури з фіксаторами

кріплення для корсетів та ліфів, ластику та інших матеріалів з еластичними властивостями на різних ділянках виробу, зокрема у таких вузлах, як манжети, бретелі, пояси, куліски тощо (табл. 4, рис. 6).

Таблиця 4

**Систематизація елементів весільного одягу на основі принципу трансформації
«розтягування – стягування»**

Назва деталі/вузла	Назва виробу, частини виробу	Назва частини, ділянки тіла людини	Код функції	Деталі, матеріали, фурнітура
1	2	3	4	5
Пришита еластична тасьма	Верхній край криноліну, турнюру	Пояс тазостегнових кісток, талієвий пояс	Ф9, Ф11	Еластична тасьма
	Пояс для панчох	Пояс тазостегнових кісток, верхня частина стегон	Ф12	Еластична тасьма, регулятор довжини (рамка, кільце), гачок, затискач, панчохотримач
	Верхній край панчох	Стегно	Ф9, Ф11	Еластичне мереживо чи тасьма з силіконовим покриттям
	Верхній край трусів	Пояс тазостегнових кісток, талієвий пояс		Еластична тасьма
	Пов'язка, рослинна втеча. Тильний бік	Голова, лобова частина лица		Еластична тасьма, еластичне мереживо
Настрочена еластична тасьма	Будь-які ділянки сукні, ліфа, топу, спідниці, штанів, спідниці-штанів, комбінезону, блузки, жакету, болеро	Плечовий, грудний, талієвий, стегновий, ліктьовий пояси, пояс передпліччя тощо	Ф1, Ф8, Ф9 Ф11, Ф13	Еластична тасьма
	Підв'язка	Стегно	Ф11	
	Верхні, нижні краї, ділянки талії комбідресу, бюстгальтера, грації, поясу для панчох	Тулуб	Ф9, Ф11	Еластичне мереживо/тасьма з/без силіконового покриття
	Рукавички, напульсники	Лінії зап'ястя, верху виробу	Ф8, Ф9 Ф11, Ф13	
«Венгерка»	Будь-які ділянки виробів сукні, топу, спідниці, штанів, спідниці-штанів, комбінезону, блузки, жакету, болеро	Плечовий, грудний, талієвий, стегновий, ліктьовий пояси, пояс передпліччя тощо	Ф1, Ф8, Ф9 Ф11, Ф13	Еластична тасьма «венгерка», еластична тасьма-нитка
Куліска з еластичною тасьмою				Еластична тасьма, коса бейка
Бретель	Верхній край сукні, ліфу, корсету, топа, комбінезону, комбідресу, бюстгальтера, грації	Плечовий, грудний пояси	Ф2, Ф9, Ф11, Ф13	Еластична тасьма, еластичне мереживо, регулятор довжини (рамка, кільце), гачок, затискач, кнопки
Манжета	Сукня, топ, майка під корсет/ліф, штани, комбінезон, блузка, жакет, болеро	Лінії низу рукавів, виробів	Ф1, Ф2, Ф8, Ф9, Ф11, Ф13	Еластична тасьма, еластичний матеріал
Пояс	Край верху спідниці, штанів, спідниці-штанів	Пояс тазостегнових кісток, талієвий пояс	Ф8, Ф9, Ф11, Ф13	Еластична тасьма, еластичний матеріал
	Знімний пояс		Ф9, Ф11, Ф13	

Продовження таблиці 4

1	2	3	4	5
Еластичні внутрішні кріплення	Внутрішня частина спинки ліфа/корсета	Талієвий, грудний пояс	Ф9, Ф11	Еластичне внутрішнє кріплення н/ф, широка еластична тасьма, ластик, кріплення на гачки та вічка

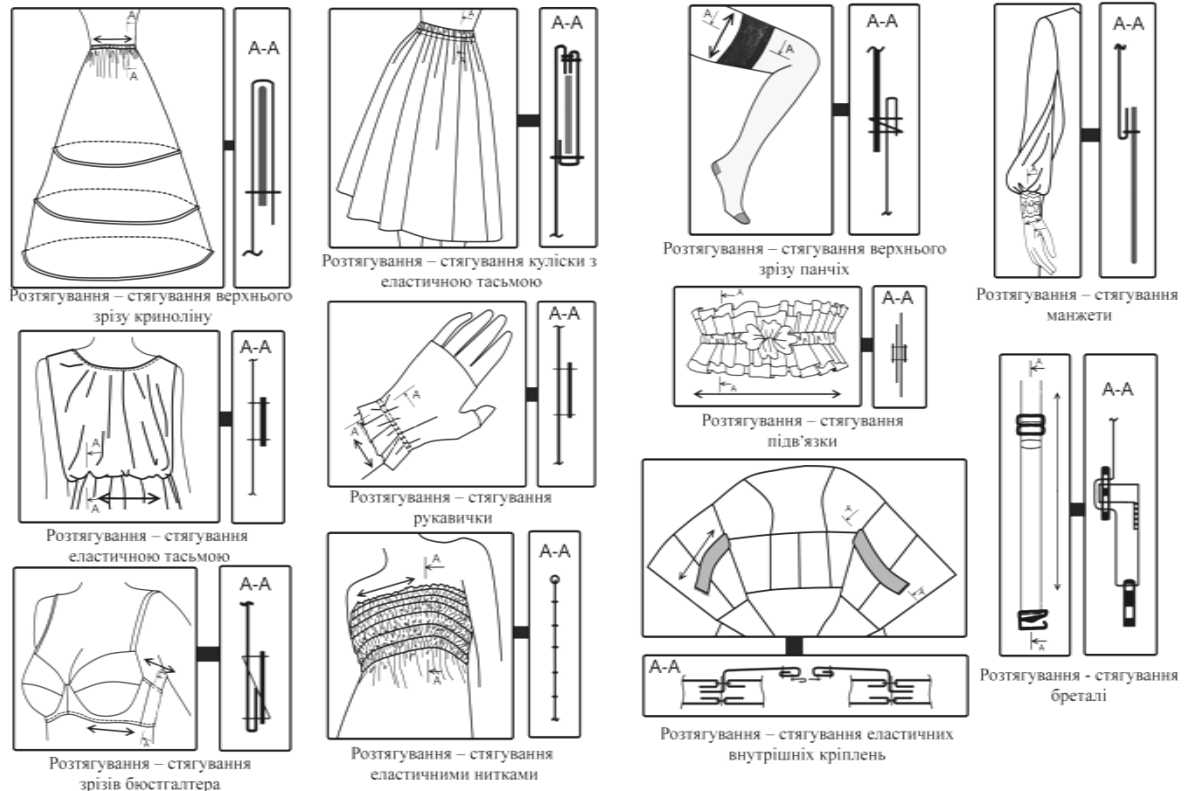


Рис. 6. Приклади елементів весільного одягу на основі принципу трансформації «розтягування – стягування»

Принцип трансформації «заміщення» у весільному одязі забезпечується заміщенням бретелей з оздобленням, майки-кокетки сукні, знімних рукавів, поясів з оздобленням, спідниць зі зміною силуету чи зміною довжини, частин спідниці, елементів оздоблення тощо за допомогою ґудзиків та прорізних петель, текстильних застібок, петель, люверсів, взуттєвих петель, англійських булавочок тощо (табл. 5, рис. 7).

Таблиця 5

Систематизація елементів весільного одягу на основі принципу трансформації «заміщення»

Назва деталі/вузла	Назва виробу, частини виробу	Назва частини, ділянки тіла людини	Код функції	Деталі, матеріали, фурнітура
1	2	3	4	5
Бретелі з оздобленням	Верхня частина сукні, ліфу, корсету	Плечовий, грудний пояси	Ф4, Ф6	Кнопки, ґудзики та прорізні петлі, текстильна застібка
Кокетки сукні			Ф1, Ф4, Ф6	
Знімні рукави	Край пройми-окату сукні, ліфу, корсету	Плечовий, ліктьовий пояси, пояс передпліччя	Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф6	Кнопки, ґудзики та прорізні петлі, текстильна застібка
Пояси з оздобленням	Сукня, ліф, корсет, спідниця, спідниця-штани, штани, комбінезон	Талієвий, тазостегновий, стегновий пояси	Ф4	

Продовження таблиці 5

1	2	3	4	5
Спідниці зі зміною силуету	Зона приєднання спідниці до ліфу, корсету	Талієвий, тазостегновий, стегновий, колінний, литковий пояси	Ф1, Ф3, Ф4, Ф6	Петлі н/ф; стрічка, шнур, тасьма, шнур з основного матеріалу; блочки, люверси; кнопки, гудзики та прорізні петлі, текстильна застібка, зав'язки
Спідниці зі зміною довжини				
Частини спідниці				
Елементи оздоблення	Будь-яка частина виробів даного асортименту	Будь-яке місце розташування	Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф6	Кнопки, гудзики та прорізні петлі, текстильна застібка, англійська булавка; петлі н/ф, стрічка

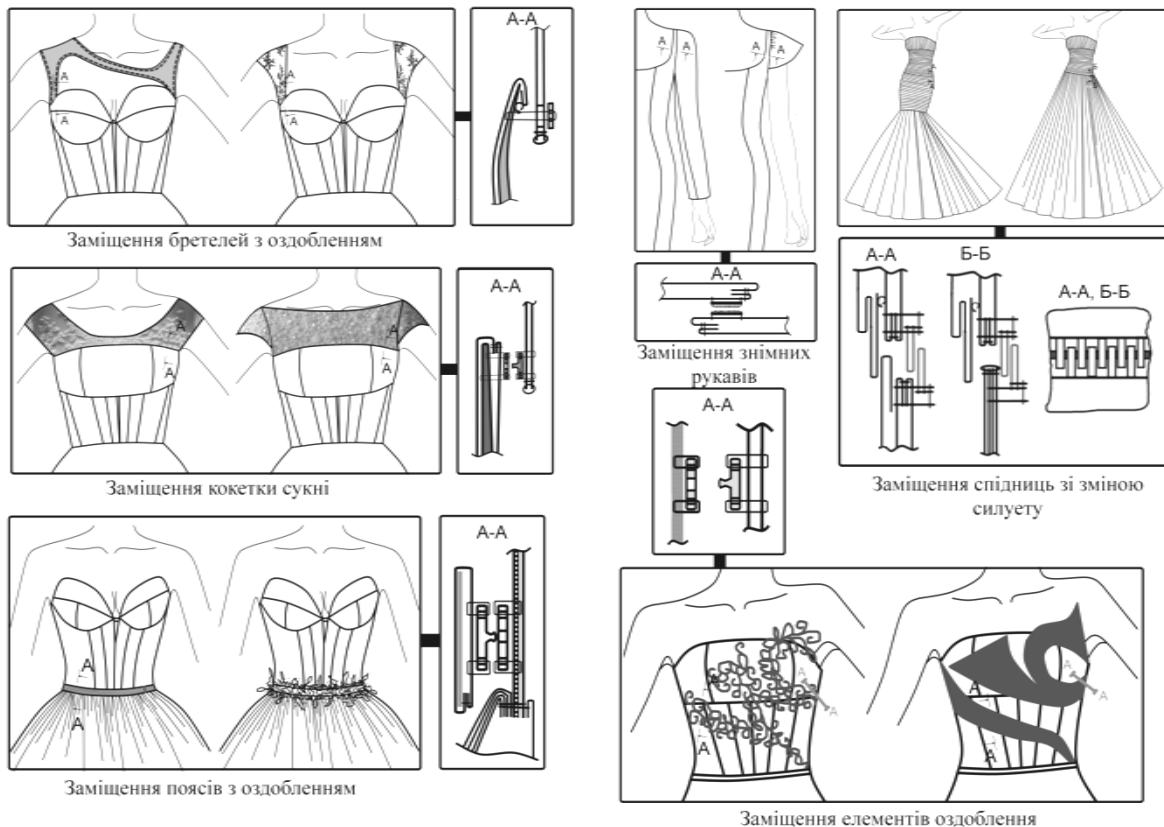


Рис. 7. Приклади елементів весільного одягу на основі принципу трансформації «заміщення»

Принцип трансформації «поєднання – вкладення» у весільному одязі забезпечується зміною черговості елементів чи частин виробу, наприклад, «кокетка, ліф, спідниця», «ліф, верхня частина спідниці, нижня частина спідниці», «сукня, верхня частина рукава, нижня частина рукава» тощо за допомогою петель, стрічок, тасьми, шнурів, блочків, люверсів, кнопок, кулісок зі шнурами/стрічками, текстильними застібками тощо (табл. 6, рис. 8).

Таблиця 6

Систематизація елементів весільного одягу на основі принципу трансформації «поєднання – вкладення»

Назва деталі/вузла	Назва виробу, частини виробу	Назва частини, ділянки тіла людини	Код функції	Деталі, матеріали, фурнітура
1	2	3	4	5
Кокетка, ліф, спідниця	Кокетка, ліф, спідниця	Тулуб	Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф6	Петлі н/ф; стрічка, шнур, тасьма, шнур з основного матеріалу; блочки, люверси

Продовження таблиці 6

1	2	3	4	5
Ліф, верхня частина спідниці, нижня частина спідниці	Ліф, спідниця	Нижня половина тіла	Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф6	Кнопки, куліска зі шнуром/стрічкою
Сукня, верхня частина рукава, нижня частина рукава	Сукня, рукав	Плечовий, ліктювий пояси, пояси передпліччя, зап'ястя	Ф2, Ф4, Ф6	Текстильна застібка

Принцип «суміщення – розсування» забезпечується зміною конфігурації, форми чи положення відносно тіла виробів чи їх деталей на різних ділянках, для чого використовують куліски, стрічки, еластичні тасьми, люверси тощо (табл. 7, рис. 9).

Таблиця 7

Систематизація елементів весільного одягу на основі принципу трансформації «суміщення – розсування»

Назва деталі/вузла	Назва виробу, частини виробу	Назва частини, ділянки тіла людини	Код функції	Деталі, матеріали, фурнітура
1	2	3	4	5
Частини пілочки/переду	Край горловини сукні	Плечовий, грудний, талієвий пояси	Ф4, Ф11	Куліска; стрічка, тасьма, шнур з основного матеріалу
Частини спинки	Середній шов спинки сукні		Ф4, Ф9, Ф11	
Рукав	Край верху і низу сукні, рукава			
Деталі спідниці	Сукня, спідниця	Талієвий, тазостегновий пояси	Ф6, Ф9, Ф11	Куліска; стрічка, тасьма, шнур з основного матеріалу, еластична тасьма
Нижня спідниця	Верхній край, боковий шов нижньої спідниці			
Деталі ротонди	Кріплення горловини ротонди	Пояс горловини	Ф1, Ф3, Ф4, Ф9, Ф11	Куліска; блочки, люверси; стрічка, тасьма, шнур з основного матеріалу
Сумка-мішечок	Верхній край сумки-мішечка	–	Ф1, Ф3, Ф4, Ф11	

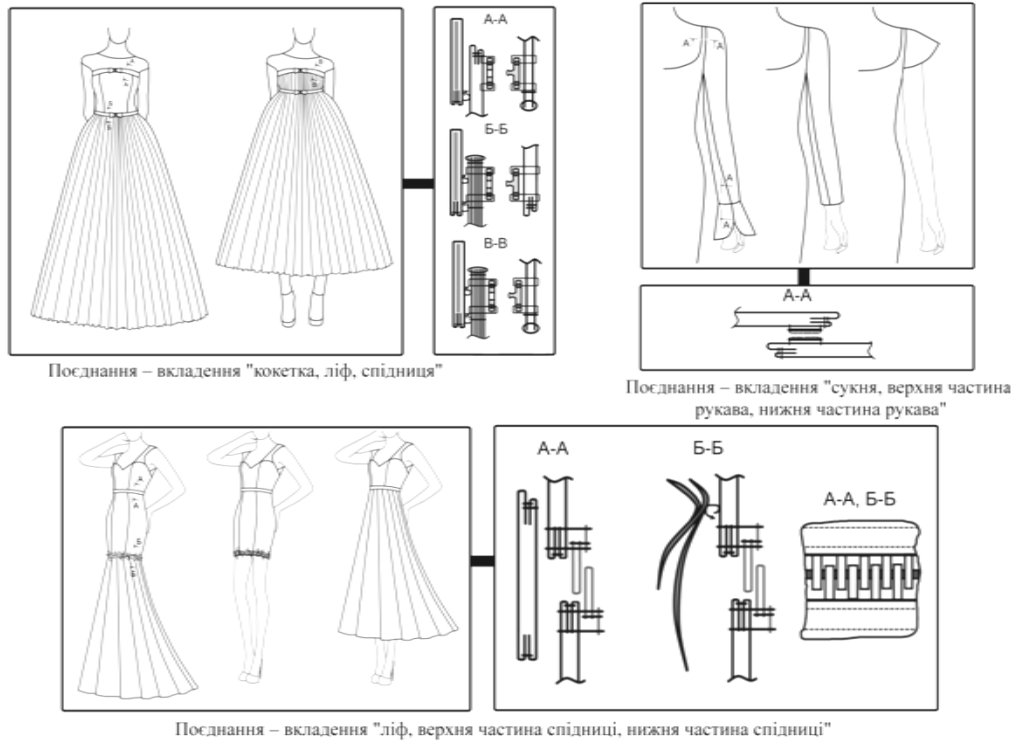


Рис. 8. Приклади елементів весільного одягу на основі принципу трансформації «посднання – вклення»

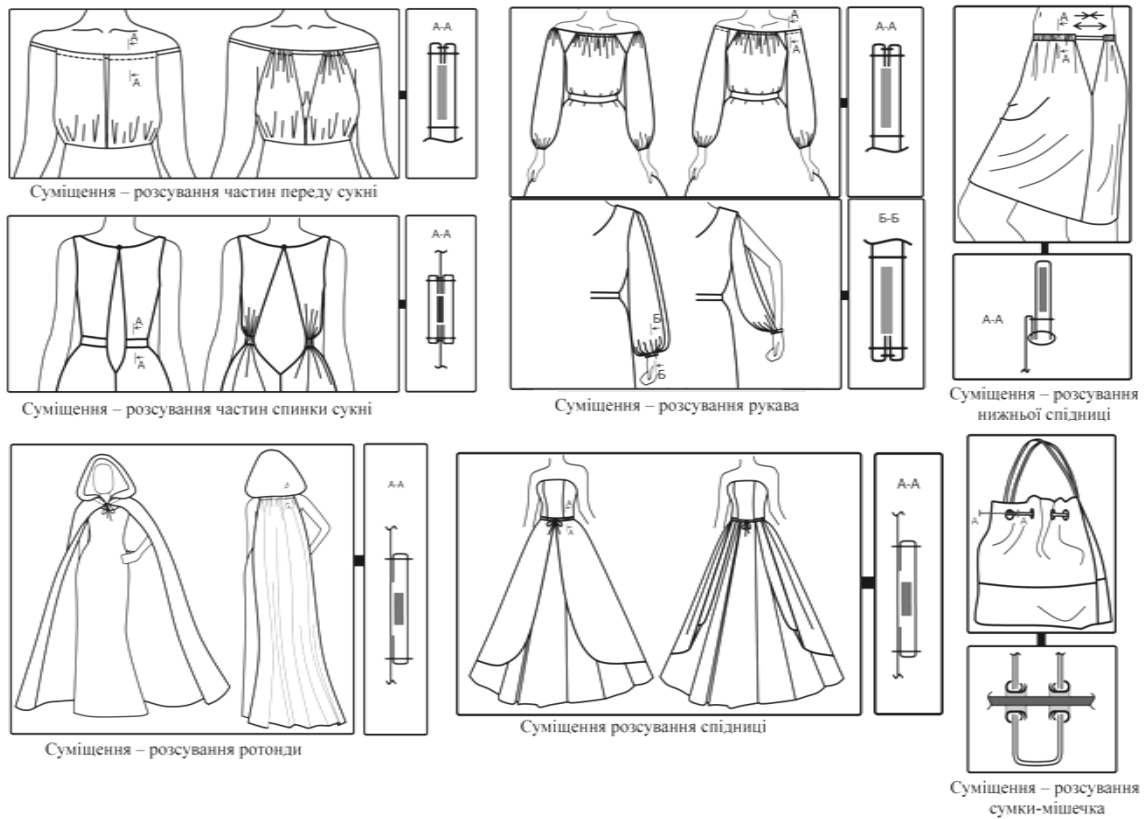


Рис. 9. Приклади елементів весільного одягу на основі принципу трансформації «суміщення – розсвування»

Висновки

Результатом використання елементів ансамблю на основі принципів трансформації є розширення естетичних і ергономічних показників та призначення весільного одягу, також трансформовані вироби більш економічні щодо трудомісткості і матеріальних витрат. Виготовлення таких виробів можливе в умовах масового виробництва з використанням промислового устаткування та в умовах індивідуального виробництва з частковим використанням ручної роботи чи авторського оздоблення.

Надана систематизація за різними ознаками дає змогу проаналізувати відомі варіанти використання таких елементів на основі принципів трансформації, створити інформаційну їх базу для подальшого використання, зокрема споживачем, створює передумови для її розширення та оновлення. Такий вид інформації доцільно використовувати при проектуванні весільного ансамблю в автоматизованому режимі.

Список використаної літератури

1. Ергономіка і дизайн. Проектування сучасних видів одягу: Навчальний посібник. / М.В. Колосніченко, Л.І. Зубкова, К.Л. Пашкевич, Т.О. Полька, Н.В. Остапенко, І.В. Васильєва, О.В. Колосніченко. – К.: ПП «НВЦ «Профі», 2014. – 386 с.
2. Акилова З.Т. Проектирование корсетных изделий. – М.: Легкая индустрия, 1979. – 168 с., ил.
3. Кибалова Л. Иллюстрированная энциклопедия моды /Л. Кибалова, О. Гербенкова, М. Ломарова ; пер. И. М. Ильинской и А. А. Лосевой. — Изд. 3-е. — Прага : Артия, 1988. — 608 с.
4. Остапенко Н.В., Колосніченко М.В., Васильєва І.В. Класифікація конструктивних елементів спеціального одягу, що трансформуються // Вісник КНУТД № 1 (38) – К.: КНУТД, 2008. – С. 187 – 190.
5. Муниципальное образовательное учреждение «Мари-Турекская СОШ»: Одежда-трансформер (реферат) [Електронний ресурс] – Режим доступу: www.docme.ru/doc/39514/odezhda-transformer.
6. Одежда-трансформер [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.vdom1.ru/post147341923>.
7. ДСТУ 2027-92 Вироби швейні й трикотажні. Терміни та визначення. – К.: Держстандарт України, 1992. – 20 с.

УДК 664.8.022.6

К.В.ЗУБКОВА

Херсонський національний технічний університет

ВИЗНАЧЕННЯ КОНСТАНТИ ДЕСТРУКЦІЇ γ -АМІНОМАСЛЯНОЇ КИСЛОТИ В ПРОЦЕСІ ТЕПЛОВОЇ ОБРОБКИ ОВОЧЕВИХ КОНСЕРВІВ

Наведено результати досліджень параметрів теплової обробки овочевих консервів при різних показниках рН у сталому температурному полі з метою визначення константи деструкції γ -аміномасляної кислоти (ГАМК).

За отриманими даними встановлена залежність константи деструкції γ -аміномасляної кислоти від величини рН.

Ключові слова: константа деструкції, період напіврозпаду, γ -аміномасляна кислота, глутамінова кислота, глутаматдекарбоксилаза, гарбуз, напої.

Е.В.ЗУБКОВА

Херсонский национальный технический университет

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНСТАНТЫ ДЕСТРУКЦИИ γ -АМИНОМАСЛЯНОЙ КИСЛОТЫ В ПРОЦЕССЕ ТЕПЛОВОЙ ОБРАБОТКИ ОВОЩНЫХ КОНСЕРВОВ

Приведены результаты исследований параметров тепловой обработки овощных консервов при разных показателях рН в постоянном температурном поле с целью определения константы деструкции γ -аминомасляной кислоты (ГАМК). По полученным данным установлена зависимость константы деструкции γ -аминомасляной кислоты от величины рН.

Ключевые слова: константа деструкции, период полураспада, γ -аминомасляная кислота, глутаминовая кислота, глутаматдекарбоксилаза, тыква, напиток.

K.V.ZUBKOVA

Kherson National Technical University

DETERMINATION OF CONSTANT DESTRUCTION OF γ -AMINOBUTYRIC ACID DURING THERMAL TREATMENT CANNED VEGETABLES

The results of researches of parameters of thermal treatment canned vegetables by different index рН of stable temperature with the aim of determination of constant of destruction of γ -aminobutyric acid (GABA). According to information received set dependence of constant of destruction of γ -aminobutyric acid from index рН.

Keywords: constant of destruction, period of half-disintegration, gamma aminobutyric acid, glutamic acid, glutamatedecarboxylase, pumpkin, beverages.

Постановка проблеми

Світова тенденція здорового способу життя росте з кожним роком, і диктує її саме життя. Загрозливий стан навколишнього середовища, стреси, неправильне харчування – ці фактори змушують споживача робити вибір у бік корисного [1, 2]. Продукти харчування, які завдяки добавкам або певним технологіям виробництва володіють лікувально-профілактичними властивостями, сьогодні у всьому світі користуються підвищеним попитом. Оскільки, харчування в Україні носить в основному вуглеводно-жировий характер, існує дефіцит по ряду біогенних речовин, тому його структура, за оцінкою фахівців, потребує істотної корекції. Використання ж натуральних продуктів має ряд переваг, оскільки компоненти цих продуктів знаходяться у вигляді природних сполук, у тій формі, яка краще засвоюється організмом. Медики багатьох країн, у тому числі і України, визначають напої як оптимальну форму харчового продукту, що використовується для збагачення організму людини біологічно-активними речовинами. Вітчизняний ринок збагачених соків та напоїв є досить молодим і розвивається динамічно. Наразі, якщо у країнах зі сталими ринками рівень росту даного сегменту близько 6 %, то в Україні цей показник збільшується на 25...30 % кожний рік [3]. Отримання біологічно активних речовин з природних джерел саме рослинного походження є однією з актуальних задач сучасної біотехнології. Аналіз біохімічного складу фруктів та овочів показує, що вони можуть бути джерелом збагачення харчових продуктів такими біологічно активними речовинами, як харчові волокна, вітаміни, антиоксиданти, органічні кислоти, мінеральні речовини. Серед таких функціональних нутрієнтів є γ -аміномасляна кислота (ГАМК), що є амінокислотою та нейромедіатором центральної нервової системи

людини і свавців [1]. ГАМК приймає участь у багатьох метаболічних перетвореннях, із яких найбільше значення мають пов'язані з обміном дикарбонових амінокислот і глюкози, в регулюванні фізіологічного стану нервової системи, впливаючи на активність нейронів і синаптичну передачу в них, обумовлює гальмівний ефект, тобто відіграє роль нейромедіатора. В дозах 0,5...2 г на добу ГАМК допомагає покращувати мову і відновлювати втрачену пам'ять у людей, що пережили інсульт. Крім того, було виявлено, що в тих же кількостях вона зменшує вміст цукру в крові, а в дозах 3 г на добу, здатна знижувати кров'яний тиск і підтримувати серцеву діяльність [4]. Для зниження тривожності і дратівливості зазвичай добре допомагають дози від 1 г до 2 г ГАМК на добу. У хворих шизофренією і хворобою Альцгеймера також виявляється дефіцит γ -аміноасляної кислоти.

Згідно досліджень мелатонін підвищує вміст γ -аміноасляної кислоти і серотину в середньому мозку і гіпоталамусі [4]. Глутамін і ефірні олії валеріани також впливають на збільшення концентрації γ -аміноасляної кислоти [5]. Основним джерелом ГАМК може бути рослинна сировина в якій дана амінокислота знаходиться у вільному стані. Збільшити кількість її у рослинних тканинах можна шляхом змінювання обміну речовин в сировині. Таким чином можна отримати продукти з підвищеним вмістом γ -аміноасляної кислоти, без внесення її ззовні.

Оскільки кінцевим етапом у виробництві будь-якого виду консервів є теплова стерилізація (пастеризація), то для досягнення заданого вмісту ГАМК у готовому продукті необхідно визначити константу деструкції ГАМК (K), яка є зворотною величиною від D_t - час необхідний для зниження вмісту ГАМК на 90 % або у 10 разів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Існує багато способів отримання ГАМК. Відомі хімічні методи синтезу ГАМК та способи отримання ГАМК мікробіологічним синтезом [6,7]. Після 90 год вирощування штамів *Bact. cadaveris* ATCC 9760 і *E. coli* ATCC 9637 в культивованій рідині накопичується до 4 г/л ГАМК. Продукт з відсепарованої при рН 2,0 культуральної рідини виділяють методом іонообмінної хроматограми на установці Diaion SK1 (тип Н⁺). Вихід кристалічного продукту з культуральної рідини складає 35 %. Недолік даного способу – низький вихід ГАМК і довготривалість процесу [8, 9, 10].

Відомі способи отримання ГАМК шляхом ензиматичного декарбоксілювання L-глутамінової кислоти, де в якості каталізатора реакції застосовують клітини мікроорганізмів, що містять L-глутаматдекарбоксілазу [11], а також іммобілізована GAD [12].

Недоліком способів є низька глутаматдекарбоксілазна активність клітин і додаткова процедура виділення і очищення GAD для іммобілізації.

Також існує спосіб отримання ГАМК декарбоксілюванням L-глутамінової кислоти клітинами бактерій *Arthrobacter simplex* [12]. Недоліком даного способу є невелике накопичення біомаси, довгий період росту і високі витрати біомаси на отримання ГАМК (0,43 г сухої біомаси на 1 г продукту) внаслідок низької глутаматдекарбоксілазної активності штаму, що використовується.

З лікувально-профілактичною метою також може бути використана їжа, що збагачена ГАМК. Відомі різні продукти, що отримані з рослин, збагачених ГАМК. До них відносяться листя чаю [13], листя кави [14], нитковидні гриби [15], порошок та сік рослин виду *Brassicaceous* [16]. ГАМК знайдена у багатьох рослинах у вільному стані. Прикладом може служити ГАБА-чай. Це чорний по європейській класифікації чай, при виробництві якого, на етапі ферментації, різко обмежується доступ кисню. В результаті цього повністю змінюється характер біохімічних перетворень, що відбуваються в чайному листі, і після такої «безкисневої» ферментації в них накопичується значна кількість γ -аміноасляної кислоти.

Задачею даних досліджень, є розробка способу виробництва овочевих соків та напоїв, що містять більш високі концентрації ГАМК, ніж початкова сировина за відносно простими технологічними схемами без використання зовнішніх добавок глутамінової кислоти та визначення константи деструкції ГАМК для досягнення заданого вмісту ГАМК у готовому продукті [17].

Формулювання мети дослідження

Метою дослідження є визначення константи деструкції та періоду напівпропаду ГАМК в овочевих соках і напоях з підвищеним вмістом γ -аміноасляної кислоти з метою встановлення часу стерилізації досліджуваних консервів при заданій температурі для досягнення заданого вмісту ГАМК у готовому продукті.

Викладання основного матеріалу дослідження

На основі аналітичних та експериментальних досліджень згідно програми проведення досліджень (рис.1) розроблена технологія овочевих соків і напоїв з підвищеним вмістом γ -аміноасляної кислоти, проведена промислова апробація розроблених технологій соків і напоїв, розроблено проект нормативних і технологічних документів та проведено розрахунок економічної ефективності від провадження розробленої технології.

Кінцевим етапом у виробництві будь-якого виду консервів є теплова стерилізація (пастеризація), що здійснюється при різному температурному режимі і різній тривалості процесу. Оскільки рецептури

розроблених соків і напоїв з підвищеним вмістом ГАМК за величиною рН та вмістом сухих речовин для мікробіологічного контролю відносяться до групи А (гарбузовий напій, морквяний та буряковий соки) з величиною рН $4,4 \pm 0,2$ і групи Б (томатний сік), то стерилізацію цих продуктів здійснюють при температурі 120°C . Тому нами було проведено дослідження впливу теплової обробки модельних розчинів ГАМК у температурному полі 120°C на ступінь деструкції ГАМК.

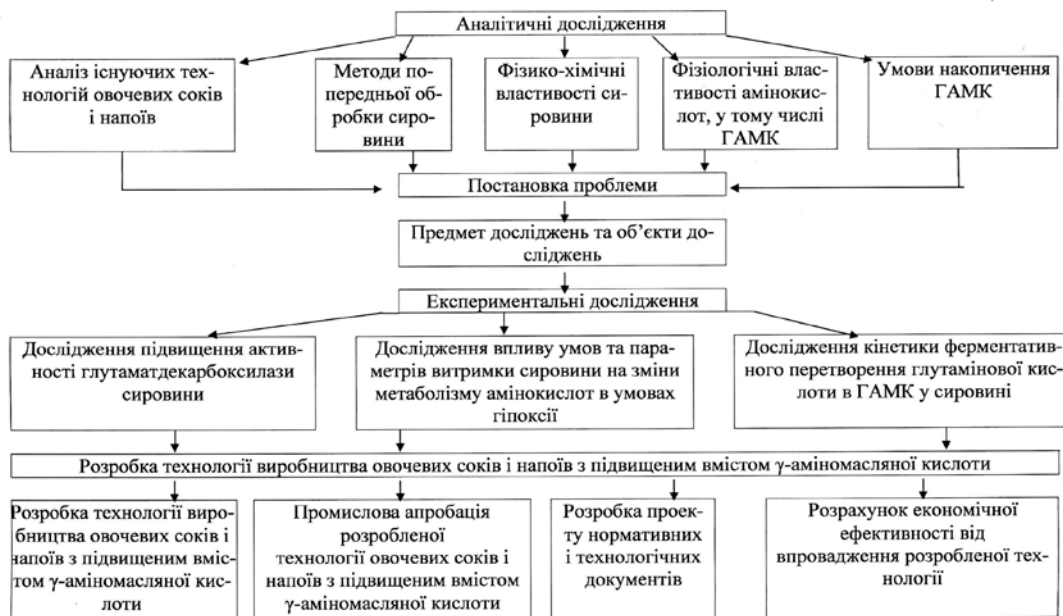


Рис. 1. Програма проведення досліджень

Відомо, що більшість амінокислот стабільні в умовах кислотного гідролізу білків (20 % розчин HCl, температура 105°C). Такими амінокислотами є серин, треонін, тирозин, фенілаланін. При лужному гідролізі руйнується майже повністю такі амінокислоти як цистеїн, цистин, метіонін, триптофан. Інформаційні відомості про руйнування ГАМК при різних показниках рН середовища відсутні [18-20].

Для вивчення кінетики руйнування ГАМК у якості модельного розчину обраний розчин з масовою часткою ГАМК 0,2 %, при рН = 3,0...7,0. Термічна деструкція досліджена (по аналогії з реальними умовами стерилізації овочевих консервів) при температурі 120°C і тривалості 20..40 хв [21-22].

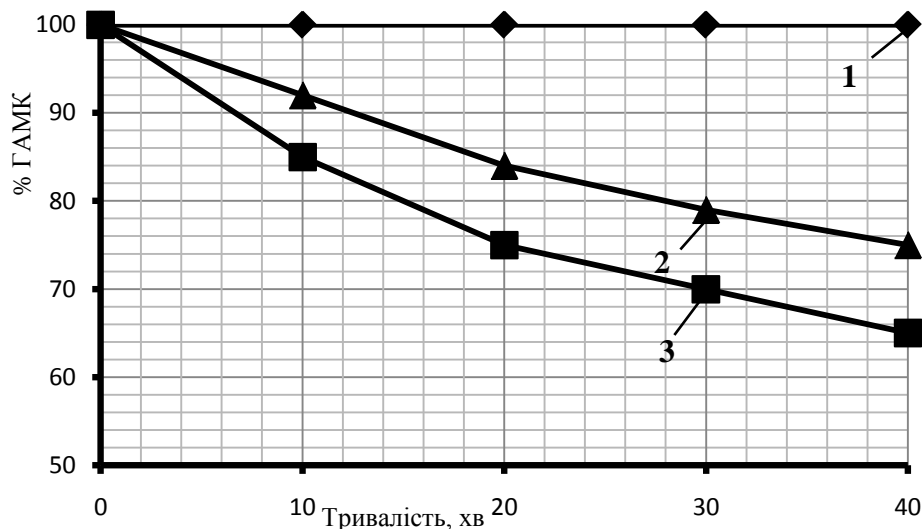


Рис. 2. Зміна вмісту ГАМК у в стаціонарному температурному полі (120°C)
1 – рН = 3,0; 2 – рН = 4,0; 3 – рН = 6,5

Для досягнення заданого вмісту ГАМК у готовому продукті необхідно визначити константу швидкості руйнування ГАМК (K), яка є зворотною величиною від Dt - час необхідний для зниження вмісту ГАМК на 90 % або у 10 разів.

Руйнування ГАМК в стаціонарному температурному полі (120 °C) при значенні рН 3,0, 4,0 та 6,5 наведено на рис.2.

Крива зміни вмісту ГАМК має експоненціальний характер (окрім кривої з рН = 3,0), тобто відповідає кінетиці хімічної реакції першого порядку.

Для визначення константи швидкості руйнування ГАМК (K) будували у напівлогарифмічній системі координат відповідний графік: на осі абсцис - тривалість проведення процесу, на осі ординат – lg γ (% вміст ГАМК), рис. 3.

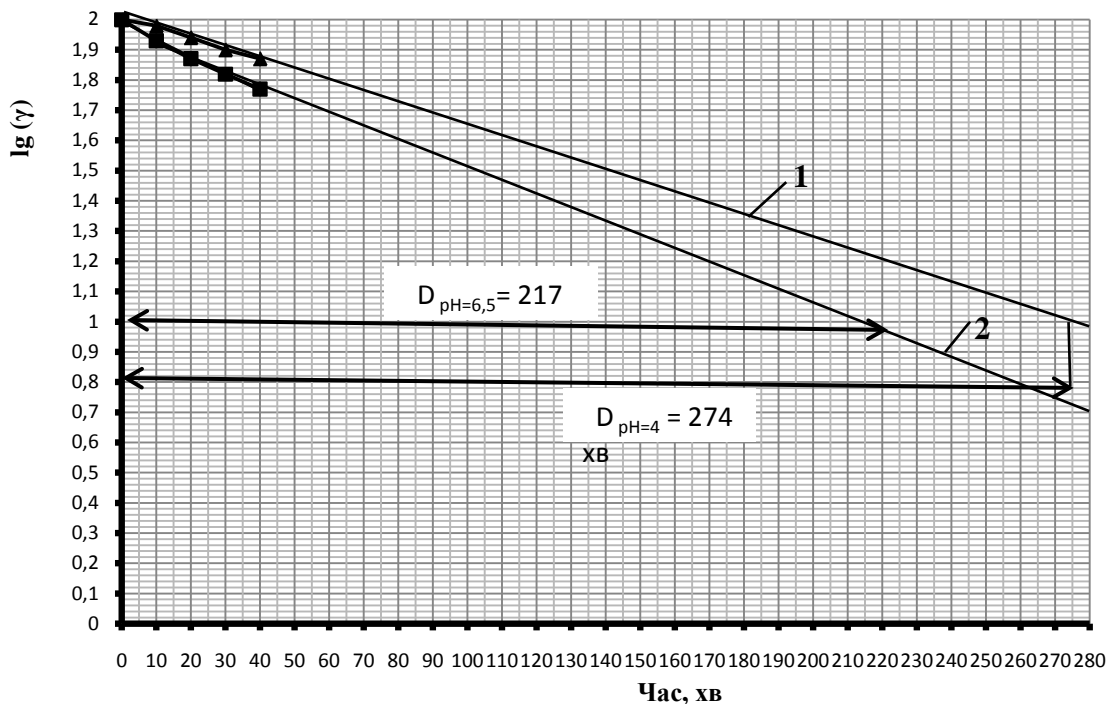


Рис. 3. Крива зміни вмісту ГАМК при температурі 120 °C і значенні рН = 4,0, рН = 6,5

Вихідні та розрахункові дані для визначення константи D для температури 120 °C і значенні рН = 6,5 та рН = 4,0 наведено у табл. 1-2.

Таблиця 1

Вихідні та розрахункові дані визначення константи D для температури 120 °C і значенні рН = 6,5

п/п	Вихідні данні		Розрахункові данні		Уточнені координати
	x	Y	xy	x ²	
1	0	2,00	0	0	y ₁ = 1,99
2	10	1,93	19,3	100	
3	20	1,87	37,4	400	
4	30	1,85	55,5	900	
5	40	1,81	72,4	1600	Y ₅ = 1,8
n= 5	Σ x = 100	Σ y = 9,46	Σ xy = 184,6	Σ x ² = 3000	

Константу $D_{pH=6,5}$ визначали графічно, як час проходження випрямленої кривої одного логарифмічного циклу: $D_{pH=6,5} = 217$ хв, відповідно період напіврозпаду ГАМК становить $D_{\tau/2} = 108,5$ хв (рис.3).

Константу швидкості руйнування ГАМК (К) визначали розрахунковим шляхом, як $K = \frac{1}{D}$,

$$K = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^{-1}.$$

Відповідні розрахунки проводили і при $pH=4,0$.

Таблиця 2

**Вихідні та розрахункові дані визначення константи D
для температури 120 °С і значенні pH = 4,0**

п/п	Вихідні данні		Розрахункові данні		Уточнені координати
	x	Y	xу	x ²	
1	0	2,00	0	0	$y_1 = 2,00$
2	10	1,98	19,8	100	
3	20	1,93	38,6	400	
4	30	1,9	57	900	
5	40	1,87	74,8	1600	$y_5 = 1,87$
n= 5	$\Sigma x = 100$	$\Sigma y = 9,68$	$\Sigma xy = 190,2$	$\Sigma x^2 = 3000$	

Константу $D_{pH=4,0}$ визначаємо графічно як час проходження випрямленої кривої одного логарифмічного циклу: $D_{pH=4,0} = 274$ хв, відповідно період напіврозпаду ГАМК становить $D_{\tau/2} = 137$ хв (рис.3).

Константу швидкості руйнування ГАМК (К) визначали розрахунковим шляхом, як $K = \frac{1}{D}$,

$$K = 3,7 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^{-1} [114-115].$$

З рис. 2 і 3 та проведених розрахунків видно, що чим нижча величина pH, тим вища стійкість ГАМК. Це свідчить про те, що при pH розроблених соків і напоїв з підвищеним вмістом ГАМК у межах 4,0..4,5, втрати ГАМК протягом 40 хв (час власне стерилізації соків за чинними режимами) – не більше 30 %.

Висновки

1. На основі аналітичних та експериментальних досліджень розроблена технологія овочевих соків і напоїв з підвищеним вмістом γ -аміноасляної кислоти.

2. Встановлено, що константа швидкості руйнування γ -аміноасляної кислоти (К) найменша при температурі 120 ± 2 °С, $pH = 6,5$ ($K = 4,6 \cdot 10^{-3} \text{ хв}^{-1}$), тобто γ -аміноасляна кислота є досить стійкою амінокислотою в умовах промислової стерилізації при різних показниках pH, що дозволяє отримати необхідний вміст γ -аміноасляної кислоти у готовому продукті без додаткових витрат та без змін режиму теплової обробки досліджуваних соків і напоїв.

Список використаної літератури

- Преснякова, О. П. Проблемы производства и потребления соков [Текст] / О. П. Преснякова // Пиво и напитки. – 2004. – №6. – С. 4–5.
- Осипова, Л. А. Функциональные напитки [Текст] / Л.А. Осипова, Л.В. Капрельянц, О.Г. Бурдо. – О.: Друк, 2007. – 288 с.
- Ермолаева, Г. А. Сырьё для сокосодержащих напитков [Текст] / Г. А. Ермолаева // Пиво и напитки. – 2003. – № 4. – С. 44– 45.
- Варпаховская, И.В. Лекарства от всех болезней цивилизации [Текст] / И.В. Варпаховская, В.А. Сергеев // Ремедиум. – 2001. – № 7. – С.3 – 16.

12. Зубкова, К.В. Функціональні напої в концепції здорового харчування [Текст] / А.Т.Безусов, К.В.Зубкова // Харч. наука і технологія. – 2012. – № 4(13). – С.11-14.
13. Пат. 2241036 Российская Федерация, МПК 7 C12P 7/52, C12N 1/21, C12N 1/21, C12R1:19. Способ получения гамма-аминомасляной кислоты (ГАМК) [Текст] / Фомина С.А., Новикова А.Е., Лунц М.Г., Гусятинер М.М.; патентообладатель ЗАО «НИИ Аджиномото-Генетика». – № 2002116774/13; заявл. 25.06.2002; опубл. 27.11.2004.
14. 7. Глутаматдекарбоксилаза из *Escherichia coli*: экспрессия гена *gad A*, очистка и свойства GADa [Текст] / А.А. Шульга, Е.Л. Дарий, Ф.Т. Курбанов и др. // Молекуляр. биология. – 1999. – №4. – С.560—566
15. Сухарева, Б.С. Глутаматдекарбоксилаза: макромолекулярная структура и каталитические свойства [Текст] / Б.С.Сухарева // Физико-химические проблемы ферментативного катализа / ред. Ю.М. Торчинский. – М., 1984. – С. 185–210.
16. 9. Христофоров, Р.Р. Реакции декарбоксилирования и побочного трансминирования при взаимодействии глутаматдекарбоксилазы из *Escherichia coli* с аналогами субстрата, модифицированными по атомам С3 и С4 [Текст] / Р.Р. Христофоров, Б.С. Сухарева, Х.Б. Диксон // Биохимия. – 1996. – Т.61. – С.464—471.
17. 10. Preparation of γ -aminobutyric acid using *E. coli* cells with high activity of glutamate decarboxylase [Text] / R.R. Khristoforov, B.S. Sukhareva, H.B. Dixon et al. // Bioch. Molec.Biol. Intern. – 1995. – Vol. 36. – P. 77– 85.
18. 11. Губарев, Е.М. Способ получения γ -аминомасляной кислоты [Текст] / Е.М. Губарев // Биохимия. – 1960. – Т. 25, № 2. – С. 261–263.
19. Chessler, S.D. Alternative splicing of GAD67 results in the synthesis of a third form of glutamic-acid decarboxylase in human islets and other non-neceral tissues [Text] / S. Chessler, A. Lernmark // J. Biol.Chem. – 2000. – Vol. 7. – P. 5188—5192.
20. СССР, МКИ C07C 99/00, C07C N 799318 101/04, Ф61К31/195. Способ получения γ -аминомасляной кислоты [Текст] / Р.П. Янушевичуте, А.-А.Б.Паулюконис, Б.С. Сухарева; ВНИИ приклад. энзимологии, ин-т молекул.биологии АН СССР. – №2819151/23-04; заявл. 17.09.79; опубл. 30.09.82, Бюл. №12.
21. Ершова, А.Н. Роль углекислого газа в регуляции состава жирных кислот фосфолипидных компонентов мембран растений в условиях дефицита кислорода [Текст] / А.Н. Ершова // Цитология. – 2001. – Т. 43, № 4. – С. 346–347.
22. Investigation of the enzymatic digestion of plant cell walls using reflectance Fourier Transform Infrared spectroscopy [Text] / J. Hopkinson [et al.] // Plant Cell Reports. – 1985. – Vol. 4. – P. 321-324.
23. Schwacke, D. Specific proline transporters in Arabidopsis and tomato [Text] / D. Schwacke, R. Frommer, V. Wolf // Plant Cell. – 1995. – No. 5. – P. 1099–1111.
24. Зубкова, К.В. Гипоксия как способ повышения концентрации γ -аминомасляной кислоты [Текст] / К.В. Зубкова // Тезисы докладов VIII Международной научно-практической конференции «Техника и технология пищевых производств», 26-27 апреля 2012 г. –Могилев: УО «МГУП», 2012. – Ч.1. – С.75.
25. 18. Сухарева, Б.С. Глутаматдекарбоксилаза: структура и каталитические свойства [Текст] / Б.С. Сухарева, Е.Л. Дарий, Р.Р. Христофоров.// Успехи биол. химии. – 2001. – Т.41. – С.131–162.
26. Кретович, В.М. Техническая биохимия [Текст] / В.М. Кретович. – М.: Высш. шк., 1973. –456 с.
27. 20. Вартапетян, Б.Б. Учение об анаэробном стрессе растений – новое направление в экологической физиологии, биохимии и молекулярной биологии растений [Текст] / Б.Б. Вартапетян // Физиология растений. – 2005. – Т. 52. – С.931–953.
28. 21. Методичні вказівки з розробки режимів стерилізації та пастеризації консервів і консервованих напівфабрикатів, які виробляються підприємствами України: затв. заст. Міністра АПК України 17.09.1998 р. – К., 1998. – 117 с.
29. Плешков, Б.П. Практикум по биохимии растений [Текст] / Б.П. Плешков – М.: Колос, 1976. – 256 с.

УДК 663.26

К.А. КОВАЛЕВСЬКИЙ, М.І. ВАЛЬКО,
Т.О. КУЗЬМИНА, О.І. МАМАЙ, О.Д. ШАНІН
Херсонський національний технічний університет

ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА ПЛОДОВИХ, КОНЬЯЧНИХ СПИРТІВ ТА СПИРТУ-РЕКТИФІКАТУ

Описана конструкція і принцип дії апаратів для переробки виноматеріалів із винограду і плодів, а також відходів виноробства та інших продуктів бродіння на спирт. Запропонована удосконалена перегінна установка, що працює під вакуумом, для отримання високоякісних спиртів. Наведені результати лабораторних і виробничих випробувань.

Ключові слова: виноматеріали, плоди, відходи, продукти бродіння, перегінна установка, вакуум, коньячні спирти, спирт-ректифікат.

К.А. КОВАЛЕВСКИЙ, Н.И. ВАЛЬКО,
Т.О. КУЗЬМИНА, О.И. МАМАЙ, А.Д. ШАНИН
Херсонский национальный технический университет

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛОДОВЫХ, КОНЬЯЧНЫХ СПИРТОВ И СПИРТА-РЕКТИФИКАТА

Описана конструкция и принцип действия аппаратов для переработки виноматериалов из винограда и плодов, а также отходов виноделия и других продуктов брожения в спирт. Предложена усовершенствованная перегонная установка, работающая под вакуумом, для получения высококачественных спиртов. Приведены результаты лабораторных и производственных испытаний.

Ключевые слова: виноматериалы, плоды, отходы, продукты брожения, перегонная установка, вакуум, коньячные спирты, спирт-ректификат.

К.А. KOVALEVSKY, M.I. VALKO,
T.O. KUZMINA, O.I. MAMAI, A.D. SHANIN
Kherson National Technical University

EQUIPMENT FOR THE PRODUCTION OF FRUIT, COGNAC SPIRITUS AND RECTIFIED SPIRIT

The article describes the structure and operation principle of apparatuses for processing wine grapes and fruit, as well as wine and other waste products of fermentation into alcohol. An improved distillation unit operating under vacuum, to produce high quality alcohols. The results of laboratory and field tests.

Keywords: wine materials, fruit, waste, products of fermentation, distillation apparatus, vacuum cognac spirits, alcohol rectified.

Постановка проблеми

Коньячні спирти отримують з білих виноматеріалів шляхом їх дистиляції на перегінних установках. До складу спирту в коньячному виробництві пред'являються певні вимоги, тому технологія його отримання повинна бути орієнтована на можливе виключення ректифікації (складної перегонки). Спирт повинен бути отриманий простою перегонкою і простою дефлегмацією.

Однак, сучасні технології отримання коньячних спиртів, а також спирту з вторинних ресурсів виноробства, передбачають використання ректифікаційних колон. У зв'язку з вищевикладеним, доцільна розробка нового обладнання, що дозволяє отримувати високоякісні дистиляти, а також ректифікований етиловий спирт.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Відома ціла низка апаратів і установок безперервної й періодичної дії для одержання коньячного спирту [1,3,7,8], але всі вони складні у виготовленні й експлуатації, призначені для спеціалізованих підприємств великої продуктивності, складні для монтажу на малих підприємствах і фермерських господарствах, що вирощують виноград, плоди і ягоди. Вирощена продукція не вся може бути реалізована, залишки якої необхідно переробляти на місці. Крім цього при переробці плодів і ягід на соки і вино залишаються відходи і некондиційна сировина, які зброджують.

При переробці виноградної вичавки, вітамінних автолізатів з винних дріжджів первинні продукти мають в своєму складі спирт. Для його уловлювання при використанні установок [1,2], відомих у виноробстві, мають місце великі втрати продуктів.

Для переробки коньячних виноматеріалів і вторинних ресурсів виноробства проводилися наукові дослідження з метою розробки перегінної установки для вилучення спирту з продуктів бродіння. Були проведені досліді на чеській вакуум-перегінній установці фірми Simax [3] виконаної зі скла. Дана установка показала хороші результати, проте є лабораторною моделлю і використовувати її у виробництві нерационально.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи було розробити просту конструкцію апарата для перегонки і ректифікації коньячних виноматеріалів і вторинної сировини на малих підприємствах, інших продуктів бродіння, а також розробка та удосконалення вакуум-перегінної установки для забезпечення промислового виробництва високоякісних коньячних спиртів, а також спирту етилового з вторинних ресурсів виноробства та інших продуктів бродіння.

Викладення основного матеріалу дослідження

На основі виробничого досвіду експлуатації перегінних установок для отримання спирту-сирцю, коньячного і плодового спирту із виноматеріалів та відходів виноробної промисловості, проведено експериментальні і дослідні роботи. З врахуванням нормативних матеріалів [2,4,9,10] був розроблений новий перегінний апарат для малих і середніх підприємств та фермерських господарств [5,6].

В основу наукових розробок було покладено завдання створити пристрої для одержання коньячних і плодкових спиртів з виноматеріалів і відходів виноробної промисловості, придатних для виробництва міцних напоїв. Такий пристрій містить перегінний куб зі змійовиком, з'єднаним із джерелом пари, встановлені у верхній частині перегінного куба, зміцнювальну колону, дефлегматор і холодильник. Шляхом удосконалення конструкції вузлів і їхнього взаємного розташування пропонується забезпечити інтенсифікацію процесу ректифікації й тим самим підвищити якість спирту, знизити металоемність пристрою та енергоемність.

Поставлене завдання вирішується тим, що в пристрої періодичної дії для одержання спирту-сирцю, зміцнювальна колона, дефлегматор і холодильник виконані у вигляді єдиного блоку. Дефлегматор встановлений таким чином, що 60-70% тарілок зміцнювальної колони розміщені в охолоджувальній зоні дефлегматора. Джерело пари виконано у вигляді парогенератора, що входить у єдиний блок з перегінним кубом.

Проведені випробування на малій моделі апарата, показали її працездатність і належну якість спирту-сирцю, отриманого з дріжджових осадів і виноматеріалів. На основі проведених експериментальних робіт, виконаних на кафедрі харчових технологій ХНТУ було сконструйовано і виготовлено три промислових установки.

Установка складається з таких основних частин (рис.1): перегінного куба, зміцнювальної (ректифікаційної) колони, на якій змонтовані в одному блоці дефлегматор і холодильник.

Перегінний куб 1 виконаний у вигляді циліндричного резервуару з конічними днищем і кришкою. У середині куба 1 змонтовано змійовик 2 і барботер 3. У центрі днища куба встановлений випускний кран 4. На циліндричній частині куба зверху встановлений люк-лаз 5. Змійовик 2 і барботер 3 з'єднані з паровими колекторами вентилями 6 і 7 відповідно з джерелами (трубопроводами) пари різного тиску. Знизу змійовик 2 з'єднаний вентиляем 8 з пристроєм для відведення конденсату. З кубом 1 через кран 4 з'єднаний насос відкачки барди 9. Верхній паровий простір куба 1 з'єднано з гідрозатвором 10. Під кришкою куба встановлений ковпак 11, що виконує роль сепаратора для відділення від водно-спиртових парів твердих часток і піни, які можуть бути закинуті при бурхливому кипінні рідини, що переганяють. Колона 12 з кубом 1 з'єднана за допомогою фланцевого з'єднання, встановленого в центрі конічної кришки.

У колоні 12, що представляє собою циліндричну трубу, встановлені вихрові тарілки 13, змонтовані на стрижні 14, що кріпиться до кришки 15 колони.

На колоні 12 жорстко встановлений дефлегматор 16, який представляє собою циліндричний корпус з кільцевими кришками. У просторі, утвореному колоною 12 і корпусом дефлегматора 16, змонтована впускна труба 17 і зливальна трубка 18. Впускна труба 17 з'єднує верхню частину холодильника 19 з нижньою частиною дефлегматора 16. Зливальна трубка 18 виводить воду з верхньої частини дефлегматора назовні.

Холодильник 19 виконано у вигляді циліндричного корпусу, який кільцевим днищем жорстко закріплений до корпусу дефлегматора 16. У просторі кільцевого перетину між корпусами холодильника 19 і дефлегматора 16 встановлений змійовик 20, зверху з'єднаний з колоною 12, а знизу зливальною трубою 22 – зі спиртовим ліхтарем 23. Знизу до корпусу холодильника приєднаний штуцер 21 з вентиляем подачі води, а зверху на корпусі встановлений штуцер 24 переливу води. На зливальній трубці 18 дефлегматора 16 встановлений вентиль 25 регулювання роботи дефлегматора. Переливний штуцер 24 і зливальна труба 18 з'єднані з резервуаром-накопичувачем бражки (виноматеріалу) 26, у якому встановлений змійовик 27. Резервуар-накопичувач 26 трубою 28 і краном 29 з'єднаний з кубом 1. Він

призначений для попереднього підігріву бражки перед подачею її в куб з одночасним використанням тепла води, що виходить з холодильника і дефлегматора.

У куб 1 через кран 29 і трубу 28 заливають бражку з резервуара-накопичувача 26. Куб заповнюють 75% його об'єму. Після цього кран 29 закривають. Куб герметично закривають, гідрозатвор 10 заповнюють водою. Через вентиль 7 подають пару на барботер 3, через вентиль 6 пару подають у змійовик 2 куба 1. Вентилем 8 з пристроєм для відведення конденсату з'єднують нижню частину змійовика з лінією конденсату.

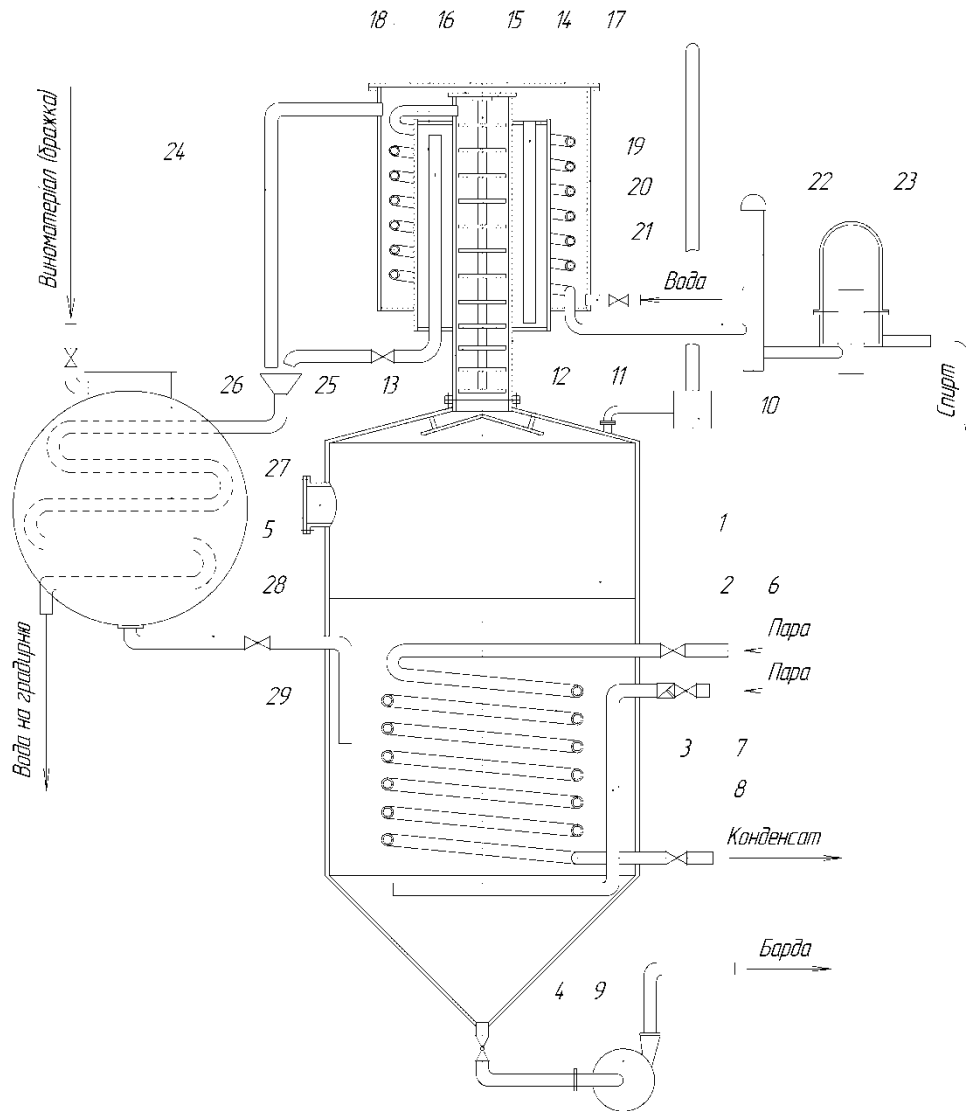


Рис. 1. Перегінна установка для одержання спирту-сирцю, коньячних і плодкових спиртів:
 1 – куб апарата; 2 – змійовик; 3 – барботер; 4 – кран; 5 – люк; 6 – вентиль подачі пари у змійовик; 7 – вентиль зі зворотним клапаном подачі пари у барботер; 8 – вентиль відведення конденсату; 9 – насос для барди; 10 – гідралічний запобіжний клапан; 11 – ковпак для гасіння піни; 12 – перегінна колонка; 13 – тарілка вихрова; 14 – стержень; 15 – кришка колони; 16 – дефлегматор; 17 – трубка впуску води дефлегматора; 18 – труба зливу води з дефлегматора; 19 – холодильник; 20 – змійовик; 21 – штуцер подачі води у холодильник; 22 – труба зливу спирту; 23 – ліхтар спирту; 24 – труба переливу води; 25 – вентиль подачі води у холодильник; 26 – резервуар накопичення і підігріву бражки (виноматеріалу); 27 – змійовик підігріву бражки; 28 – труба зливу бражки у куб; 29 – кран прохідний.

Після того, як бражка почне кипіти, подачу пари через барботер 3 вентилем 7 припиняють. При цьому заповнюють водою холодильник 19 через штуцер 21. При відкритому крані 25 зливної трубки 18 дефлегматора 16 відкривають подачу води в холодильник 19 через штуцер з вентилем 21. Вода, заповнивши об'єм холодильника до рівня отвору зливного патрубку 17 дефлегматора 16, заповнює останній і починає зливатися через вентиль 25. Вентиль 25 закривають і при початку зливу

води через зливальний штуцер 24 холодильника подачу води припиняють, перекривши її надходження вентилем штуцера 21.

Після того, як матеріал, що переганяють, (вино, бражка, спирт) закипить у кубі, водно-спиртові пари витиснуть повітря з колони, що виходить через змійовик 20 і патрубок зливу спирту 22 у спиртовий ліхтар 23. Після прогріву колони 12 і води в дефлегматорі включають подачу води в холодильник через штуцер із краном 21, відкривши повністю вентиль 25 зливального штуцера дефлегматора 18. Подачу води регулюють так, щоб усі спиртові пари затримувалися в колоні, конденсуючись повністю у дефлегматорі і зливалися по тарілках 13 колони 12. При цьому флегма (сконденсовані водно-спиртові пари) зливаючись вниз по тарілкам, буде зміцнювати пари, що піднімаються з куба. По висоті колони на тарілках будуть розташовані фракції спиртів з різною температурою кипіння. Самою верхньою буде фракція ефірів і альдегідів.

Після невеликої витримки (15-20 хв.), тобто роботи апарата в режимі повної конденсації парів у дефлегматорі, на верхніх тарілках сконцентруються водно-спиртові суміші. Для того, щоб пара почала надходити в змійовик 20 холодильника 19 вентилем 25 перекривають вільний вихід води з дефлегматора і регулюють його потік так, щоб температура стінок дефлегматора підвищилася. При цьому починають відбір ефіроальдегідної головної фракції спирту в окрему ємкість. Кількість ефіроальдегідної фракції складає 2-4% від вмісту абсолютного алкоголю, що надійшов у куб.

Після відбору ефіроальдегідної фракції приступають до відбору середньої основної фракції. Для зміцнення основної фракції після відбору головної роблять також невелику затримку (5-10 хв), тобто через дефлегматор пропускають таку кількість води, щоб усі пари спирту конденсувалися в дефлегматорі без виходу їх у холодильник. Цим буде підвищена міцність. Після затримки поступово підвищують температуру в дефлегматорі і спиртові пари будуть проходити в змійовик холодильника. Підтримуючи стабільно температуру за допомогою вентиля 25, домагаються одержання необхідної міцності при інтенсивному кипінні суміші в кубі. З падінням міцності суміші в кубі почне падати і міцність спирту, що виходить через зливальний штуцер спирту 22 холодильника в спиртовий ліхтар 23, тому для підтримки міцності спирту у визначених межах необхідно знизити інтенсивність кипіння в кубі і регулювати температуру вентилем 25. Відбір основної фракції ведуть до початку різкого зниження міцності спирту нижче 60-40% об. і відбору 80-85% спирту від його вмісту в кубі перед перегонкою. Візуально при закінченні перегонки середньої основної фракції прозорість спирту почне знижуватися і з'явиться запах не властивий чистому спирту. Відбір середньої фракції припиняють.

Після відбору основної фракції спирту приступають до відбору хвостових фракцій, що відганяють до міцності 2-5%. Кількість хвостових фракцій складає 10-17% від вмісту абсолютного спирту в кубі до початку перегонки. Головні фракції спирту (ефіроальдегідні) використовуються як технічний спирт або при великому накопиченні можуть бути передані для ректифікації.

Хвостові фракції спирту повторно переганяють разом з черговими партіями бражки чи виноматеріалу.

Для підвищення якості спирту після першої перегонки роблять повторну з фракційним відбором способом, зазначеним вище. При цьому хвостові фракції після повторної перегонки бажано використовувати тільки при первинній перегонці.

Для одержання спирту підвищеної якості (ректифікованого) установку обладнують додатковою ректифікаційною колоною, що вставляється між кубом і колоною 12.

При роботі промислових установок проводились дослідні роботи по визначенню ефективності їх роботи і якості отриманого спирту. Отримані данні на промисловій установці і на малому перегінному апараті показані в табл. 1 і 2 в порівнянні з відомим апаратом одинарної сгонки ПУ-500 [5, 6], та нормативним матеріалам [7, 8].

По даним аналізів можна відзначити, що зразки спирту, які отримані на запропонованому апараті, мають більше фурфуролу, терпенових спиртів і етилкаприлату, тобто характеризуються кращими показниками складу, порівняно з відомими даними відомих апаратів (табл. 1).

Леткі компоненти коньячного спирту визначали на газовому хроматографі „Кристалл-Люкс”. Вміст етилового спирту визначали ареометричним методом [11], вміст заліза – колориметричним методом по ГОСТ 13195-73, міді – по ГОСТ 26931-86.

Таблиця 1

Хімічний склад коньячних спиртів, одержаних на різних апаратах

Показники	ПУ-500 (дані з літературних джерел)	Запропонований апарат (дані отримані при випробуванні)
1	2	3
Вміст альдегідів, мг/100мл безводного спирту	12,9	13,6

Продовження таблиці 1

1	2	3
Вміст складних ефірів, мг/100мл безводного спирту	89,2	78,4
Вищі спирти, мг/100мл безводного спирту	332	313
Вміст летких кислот, мг/100мл безводного спирту	15,7	13,6
Фурфурол, мг/100мл безводного спирту	0,32	0,47
Ліналоол, мг/100мл безводного спирту	0,01	0,03
α -терпеніол, мг/100мл безводного спирту	0,04	0,07
Фарнезол, мг/100мл безводного спирту	0,06	0,08
Етилкаприлат, мг/100мл безводного спирту	1,92	2,46
Масляна кислота, мг/100мл безводного спирту	0,33	0,31
Метиловий спирт, % об.	0,06	0,05
Залізо, мг/дм ³	0,18	0,21
Мідь, мг/дм ³	0,36	0,42

З метою підвищення якості спиртів та зниження витрат на перегонку, співробітниками Херсонського національного технічного університету була спроектована вакуум-перегінна установка, що була випробувана в науковій лабораторії і в радгоспі-заводі «Янтарний» (м.Херсон). За основу установки прийнятий апарат для коньячних і плодкових спиртів одинарної сгонки, конструкція якого описана вище (рис.1).

В основу пропонуваної конструкції прийнято: створення пристрою установки для коньячного і плодового спирту зі зниженням на 10-15% її металоємності, зниження на 15-20% витрат на виробництво спирту та поліпшення його якості за рахунок раціонального суміщення куба апарату з теплогенератором, поліпшення конструкції спиртоприймального пристрою.

Виконання суміщеної конструкції куба з теплогенератором і його конструкція у вигляді сорочки з нагрівальним елементом і додатковою поверхнею теплообміну у вигляді вертикальної труби, з'єднаної з верхньою та нижньою порожнинами теплогенератора, сприяє зниженню металоємності, оскільки відпадає необхідність в паропроводах і окремих джерелах утворення пари, зниження втрат тепла. Так як теплоносієм в пропонуваному пристрої є вода, то при нагріві бражки не відбувається перегрів останньої і знижується можливість утворення компонентів, що погіршують якість спирту. Простота конструкції пристрою підвищує можливість її виконання у вигляді моделей різної продуктивності.

Виконання перегінної установки з використанням вакууму дасть можливість отримання спирту більш високої якості за рахунок зниження температури теплоносія і знизити втрати при виробництві коньячних спиртів та продуктів переробки вторинних ресурсів виноробства.

Таблиця 2

Вихід і якість спирту з продуктів виноробного виробництва

Вихідна сировина	Об'єм, дм ³	Головна фракція, дм ³ /% об.	Середня фракція, дм ³ /% об.	Хвостова фракція, дм ³ /% об.	Дегустацій на оцінка, бал.	Вихід спирту з наявності в сировині, %
Сухий виноматеріал, з суміші сортів винограду, міцністю 10% об.	45,0	0,1/89,2	4,5/88,0	4,9/5,5	8,0	96,6
Зброджені суслові осади, міцністю 8% об.	40,0	0,07/88,7	3,1/87,9	3,5/7,6	7,9	95,4
Яблучний дифузійний сік міцністю 7% об.	50,0	0,08/88,9	3,5/87,6	3,8/6,1	7,8	96,1

Висновки

Випробування нової конструкції перегінної установки і вакуум-перегінної установки на лабораторній моделі і малій моделі радгоспу-заводу «Янтарний» (м.Херсон) показали хороші результати за якістю і виходу спирту (див. табл. 2). Рекомендується впровадження даної установки у виробництво, для використання на малих підприємствах при отриманні спирту з відходів виноробства і від переробки плодово-ягідної сировини.

Нова конструкція колони, дефлегматора і холодильника, що являють собою єдиний блок, спрощує конструкцію, знижує габаритні розміри і металоємність апаратів. У той же час простий спосіб регулювання перегонки дає можливість одержання спирту високої якості і підвищеної міцності за одну перегонку.

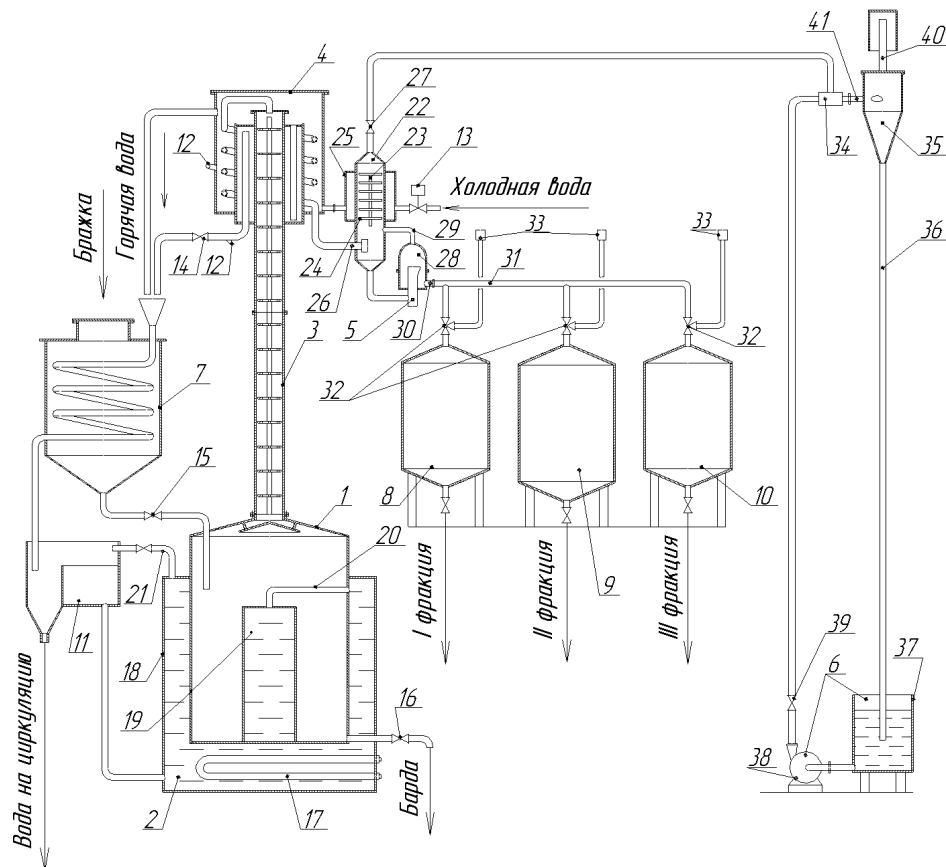


Рис. 2 Апаратурно-технологічна схема вакуум-перегінної установки:

1 - перегінний куб; 2 - теплогенератор; 3 - колона ректифікації; 4 - блок дефлегматора і холодильника; 5 - спиртоприймальний пристрій; 6 - вакуумна установка; 7 - підігрівач бражки (виноматеріалу); 8 - збірник головної фракції; 9 - збірник другої (основної) фракції; 10 - збірник третьої (хвостової) фракції; 11 - розширювальний бачок; 12 - датчики температури; 13,14 - крани автоматичної системи подачі води; 15 - кран подачі бражки в куб; 16 - вентиль випуску бражки; 17 - ТЕН теплогенератора (нагрівальний елемент); 18 - теплообмінна сорочка; 19 - вертикальна труба; 20 - труба циркуляції; 21 - повітряна труба; 22 - газовідділювачами; 23 - колона спиртоприймального пристрою; 24 - вихрові тарілки; 25 - теплообмінна сорочка; 26 - штуцер введення спирту; 27 - штуцер з'єднання з вакуумною установкою; 28 - спиртової ліхтар; 29 - штуцер з'єднання ліхтаря з вакуумом; 30 - штуцер з'єднання ліхтаря з колектором розподілу відгонів; 31 - колектор-розподільник; 32 - триходові крани; 33- воздушники; 34 - ежектор; 35 - газовідділювачі; 36 - зливна труба; 37 - збірник барометричної води; 38 - відцентровий насос; 39 - труба подачі води на ежектор; 40 - труба відводу газів; 41 - штуцер введення струменя ежектора в газовідділювачами.

Список використаної літератури

1. Аношин И.М., Мержаниан А.А. Физические процессы виноделия. – М.: «Пищевая промышленность», 1978. – С. 268-301.
2. Аношин И.М., Курносов А.Г., Аванесьянц Р.В., Джуриная Т.Ф., Ковалевский К.А. Непрерывно действующий брагоперегонный аппарат с вихревым паровым потоком. – Виноделие и виноградарство СССР, №8, 1970, с. 45.
3. Виноградов В.А. Оборудование винодельческих заводов. Т. II. – Симферополь, 2003. – 353 с. (С. 102-125).
4. Технологические правила виноделия. у II томах. Под редак. Г.Г. Валуйко и В.А. Загаруйко. Т. II. – Симферополь: «Таврида», 2003. – С. 93-136.
5. Ковалевский К.А., Глухов П.В., Челидзе Т.Н. Установка для получения спирта-сырца. – Патент Грузинской республики №575 С 12 G3/12 28.04.93.
6. Ковалевський К.А., Глухов П.В., Челидзе Т.Н. Апарат для одержання коньячних та плодкових спиртів. - Патент України № 28148 А 16.10.2000.
7. Малтабар В.М., Фергман Г.И. Технология коньяка.– М.: Пищевая промышленность, 1971.– 344 с.
8. Мартыненко Э.В. Технология коньяка. – Симферополь, «Таврида», 2003. – 320 с. (С. 77–103)
9. Справочник по виноделию. под. ред. Валуйко Г.Г. и Косюры В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2006. – 624 с. (С. 184-187).
10. Ломидзе Т.В., Лахши А.Д., Маслов В.А.. Совершенствование технологии получения коньячного спирта на аппаратах периодического действия // Виноделие и виноградарство СССР. – 1984,- №8. – С. 12-15.
11. Методы теххимического контроля в виноделии. Под ред. Гержиковой В.Г. – Симферополь: «Таврида», 2002. – 259 с.

УДК 663.26

К.А. КОВАЛЕВСЬКИЙ, М.І. ВАЛЬКО,
Т.О. КУЗЬМИНА, Г.А. ТИХОСОВА, О.І. МАМАЙ
Херсонський національний технічний університет

ВИРОБНИЦТВО ПРОДУКТІВ ІЗ ВТОРИННОЇ СИРОВИНИ ВИНОРОБСТВА

В роботі описано спосіб і устаткування переробки дріжджових осадів і некондиційної плодово-ягідної сировини, які дають змогу підвищити вихід вторинних продуктів, поліпшити їхню якість, знизити втрати і знизити трудомісткість.

Ключові слова: виннокисле вапно, екстракція, освітлення, дробильно-змішувальна установка, декантатор, плодово-ягідна сировина.

К.А. КОВАЛЕВСКИЙ, Н.И. ВАЛЬКО,
Т.О. КУЗЬМИНА, А.А. ТИХОСОВА, О.И. МАМАЙ
Херсонский национальный технический университет

ПРОИЗВОДСТВО ПРОДУКТОВ ИЗ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ВИНОДЕЛИЯ

В работе описывается способ и оборудование для переработки дрожжевых осадков и некондиционного плодово-ягодного сырья, которые позволяют повысить выход вторичных продуктов, улучшить их качество, снизить потери и снизить трудоемкость.

Ключевые слова: виннокислая известь, экстракция, осветление, дробильно-смесительная установка, декантатор, плодово-ягодное сырье.

К.А. KOVALEVSKY, M.I. VALKO,
T.O. KUZMINA, G.A. TIKHOSOVA, O.I. MAMAI
Kherson National Technical University

PRODUCTS OBTAINED FROM RECYCLED RAW OF WINEMAKING

This article describes a method and apparatus for processing the yeast sediment and substandard fruit raw material that will improve the yield of secondary products, improve their quality, reduce losses, and reduce labor intensity.

Keywords: tartaric lime extraction, clarification, crushing and mixing plant, decanter, fruit and berry raw materials.

Постановка проблеми

До вторинної сировини виноробної промисловості належать продукти: що залишаються від винограду або плодово-ягідної сировини при їхній переробці на вино чи безалкогольну продукцію (гребені, вичавки, кісточки); що утворюються в процесі такої переробки (осади дріжджові, винного каменю та ін.); або при одержанні з вина спирту, міцних напоїв (барда). Продукти, одержувані з вторинної сировини, називаються вторинними продуктами виноробства.

Вторинна сировина складає до 20% від кількості основної сировини, що переробляється [1]. З вторинної сировини винограду одержують вторинні продукти виноробства – етиловий спирт, винну кислоту, виноградну олію, енобарвники, корми для тварин, добрива. При більш повній переробці вторинної сировини з неї можна одержати енантовий ефір (коньячна олія), танін, ферментні і вітамінні препарати, амінокислоти, дріжджові автолізати, кормові дріжджі та ін. З вичавків, звільнених від насіння, одержують борошно, яке використовують у тваринництві, при виробництві хліба, виноградного пива, екстракти із гребенів та вичавків.

Вторинну сировину одержують у виноробній промисловості як у сезон переробки основної сировини, так і протягом усього року в процесі обробки вина, при його дистиляції, шампанізації, при одержанні коньяку. Вторинною сировиною є гребені, вичавки (солідкі і ті, що збродили), насіння, кісточки, осади.

Впровадження у виробництво нових технологій дозволить підприємствам здійснювати безбиткову комплексну переробку вторинних ресурсів виноробства з отриманням як нових, так і традиційних продуктів.

Другим важливим напрямком досліджень є максимальна механізація технологічних процесів переробки вторинних ресурсів виноробства.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Переробці вторинної сировини приділялася і приділяється у виноробних країнах світу велика увага. У колишньому СРСР були розроблені проекти малих цехів і цілих заводів з комплексної переробки вторинної сировини. Такі заводи були побудовані в Молдові, а цехи по переробці вторинної сировини майже на всіх заводах первинного виноробства.

Інститутом «Магарач» спільно з машинобудівними заводами в 1996-2000 рр. розроблені установка для екстрагування виноградних вичавок продуктивністю 3-9 т/год (Ніжинський механічний завод) і відстійник для дріжджової барди місткістю 20 м³ (Полтавський завод хімічного машинобудування) [2].

Із винних дріжджів на заводах первинного виноробства згідно з правилами переробки винограду виготовляють спирт-сирець, виннокисле вапно з використанням осадів для приготування корму для тварин. Перегонку осадів дріжджів на крупних заводах здійснюють на апаратах безперервної дії. На малих підприємствах використовували кубові апарати, які останнім часом промисловістю не випускаються. При додаткових промиваннях осадів водою можливо вилучити тільки частину виннокам'яної кислоти (до 0,7%). Вилучення виннокислих сполук (ВКС) при прямому осадженні практично досягає не більш 45-55%. Тому стало необхідним створення способу і пристроїв для екстракції (ВКС) у протитечії барди (дріжджових осадів виноробства) з освітленням розчинів ВКС.

Формулювання мети дослідження

Метою досліджень є розробка ефективної комплексної технології переробки дріжджових осадів і плодово-ягідної сировини на спирт і виннокисле вапно.

Об'єктами досліджень були дріжджові осади, від виноградних виноматеріалів, а також некондиційна плодово-ягідна сировина (яблука, вишня, черешня, слива, тощо). Вміст спирту у дріжджових осадах і бражі від плодово-ягідної сировини визначали по ДСТУ 4112.3-2002.

Викладення основного матеріалу дослідження

Враховуючи науково-дослідні роботи багатьох наукових закладів колишнього СРСР і останні роботи виконані інститутом ВіВ «Магарач», виробничниками та кафедрою харчових технологій ХНТУ була розроблена і використовувалась на винзаводі радгоспу «Янтарний» технологічна схема (рис. 1).

Дріжджові осади після зняття з них зброджених виноматеріалів поступають в збірник з мішалкою 1, з якого насосом 2 подаються в рамний фільтрпрес 3. Фільтрат надходить у збірник 5 для використання його в купажах виноматеріалів. Спресовані осади з преса вивантажують в дробильно-змішувальну установку 4 [3, 4], де вони роздрібнюються і змішуються з водою і поршневым насосом 6 перекачуються у збірник 7 з мішалкою і змієвиковим підігрівачем. Підігрів здійснюється гарячою водою, що поступає з дефлегматора перегонної установки. Насосом подачі барди 8 заповнюють куб перегонної установки 9 до робочого об'єму і відкривають пару вентилем 36. Установка обладнана ректифікаційним блоком, який складається із зміцнюваної колони 10, дефлегматора 11, холодильника 12 і контрольного ліхтаря 13 [5]. Регулювання міцності спирту здійснюється подачею холодної води в холодильник і виходу її із дефлегматора. Із спиртового ліхтаря спирт виходить в один із збірників спирту 14 і відцентровим насосом перекачується у спиртоховище.

Барда після закінчення відгонки спирту з кубів 9 зливається у збірник барди 16, який обладнано мішалкою. В збірнику барду змішують з розчинами препарату двоокису кремнію і желатину, які готують в апаратах 17 [10]. Насосом 8 суміш барди з розчинами препаратів подають до установки екстракції ВКС, яка складається з трьох секцій [6, 7]. Кожна секція складається із змішувача 18, змонтованого над відстійником 19 і є секціями першого, другого і третього ступеню екстракції. Барда поступає у змішувач 18 секції першого ступеню екстракції. Суміш барди і екстракту ВКС, отриманого з відстійника 19 другого ступеню із змішувача зливається у відстійник 19 першого ступеню екстракції. За рахунок дії препаратів освітлення проходить протягом 2 годин. Після відстоювання освітлений і насичений виннокислими сполуками екстракт через кран 34 з поворотною трубою за рахунок тиску стисненого повітря, яке поступає з компресорної установки 30, зливається у реактори 21. З другого і першого ступеню екстракції екстракт переміщується з відстійників 19 в змішувачі 18 першого і другого ступеню, а в змішувач 18 третього ступеню подають воду підігріту у теплообміннику 29. Після переміщення освітленого екстракту із відстійників 19 і наповнення водою змішувача третього ступеню прохідні крани 34 з поворотними трубами закривають, а відкривають крани триходові 32 для переміщення осадів барди з відстійника 19 першого ступеню в змішувач 18 другого, з другого – в третій, з третього у збірник відпрацьованої барди 30. В змішувач першого ступеню 18 подають порцію свіжої барди із збірника 16. Після перемішування компонентів екстракції цикл повторяється.

В реакторах 21 проводять обробку екстракту виннокислого вапна (ВКВ) содою і хлористим кальцієм, який готують в апаратах 22 і 23. Після утворення кристалів ВКВ вони разом з матковим розчином зливаються в декантатор-промивач 25 для відокремлення рідини і промивки ВКВ чистою водою [8, 9]. Виннокисле вапно сушать в паровій сушарці 26. Отриманий спирт-сирець передають для

ректифікації, виннокисле вапно реалізується заводам винної кислоти, а відпрацьована барда використовується для приготування кормів для тварин.

Відходи плодово-ягідної сировини (яблука, вишня, черешня та ін.) транспортером 38 подають на дробарку 39 і подрібнюють, обробляють відкритою парою у бланшувачі 40, протирають на протиральній машині 41. Протерта маса надходить у бункер 42 і насосом 2 перекачується у бродильний резервуар. Після зброджування бражка насосом 2 перекачується у збірник-підігрівник 7 перегонної установки. Отриманий плодovий спирт-сирець із збірників 14 насосом 15 відкачують у спиртосховище. Барда з перегонної установки зливається у збірник барди 16 і насосом 8 в напірний бак відпрацьованої барди 20, минаючи установку екстракції ВКВ, для використання у виробництві кормів або добрив.

В схемі (рис.1) використана установка для екстракції в протитечії виннокислих сполук із дріжджової барди, що складається з відстійників 1 (рис.2), змішувачів 2, установлених над ними, самоочисного фільтра 3 грубого фільтрування з отворами в перегородці 0,2-1,0 мм і гідроциклону 4. Змішувачі 2 зливальним краном 5 з'єднані з відстійниками 1, утворюючи один ступінь екстракції. Відстійники 1 і змішувачі 2 виконані у вигляді циліндричних резервуарів з конічними днищами і кришками.

Змішувачі 2 зливальним краном 5 з'єднані з відстійниками 1, утворюючи загальний блок, що є ступенем екстракції. Трубопровід підведення барди 6 із краном 7 з'єднаний з гідроциклоном 4, що у свою чергу з'єднаний із самоочисним фільтром грубого фільтрування 3. У змішувачах 2 установлені підігрівники 8.

У відстійниках 1 встановлені з можливістю повороту патрубку 9 так, щоб можна було регулювати відбір 1/2 – 2/3 об'єму проясненої фази. Патрубки 9 з'єднані з трубопроводами 10 для перетікання і відбору проясненої фази і через крани 11 – зі змішувачами 2 кожного попереднього ступеню, а трубопровід 10 першого ступеню з'єднаний зі збірником екстракту (на рис. не показано). Усі відстійники 1 зв'язані через колектор 12 із джерелом стиснутого повітря (на рис. не показано), на колекторі 12 встановлені крани 13 і 14 для підведення стиснутого повітря і з'єднання з атмосферою колектора.

Відстійники 1 кожного ступеня переливними трубопроводами згущеної фази (барди) 15 через крани 16 зв'язані зі змішувачами 2 наступного ступеня екстракції, тобто першого з другим, другого – із третім, третього – зі збірником згущеної фази (на рис. не показано). Для визначення рівня розділу фаз на відстійниках 1 установлені скляні рівнеміри 17 (можуть бути встановлені також сигналізатори, які рекомендується встановити на патрубках 9).

У змішувачах встановлені мішалки 18 (механічні чи пневматичні). Для визначення рівня при заповненні змішувачів 2 бардою і водою в них встановлені датчики верхнього 19 і середнього 20 рівнів, причому датчик середнього рівня 20 виконаний поворотним з можливістю регулювання рівня від 1/3 до 1/2 його об'єму. Об'єм відстійників і змішувачів однаковий. Для подачі суспензії бентоніту або розчину окису кремнію в усі змішувачі 2 на початку роботи й у змішувач першого ступеню (під час роботи на початку кожного циклу) на них змонтовані лійки 21.

Змішувач 2 третього ступеню екстракції з'єднаний з трубопроводом 22 підведення розчинника (води) через кран 23. Трубопровід 22 з'єднаний також з колектором 24 підведення суспензії бентоніту (розчину окису кремнію), на якому знаходяться крани 25. Колектор 24 призначений для подачі освітлювача з дозатора 26 і води в змішувачі на початку роботи.

Відстійники 1 і змішувачі 2, розташовані над відстійниками, установлені на фундаменті за допомогою стійок 27. Оптимальна кількість ступенів екстракції три, при необхідності кількість ступенів може бути збільшена до п'яти – шести.

Установка працює таким чином. На початку роботи через кран 7 і трубопровід 6 свіжу барду подають на гідроциклон 4, де відокремлюються тверді важкі суспензії і пісок. З гідроциклону барда надходить у самоочисний фільтр грубого фільтрування 3 і, пройшовши перфоровану самоочисну перегородку, вона надходить у змішувач 2 першого ступеню екстракції, який заповнюють до повного об'єму. При цьому крани 5 на установці закриті. Одночасно в змішувач 2 третього ступеню по трубопроводу 22 через кран 23 подають гарячу воду (70-90°C), заповнюючи його до 1/2 об'єму. Після заповнення свіжою бардою змішувача 2 першого ступеню подачу її припиняють і через кран 5 зливають у відстійник першого ступеню при відкритому в атмосферу крані 14 і закритому крані 13 стиснутого повітря колектора 12. Після зливу всієї барди кран 5 змішувача першого ступеню закривають, краном 7 включають подачу свіжої барди в змішувач першого ступеню, крани 14 і 11 всієї установки і 16 другого і третього ступеню закривають, через кран 16 першого ступеню стисненим повітрям, що надходить через кран 13 колектора 12, барду з відстійника першого ступеню подають у змішувач 2 другого ступеню. Заповнення змішувача першого ступеню проводять до рівня 1/2, а другого – до повного об'єму.

Після повного перетікання барди з відстійника першого ступеню в змішувач другого кран 13 закривають, краном 14 з'єднують відстійники з атмосферою і через кран 5 зі змішувача другого ступеню зливають 1/2 об'єму барди у відстійник. Після цього стисненим повітрям з відстійника 2 другого

ступеню подають барду в змішувач 1 третього. У такий спосіб усі змішувачі заповнюють свіжою бардою, а змішувач третього ступеню також і водою. За допомогою колектора 24 і кранів 25 заповнюють до верхнього рівня змішувачі першого і другого ступенів, включають мішалки 18, і в усі змішувачі з дозатора 26 подають суспензію бентоніту (розчину окису кремнію) через колектор 24 і крани 25. Після перемішування через крани 5 зливають суспензію у відстійник, у якому відбувається її відстоювання.

У цей час заповнюють свіжою порцією барди до 1/2 рівня змішувач першого ступеню і водою змішувач третього ступеню. Після закінчення відстоювання, визначивши межу проясненої і згущеної фаз, патрубки 9 встановлюють в одне положення, вище найбільшого рівня розділу фаз, закривають кран 14 колектора 12 і відкривають кран 13. При цьому крани 5 і 16 закриті, а крани 11 відкривають. Прояснена фаза під дією стиснутого повітря по трубопроводам 10 через крани 11 перетікає з відстійників першого ступеню в збірник екстракту, із другого ступеню – у змішувач першого, із третього – у змішувач другого. Після закінчення перетікання проясненої фази крани 11 закривають, а крани 16 відкривають.

Відбувається перетікання згущеної фази з відстійника першого ступеню по трубопроводу 15 у змішувач другого, з відстійника другого ступеню – у третій, із третього – у збірник згущеної промитої барди.

Після закінчення перетікання згущеної фази крани 16 і 13 закривають, а краном 14 з'єднують відстійники з атмосферою. При цьому включають мішалки, у змішувач першого ступеню подають порцію суспензії бентоніту. Після перемішування через крани 5 суспензії зливають у відстійники 1. Цикл повторюють.

При високому вмісті в барді виннокислих сполук екстракцію ведуть при збільшенні подачі води до 2/3 об'єму і зниженні об'єму подачі барди до 1/3 об'єму змішувача. У залежності від необхідної продуктивності вибирається об'єм змішувачів і відстійників.

Під час роботи установки за допомогою підігрівників 8 регулюють температуру в межах 79-90°C.

Висновки

Установка для екстракції виннокислих сполук дозволяє підвищити ступінь вилучення виннокислих сполук у розчин, який використовують для одержання виннокислого вапна або інших продуктів із дріжджової барди до 70% (при звичайному способі до 45%) і прискорити процес екстракції за рахунок зниження часу відстоювання з 6-12 год до 2-3 год.

Проведені випробування у радгоспі-заводі «Янтарний» та на кафедрі харчових технологій Херсонського національного університету на лабораторній моделі та на одноступеневій дослідній моделі показали гарні результати. Установка після випробування може бути рекомендована для виготовлення дослідного зразка і його випробування. При випробуванні технологічної лінії і окремих її вузлів за рахунок установок приготування суспензії дріжджових осадів, перегонної установки, установки екстракції виннокислих сполук з освітленням барди за допомогою препарату двооксиду кремнію і желатину збільшився вихід виннокислого вапна на 20%, знизилась втрата спирту і води на 10%, значно підвищилася якість ВКВ, спирту і кормів. Знизилась витрати робочої сили при зниженні витрат ручної праці. Переробка відходів плодово-ягідної сировини дає змогу підвищити ефективність використання сировини.

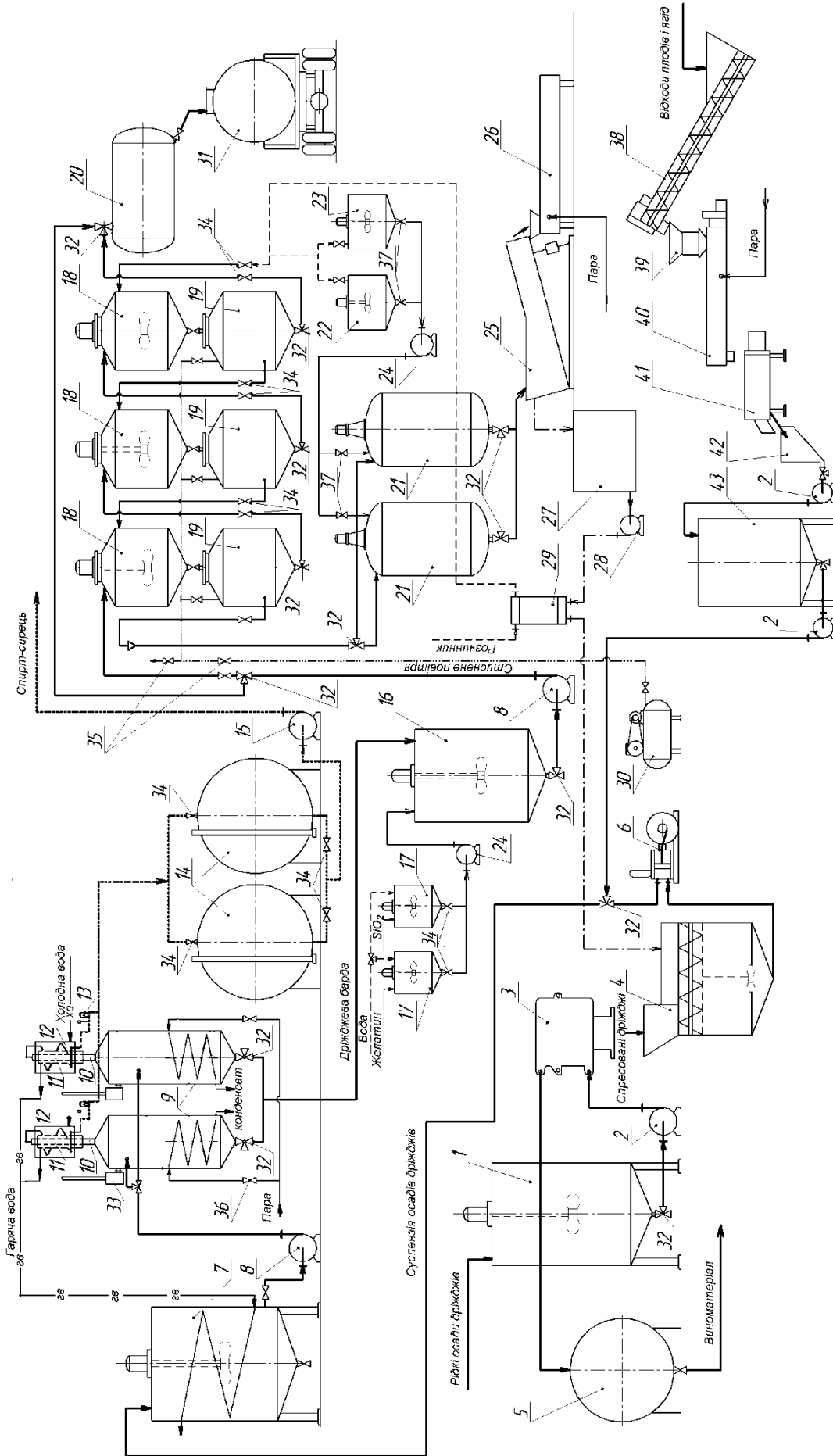


Рис. 1. Апаратурно-технологічна схема переробки дріжджових осадів і відходів плодово-ягідного виробництва

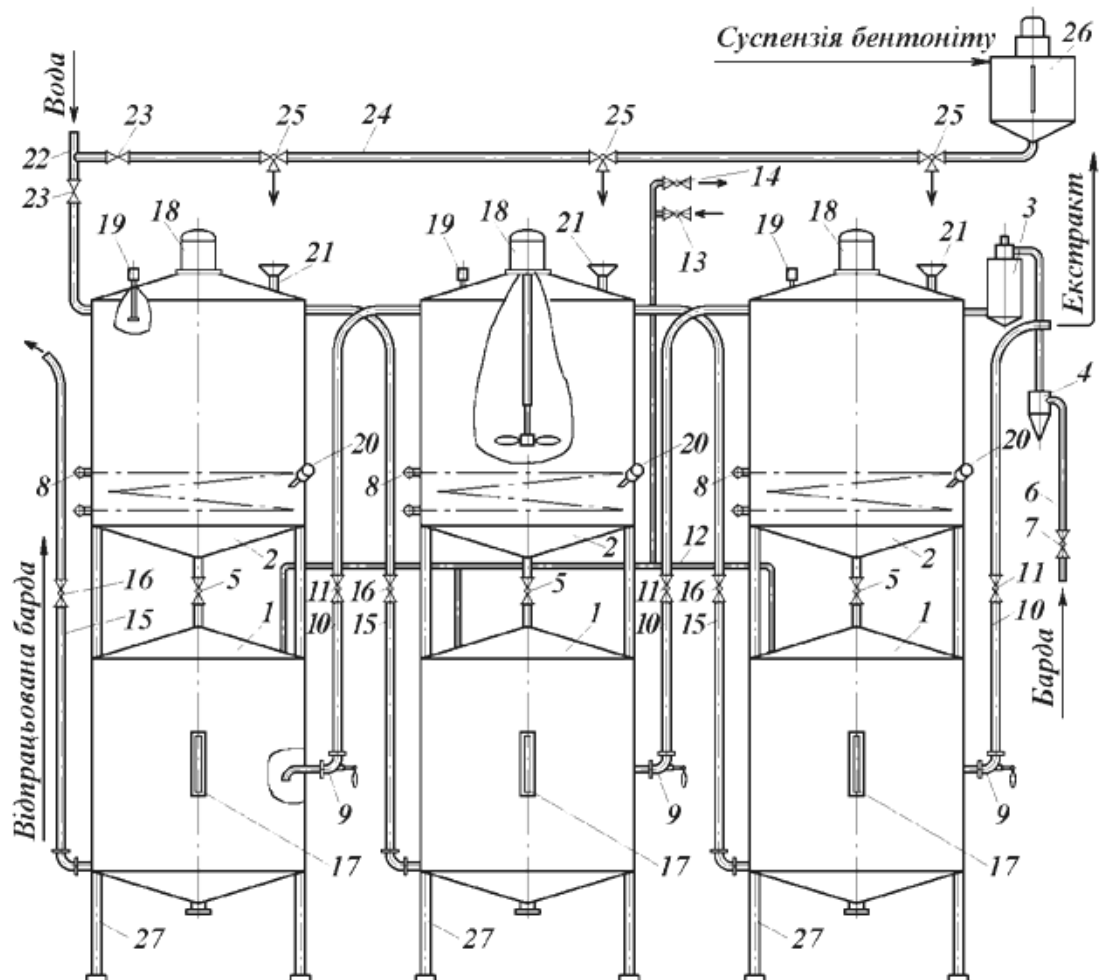


Рис. 2. Установа для екстракції в протитечії виннокислих сполук із дріжджової барди.

Список використаної літератури

1. Разуваев Н. И. Комплексная переработка вторинных продуктов виноделия. М.: «Пищевая промышленность», 1975, 167 с.
2. Справочник по виноделию/ Под ред. Г.Г. Валушко, Симферополь, Таврия, 2005, - 589 с.
3. Дробильно-смесительная установка Авт. св. СССР № 967562, В02С18/06 24.12.1980, Авт. Ковалевский К.А., Высочанский ДМ, Чокой П.К., Паша М.Н.
4. Ковалевский К.А. Дробильно-смесительная установка. «Пищевая промышленность», 1989, №9, С.. 30-32.
5. Апарат для одержання коньячних та плодкових спиртів. Патент України № 28148 А 16.10.2000. Авт. Ковалевський К.А., Глухов П.В., Челідзе Т.Н.
6. Установка для экстракции в противотоке виннокислых соединений из дрожжевой барды Авт. св. СССР № 1011686, С12G 1/02 3.12. 1981 авт. Ковалевский К.А., Узун Д.Ф, Жданович Г.А., Аванесьянц Р.В.
7. Способ получения виннокислой извести, спирта и корма из отходов винодельческого производства – дрожжевых осадков. Авт.св. СССР SU 1017714 С12 91/02, 13.95.1981. Авт. Ковалевский К.А., Узун Д.Ф., Аванесьянц Р.В.
8. Установка для получения виннокислой извести. Авт. св. СССР № 994552 С12 G 1/02, 07.02.1983. Авт. Ковалевский К.А., Коваль В.В., Узун Д.Ф., Высочанский Д.М., Рубан П.А.
9. Ковалевский К.А. Декантатор-промыватель виннокислой извести «Виноградарство и виноделие СССР», №6, 1987.
10. Шанин О.Д., Ковалевський К.А., Ксенжук Н.І., Сльозко Г.Ф. Спосіб освітлення і стабілізації плодово-ягідного і виноградного суслу, виноматеріалів. Патент України на винахід № 83303 С12Н, 2007 р.

УДК 664.849

М.Л. КУЛІГІН, О.Я. СЕМЕШКО
Херсонський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ МОДИФІКОВАНОГО КРОХМАЛЮ НА РЕОЛОГІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ КЕТЧУПУ

Встановлено, що гелі модифікованого крохмалю (E1401) мають в'язкість меншу ніж гель, утворений з нативного крохмалю. В'язкість модифікованого крохмалю значно змінюється в залежності від швидкості зсуву, але система з його використанням більш стабільна, ніж системи з нативного крохмалю або з додаванням води до томатної пасти. Низька температура значно впливає на реологічні властивості кетчупу; після циклу заморожування-розморожування зростає в'язкість системи як при використанні нативного крохмалю, так і модифікованого. Додавання модифікованого крохмалю до кетчупу дозволяє підвищити стійкість системи до впливу низьких температур.

Ключові слова: кетчуп, крохмаль, модифікований крохмаль, реологія.

М.Л. КУЛИГИН, О.Я. СЕМЕШКО
Херсонский национальный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДИФИЦИРОВАННОГО КРАХМАЛА НА РЕОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА КЕТЧУПА

Проведено сравнение эффективности использования в качестве стабилизатора консистенции кетчупа нативного и модифицированного (E1401) крахмала. Установлено, что гели модифицированного крахмала имеют вязкость меньше, чем гель нативного крахмала. Вязкость модифицированного крахмала значительно меняется в зависимости от скорости сдвига, но система в его присутствии более стабильна, чем система с использованием нативного крахмала или добавлением воды к кетчупу. Низкая температура оказывает значительное влияние на реологические свойства кетчупа; после цикла замораживания-размораживания растет вязкость системы, как при использовании нативного крахмала, так и модифицированного. Добавление модифицированного крахмала в состав кетчупа позволяет повысить устойчивость системы к воздействию низких температур.

Ключевые слова: кетчуп, крахмал, модифицированный крахмал, реология.

M. KULIGIN, O. SEMESHKO
Kherson National Technical University

INVESTIGATION OF THE EFFECT OF MODIFIED STARCH ON THE RHEOLOGICAL PROPERTIES OF KETCHUP

Comparison of the effectiveness of using as a stabilizer a consistency of ketchup native and modified (E1401) starch. It is found that the modified starch gels have a viscosity less than the native starch gel. Viscosity modified starch significantly varies depending on the shear rate, but its presence in the system is more stable than the system using native starch or by adding water to the tomato paste. Low temperatures have a significant impact on the rheological properties of ketchup, after freeze-thaw cycles increases the viscosity of the system, as when using the native collapse of small and modified. The use of modified starch allows the system to increase resistance to low temperatures.

Keywords: ketchup, starch, modified starch, rheology.

Постановка проблеми

Кетчуп відноситься до соусів, які доповнюють і поліпшують смак їжі, сприяють покращенню апетиту, кращому засвоєнню основних компонентів страви і підвищенню її калорійності. Зазвичай кетчупи виробляються шляхом гарячої обробки з гарячим або холодним розливом. В основному кетчуп складається з суміші томатної пасти, стабілізатору консистенції, консервуючого агенту – оцту, солі і цукру. У якості загусника використовується крохмаль або інші стабілізатори. Роль стабілізатора полягає в тому, щоб зв'язати вільну воду і запобігати її виділенню при зберіганні продукту. Консистенція кетчупу залежить від кількості вологи в продукті, концентрації томатної пасти та регулятора консистенції. Тому, щоб отримати продукт з хорошою в'язкою консистенцією, використовуючи в рецептурі меншу кількість томатної пасти, необхідно застосовувати стабілізатори, які не тільки зв'язують воду, але також надають готовому продукту необхідну в'язкість. Кількість стабілізатора залежить від температури, до якої кетчуп

нагрівається в процесі виробництва, а також від типу розливу – гарячого або холодного [1]. Тому пошук і дослідження властивостей нових речовин у якості стабілізаторів в'язкості є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Створення (конструювання) гелевих харчових систем здійснюється за допомогою великої групи харчових інгредієнтів – гідроколоїдів, які додаються в рідкі або тверді продукти харчування в процесі їх виготовлення для надання бажаної в'язкості або консистенції.

Крохмаль і його модифікації (E1401-1451) в різних формах є одними з найбільш поширених регуляторів консистенції харчових продуктів. Реологічні властивості їжі на основі крохмальвмісних продуктів включають в себе основні властивості гелю – відсутність плинності і «механічної» міцності (текстури). Модифікація текстури і в'язкості харчових продуктів змінюють їх органолептичні властивості і тому гідроколоїдні компоненти використовуються в якості найважливіших харчових добавок. Таким чином, технологічна модифікація крохмалю дозволяє керувати властивостями готового продукту: гідрофільністю, параметрами клейстеризації і гелеутворенням, реологічними характеристиками, що відкриває широкі можливості для молекулярного дизайну затребуваною продукції громадського харчування.

Однак крохмальвмісні продукти мають характерну особливість: при охолодженні виробів на базі нативних чи модифікованих крохмалів відбувається ретроградація – агрегація і ущільнення спіралей амілозних макромолекул. При концентрації 5% і вище крохмаль злаків утворює тверді гелі, жорсткість яких збільшується при зберіганні. Ретроградація оборотна при нагріванні, проте щоб зняти її повністю, необхідно нагрівання крохмальвмісного продукту в автоклаві при 125°C [2-4].

Формулювання мети дослідження

Мета дослідження – визначити вплив регуляторів консистенції на основі нативного та модифікованого крохмалю на реологічні властивості кетчупу.

Необхідно дослідити вплив регуляторів консистенції (нативного картопляного крохмалю та кислого модифікованого крохмалю) на реологічні властивості кетчупу при різних концентраціях та часу збереження.

Викладення основного матеріалу дослідження

Тип структури і механічні властивості продукту визначають його консистенцію, яка є одним з важливих показників якості.

Консистенція – це складне поняття, що характеризує властивість маси речовини в цілому, її міцність, м'якість, густоту. Консистенція являє собою сукупність реологічних властивостей у вигляді в'язкої рідини, в'язко-пластичного або гнучкого еластичного тіла, ступінь твердості, щільність продукту. Дослідниками і технологами приділяється велика увага консистенції харчових продуктів як одній з важливих характеристик, що визначають споживчу прийнятність виробів.

Інструментально консистенція може бути охарактеризована через реологічні властивості матеріалу. Залежно від характеру прикладених зовнішніх зусиль і спричинених ними деформацій до реологічних властивостей відносяться рухомі (при впливі дотичних зусиль), компресійні (визначені впливи нормальних зусиль) і поверхневі (оцінювані при зсуві або відриву продукту від твердої поверхні) властивості.

При отриманні харчових продуктів з використанням крохмалів відбувається зміна різних властивостей: фізико-хімічних, біологічних, органолептичних, структурно-механічних. В якості основних методів досліджень обрані реологічні методи досліджень структурно-механічних властивостей крохмалів. Вони дозволяють кількісно оцінити сили взаємодії між частинками системи, вказують на зміну в ній внутрішньої організації. Знання реологічних параметрів може дати можливість оцінки якості продукту і можливість цілеспрямованої зміни основних споживчих властивостей одержуваного кінцевого продукту (кетчупу) в потрібному напрямку.

Нативні крохмалі при використанні в харчових і технічних цілях, як правило, піддаються термічній обробці в присутності води. При підвищенні температури водних крохмальних суспензій більше 30°C відбувається частковий розрив водневих зв'язків молекул в зерні крохмалю, що веде до зміни його мікроструктури. При цьому різко зростає гідратація амілози і амілопектину і відповідно збільшуються розміри зерен – відбувається їх «набухання». При підвищенні температури амілоза частково дифундує з аморфної частини зерен і переходить в розчин, а амілопектин залишається в основному в нерозчиненому стані. При руйнуванні зерен відбувається деструкція кристалічної частини зерен, полісахариди переходять в розчин і починається процес клейстеризації [5].

Процеси набухання і клейстеризації супроводжуються зміною в'язкості суспензії і протікають по-різному для різних видів крохмалю [6]. Так, високоамілозні крупні зерна всіх видів крохмалів набухають і клейстеризуються швидше, ніж дрібні.

В даній роботі крім нативного, використовувався модифікований кислотою (з подальшою нейтралізацією) крохмаль. Для проведення порівняльних досліджень реологічних характеристик було досліджено клейстери (гелі) нативного та модифікованого картопляного крохмалів у діапазоні

концентрацій 2-10%. З цією метою було досліджено швидкість зсуву досліджуваних гелів на ротаційному віскозиметрі «Reotest». Результати дослідження наведено на рис. 1.

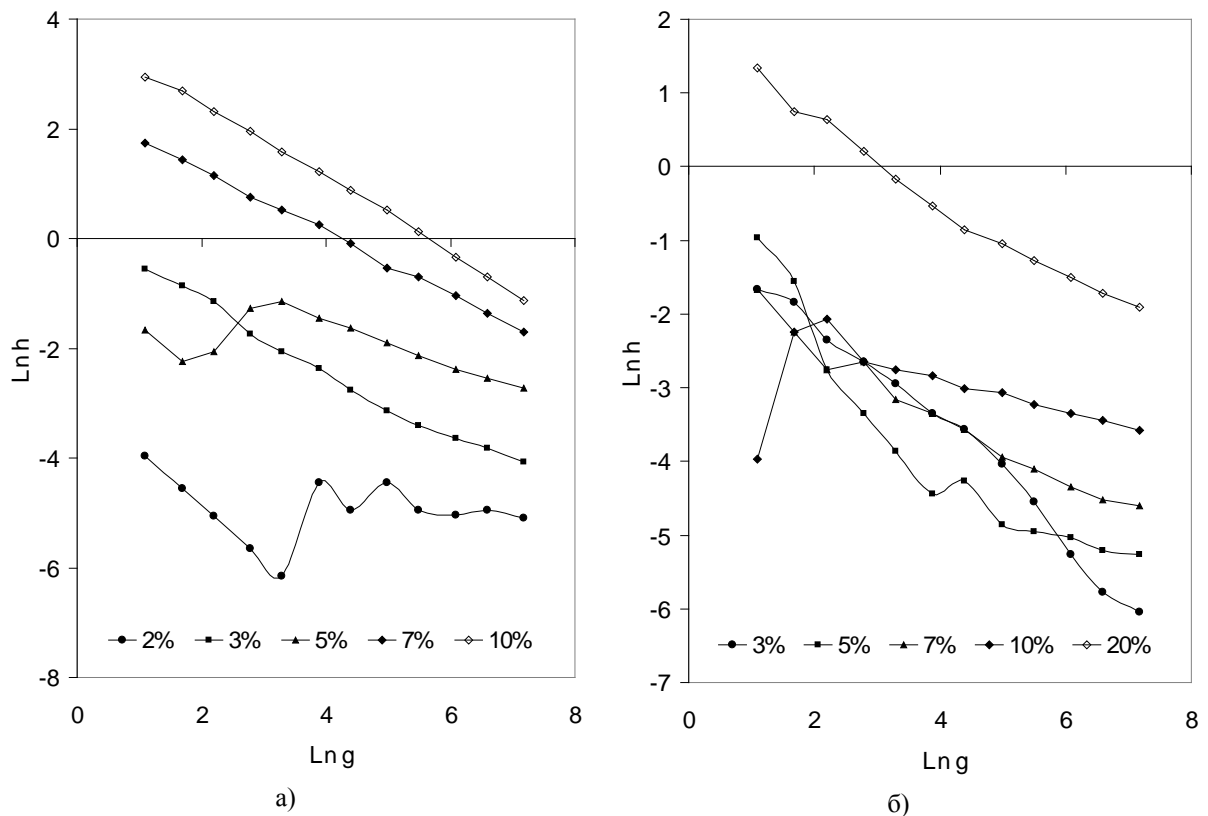


Рис. 1. Вплив концентрації на реологічні властивості крохмалів: а) нативний крохмаль; б) модифікований крохмаль.

Аналіз даних рис. 1 свідчить про те, що 3% гель модифікованого крохмалю має меншу в'язкість ніж гель картопляного крохмалю при тій же концентрації. Також значно відрізняються залежності напругу зсуву від швидкості зсуву – спостерігаються яскраво виражені релаксаційні явища. При збільшенні концентрації модифікованого крохмалю до 5% значно змінюється характер залежності напругу зсуву від швидкості зсуву – з'являється характерний мінімум. При концентрації крохмалю 7% спостерігається релаксаційні явища на середній швидкості зсуву як на графіку, що характеризує в'язкість гелю, так і на графіку залежності напруги зсуву. Порівняння отриманих даних для нативного та модифікованого крохмалю свідчить, що при тій же концентрації в'язкість модифікованого крохмалю значно нижче ніж в'язкість нативного крохмалю.

Оскільки метою роботи є вивчення та порівняння реологічних характеристик картопляного та модифікованого крохмалю при використанні їх в якості одного з стабілізаторів консистенції кетчупу наступним етапом роботи було вивчення реологічних характеристик основного з компонентів кетчупу – томатної пасти. Було досліджено реологічні властивості томатної пасти при розведенні водою (рис. 2).

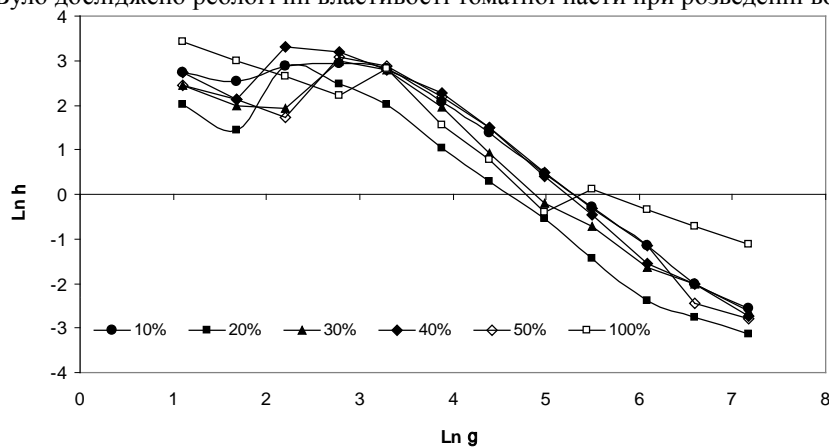


Рис. 2. Залежність в'язкості томатної пасти від швидкості зсуву при різній концентрації.

Реологічні характеристики томатної пасти (рис. 2) значно відрізняються від крохмального гелю, оскільки вона має більшу густоту. Криві, що характеризують зміну в'язкості в залежності від швидкості зсуву мають схожий ниспадаючий характер, а залежність напругу зсуву має два характерних піки максимуму та мінімуму при різних швидкостях зсуву. При додаванні до томатної пасти 10% води на кривих, що характеризують залежність в'язкості від швидкості зсуву, з'являються признаки релаксаційних процесів: максимальні при низькій швидкості зсуву та зменшуються при зростанні швидкості. З'являється розбіжність в значеннях прямого та зворотного ходу на кривих залежності напругу зсуву від швидкості зсуву. При додаванні 20% води релаксаційні явища спостерігаються на низьких швидкостях зсуву. Введення 30-40% води приводе до поступового зменшення в'язкості, але характер кривих та релаксаційні процеси зберігаються. Додавання 50% води ніяк не змінює характер кривих в'язкості та напругу зсуву при зменшенні їх абсолютних значень.

Таким чином можна зробити висновок, що додавання води в томатну пасту навіть в пропорції 1:1 не стабілізує її в'язкість, яка хоч і зменшується але досить нелінійно. Тому в кетчуп треба додавати окремі стабілізатори консистенції.

Для практичного застосування інтерес являє дослідження реологічних властивостей суміші томатної пасти та стабілізатору консистенції. Тому на наступному етапі роботи було досліджено реологічні властивості томатної пасти з додаванням нативного картопляного крохмалю з концентрацією 10-50% та модифікованого з концентрацією 50%.

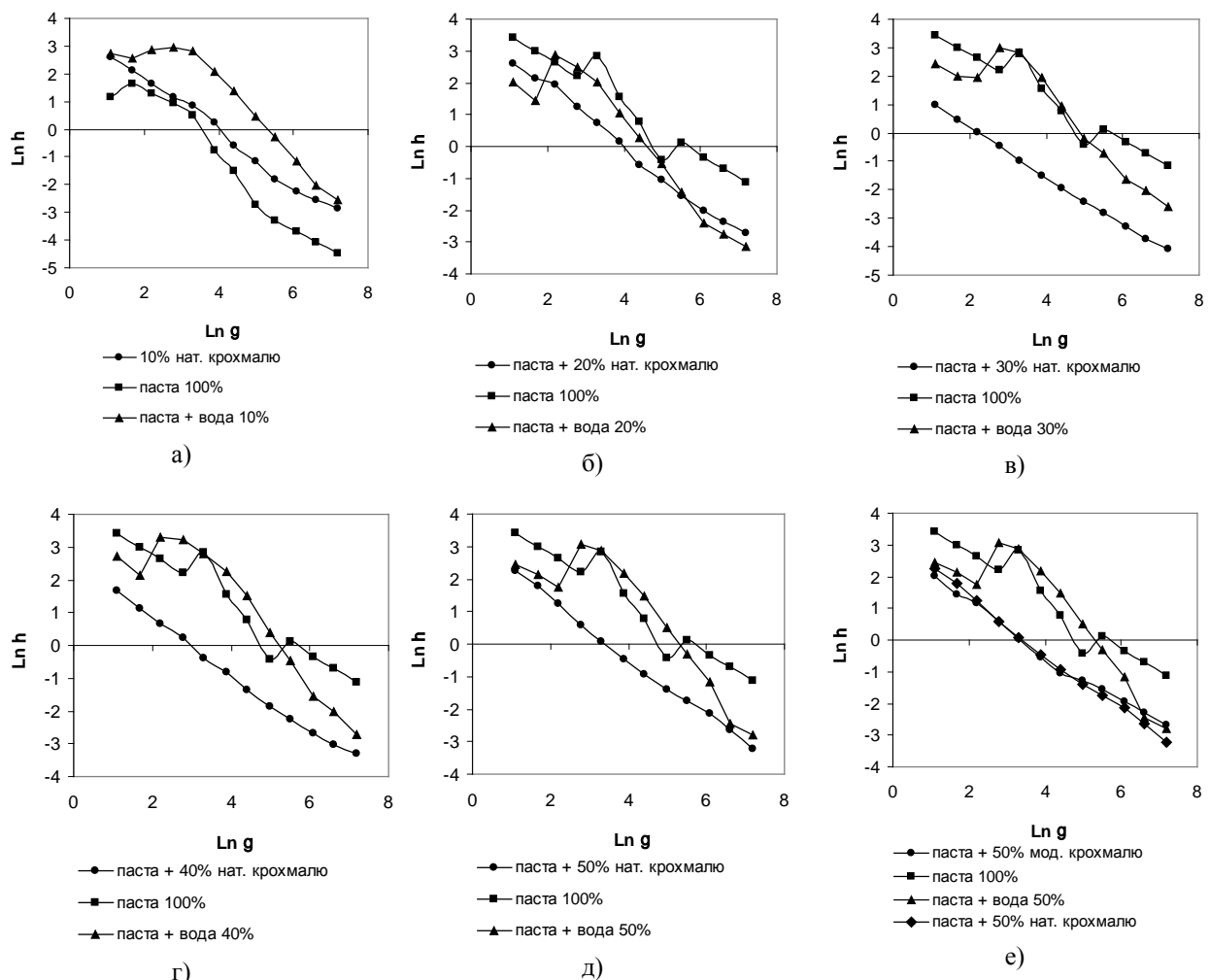


Рис. 3. Порівняння залежностей в'язкості від швидкості зсуву в системі «томатна паста-вода-регулятор консистенції» при різних концентраціях крохмалів та томатної пасти.

Аналіз даних рис. 3а свідчить, що максимальна в'язкість фіксується при мінімальних швидкостях зсуву, при додаванні 10% нативного крохмалю в'язкість зменшується більше ніж від додавання 10% води. При мінімальній та максимальній швидкостях зсуву значення в'язкості томатної пасти з вмістом 10% нативного крохмалю та 10% води наближаються.

Аналіз даних рис. 3б свідчить, що при додаванні 20% води в'язкість системи зменшується до 4 раз, а додавання 20% нативного крохмалю зменшує в'язкість лише в 2 рази. В'язкість томатної пасти з додаванням 20% крохмалю більш стабільна.

Аналіз даних рис. 3в свідчить, що при додаванні 30% нативного крохмалю в томатну пасту в'язкість системи різко знижується в 4 рази відносно значень в'язкості томатної пасти та в 2 рази відносно пасти, розбавленої водою на 30%. При цьому спостерігається ще більша стабільність в'язкості системи «томатна паста-нативний крохмаль 30%», як відносно пасти так і відносно розбавленої пасти.

Аналіз даних рис. 3г свідчить, що при 40%-овому розведенні томатної пасти як нативним крохмалем так і водою спостерігається збільшення в'язкості системи. При мінімальній швидкості зсуву в'язкість пасти з додаванням 40% крохмалю в 6 разів нижче, ніж в'язкість пасти, а в'язкість системи «паста-вода 40%» в 2 рази нижче ніж 100%-ової томатної пасти.

Аналіз даних рис. 3д свідчить, що додавання 50% нативного крохмалю та води по-різному впливає на реологію системи. Збільшення кількості води з 40 до 50% знизило в'язкість системи, а збільшення кількості крохмалю з 40 до 50% привело до зростання в'язкості системи. Крім того, дані рис. 3д свідчать про те, що додавання до томатної пасти 50% нативного крохмалю стабілізувало реологічні властивості системи у всьому діапазоні швидкостей зсуву.

Аналіз даних рис. 3е свідчить, що навіть при концентрації модифікованого лише 10% реологічні характеристики системи з його використанням практично не відрізняються від характеристик системи з використанням нативного крохмалю. Залежність в'язкості модифікованого крохмалю значно змінюється в залежності від швидкості зсуву, але система з його використання все одно більш стабільна ніж система з додаванням води до томатної пасти.

Кетчуп, як і інші товари продуктової групи може тривалий час зберігатися та перевозитися автомобільним, залізничним, морським транспортом в різних погодних умовах, в том числі й при мінусових температурах. Зазвичай виробники вказують температуру зберігання кетчупу в межах плюсових температур, але під час транспортування ці умови інколи можуть бути порушені і кетчуп може бути підданий впливу низьких (мінусових) температур на достатньо тривалий час, за який він може встигнути замерзнути. Після відтавання може спостерігатись значна зміна консистенції, розділення, зміна смакових характеристик.

Тому на наступному етапі роботи було досліджено вплив циклу «заморожування-розморозування» на реологічні характеристики системи «томатна паста-крохмаль». Заморожування відбувалась при температурі -5°C впродовж 12 год., розморозування при температурі 15°C впродовж 6 год. Результати досліджень наведено на рис. 4.

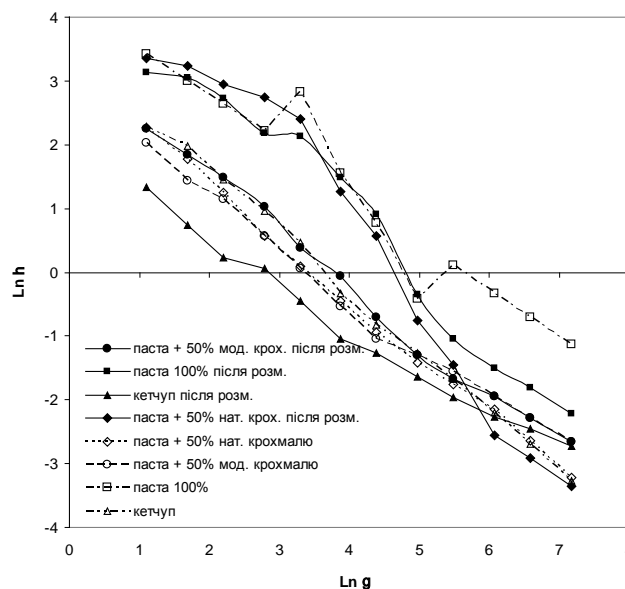


Рис. 4. Порівняння залежностей в'язкості сумішей томатної пасти з крохмалю від швидкості зсуву після циклу «заморожування-розморозування».

Аналіз даних рис. 4 свідчить про те, що цикл «заморожування-розморозування» значно вплинув на реологічні властивості досліджуваних. Зменшилась в'язкість томатної пасти в середньому на 32%, зменшилась в'язкість кетчупу на 52%, зросла в'язкість системи «томатна паста-нативний крохмаль» на 305%, зросла в'язкість системи «томатна паста-модифікований крохмаль» на 26%.

Таким чином можливо зробити висновок, що модифікований крохмаль дозволяє значно підвищити стійкість кетчупу до впливу низьких температур.

При тривалому зберіганні клейстеризований крохмаль зазнає змін, які сукупно позначають терміном «ретроградація». Ретроградація представляє собою процес часткової кристалізації молекул крохмалю, які в результаті клейстеризації були відокремлені одна від одної. Ретроградація може відбуватись як в розчиненому крохмалі, так і всередині набряклих крохмальних зерен.

Для дослідження процесів ретроградації було досліджено гелі нативного та модифікованого крохмалів після 30 діб зберігання. Результати дослідження наведено на рис. 5.

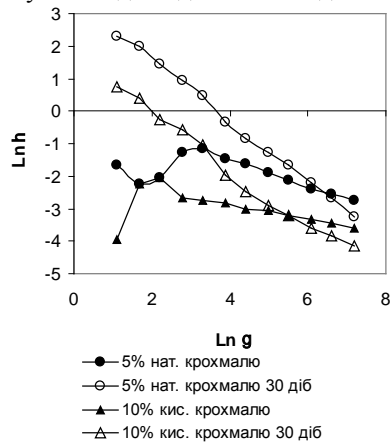


Рис. 5. Порівняння реологічних властивостей крохмалів після 30 діб зберігання.

Даних, представлених на рис. 4, вказують на те, що після 30 діб зберігання ретроградації піддався як нативний, так і модифікований крохмаль. Найбільші розбіжності у значеннях в'язкості отримані при низьких швидкостях зсуву, по мірі зростання швидкості зсуву розбіжності невіділюються. У середньому в'язкість нативного крохмалю змінилась на 1400%, модифікованого крохмалю на 364%.

Висновки

В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що гелі модифікованого крохмалю мають в'язкість меншу ніж гелі утворені з нативного крохмалю. При концентрації модифікованого крохмалю вдвічі більше ніж нативного (10 проти 5%) реологічні характеристики системи з його використанням практично не відрізняються від характеристик системи з використанням нативного крохмалю з більшою концентрацією. Залежність в'язкості модифікованого крохмалю значно змінюється в залежності від швидкості зсуву, але система з його використання більш стабільна ніж система з додаванням води до томатної пасту. Низька температура значно впливають на реологічні властивості всіх систем, що досліджувались, після циклу заморожування-розморожування зменшилась в'язкість томатної, зменшилась в'язкість кетчупу, зросла в'язкість системи «паста-нативний крохмаль», зросла в'язкість системи «паста-модифікований крохмаль». Додання в рецептуру кетчупу модифікованого крохмалю дозволяє значно підвищити стійкість системи до впливу низьких температур.

Після 30 діб зберігання ретроградації піддався кетчуп з використанням як нативного, так і модифікованого крохмалю, найбільші розбіжності у значеннях в'язкості отримані при низьких швидкостях зсуву, по мірі зростання швидкості зсуву розбіжності невіділюються, модифікований крохмаль більш стійкий до явища ретроградації.

Список використаної літератури

1. Технология продукции общественного питания. Т.1. Физикохимические процессы, протекающие в пищевых продуктах при их кулинарной обработке [под ред. А.С. Ратушного]. – М: Мир, 2003. – 351с.
2. Крохмалепродукты [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://pidruchniki.com/11340614/tovarovnavstvo/krohmaleprodukti> (дата звернення: 22.06.2016).
3. Деркач С.Р. Реология пищевых эмульсий / С.Р. Деркач, К.В. Зотова // Вестник МГТУ. – 2012. – Т.15, №1. – С.84-95.
4. Кузнецов О.А. Реология пищевых масс / О.А. Кузнецов, Е.В. Волошин, Р.Ф. Сагитов. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2005. – 106 с.
5. Saha D. Hydrocolloids as thickening and gelling agents in food: a critical review / D. Saha, S. Bhattacharya // J. Food Sci. Technol. – 2010. – V. 47, №6. – P. 587-597.
6. Лукин Н.Д. Исследование действия амилолитических ферментов на нативный крахмал различных видов в гетерогенной среде / Н.Д. Лукин, З.М. Бородина, А.А. Папахин, О.В. Шаталова, А.В. Кривандин // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – №10. – С.62-64.

УДК 665.238

А.Н. КУНИК, О.Я. СЕМЕШКО, Ю.Г. САРИБЕКОВА, Т.С. АСАУЛЮК

Херсонский национальный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ШЕРСТНОГО ЖИРА, ПОЛУЧЕННОГО КИСЛОТНЫМ СПОСОБОМ ЖИРОДОБЫЧИ

В статье исследовано влияние электрогидравлической обработки на физико-химические свойства шерстного жира, полученного кислотным способом жиродобычи.

В качестве объекта исследования использовалась непромытая полутонкая меринсовая шерсть с начальным содержанием жира $20,7 \pm 0,7\%$. Исследование качественного состава шерстного жира проводилось на ИК-Фурье спектрометре «Tensor-37» («Bruker Corporation», Германия). Физико-химические константы шерстного жира определялись согласно стандартным методам IUPAC анализа масел, жиров и их производных.

В результате анализа ИК-спектров шерстного жира установлено, что жир, полученный из шерсти после электрогидравлической обработки, в 2 раза менее окислен, чем жир, полученный из необработанной шерсти. При сравнении физико-химических свойств шерстного жира, полученного из необработанной и обработанной шерсти, установлено, что электрогидравлическая обработка приводит к улучшению его качественных характеристик.

Ключевые слова: шерстный жир, кислотный способ жиродобычи, электрогидравлический эффект.

О.М. КУНИК, О.Я. СЕМЕШКО, Ю.Г. САРИБЕКОВА, Т.С. АСАУЛЮК

Херсонський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ФІЗИКО-ХІМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ВОВНЯНОГО ЖИРУ, ОТРИМАНОГО КИСЛОТНИМ СПОСОБОМ ЖИРОДОБУВАННЯ

У статті досліджено вплив електрогидравлічної обробки на фізико-хімічні властивості вовняного жиру, отриманого кислотним способом жиродобування.

В якості об'єкта дослідження використовувалася непромита напівтонка меринсова вовна з початковим вмістом жиру $20,7 \pm 0,7\%$. Дослідження якісного складу вовняного жиру проводилося на ІЧ-Фур'є спектрометрі «Tensor-37» («Bruker Corporation», Німеччина). Фізико-хімічні константи вовняного жиру визначалися відповідно до стандартних методів IUPAC аналізу масел, жирів і їх похідних.

В результаті аналізу ІЧ-спектрів вовняного жиру встановлено, що жир, отриманий з вовни після електрогидравлічної обробки, в 2 рази менше окислений, ніж жир, отриманий з необробленої вовни. При порівнянні фізико-хімічних властивостей вовняного жиру, отриманого з необробленої та обробленої вовни, встановлено, що електрогидравлічна обробка призводить до поліпшення його якісних характеристик.

Ключові слова: вовняний жир, кислотний спосіб жиродобування, електрогидравлічний ефект.

A.N. KUNIK, O.Y. SEMESHKO, Y.G. SARIBYEKOVA, T.S. ASAULYUK

Kherson National Technical University

RESEARCH OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF WOOL GREASE OBTAINED BY ACID METHOD

In the paper the influence of electro-hydraulic treatment on the physical and chemical properties of wool grease obtained by acidic method are investigated.

The object of investigation was used unwashed semi-fine merino wool with an initial fat content $20,7 \pm 0,7\%$. The study of qualitative composition of wool was spent on IR-Fourier spectrometer «Tensor-37» («Bruker Corporation», Germany). Physical and chemical constants wool grease was determined according to standard methods IUPAC analysis of oils, fats and their derivatives.

An analysis of the IR spectra of wool grease found that oil derived from wool after electro-hydraulic treatment 2 times less oxidized than fat obtained from untreated wool. Comparing the physicochemical properties of the fat obtained from the treated and untreated wool found that electro-hydraulic treatment leads to improved quality characteristics of wool grease.

Keywords: wool grease, acid method, electro-hydraulic effect.

Постановка проблеми

Шерстний жир являється цінним жировим речовищем, яке извлекають при мойке овечьей шерсти. Очищенный шерстний жир (ланолин) широко применяют в медицине, косметической и кожевенной промышленности, а также при производстве пластмасс [1-4]. От обычных жиров шерстний жир отличается тем, что представляет собой не глицериды жирных кислот, а смесь сложных эфиров высших спиртов, в значительной части относящихся к стеринам, и свободных высших спиртов [5, 6]. Наиболее характерными компонентами шерстного жира являются холестерин и изохолестерин. Особенно важно в шерстном жире присутствие метохолестерина, обуславливающего его способность удерживать до 300% воды с образованием стойких эмульсий [7].

Для извлечения шерстного жира из отработанных моечных растворов, полученных при промывке шерсти, применяются физико-механические или химические способы [8-10]. На сегодняшний день наиболее перспективным способом жиродобычи является кислотный способ, главное преимущество которого заключается в экономичности: способ не требует использования сложного оборудования, в качестве химических реактивов используется только серная кислота. Полнота извлечения жира при этом может достигать 50-60%, однако полученный жир содержит примеси, моющие средства, имеет повышенную кислотность (до 30%) и темный цвет [11].

В настоящее время в Украине ни на одной из действующих фабрик по первичной обработке шерсти (ПОШ) шерстний жир не добывается. Жиродержащие промывные воды сливаются в водоемы, нарушая нормальное функционирование водного бассейна. Для производства шерстного жира на отечественных предприятиях ПОШ необходим поиск и внедрение новых перспективных технологий, одной из которых является использование электрогидравлического эффекта (ЭГЭ) Юткина.

Анализ последних исследований и публикаций

Одними из первых исследователей ЭГЭ являются естествоиспытатели Т. Лейн и Дж. Пристли (XVIII век), исследователи Т. Сведберг и Ф. Фрюнгель (XX век) установили, что электрический пробой жидкостей, так же, как и воздуха (молния), носит характер искры, которая воспринимается в виде ярко-образованного канала [12].

Однако с XVIII по XX век науке было известно лишь явление электрического разряда в жидкости, без каких-либо указаний на то, что миллиметровый разряд в жидкости может появиться прообразом нового способа трансформации электрической энергии в механическую и быть широко использованным в самых различных областях науки и техники [13].

Первооткрывателем механизма этого явления считается ученый Лев Александрович Юткин, который впервые сформулировал и обозначил новый способ трансформации электроэнергии в механическую как ЭГЭ [14].

Сущность ЭГЭ Юткина заключается в том, что при прохождении электрического разряда в жидкости вокруг канала разряда возникает зона высокого давления, диаметр которой пропорционален мощности импульса. Высокое гидравлическое давление по мере удаления от разряда падает пропорционально квадрату расстояния от него. Жидкость, получив ускорение от канала разряда, расширяется с большой скоростью, перемещается от него во все стороны и образует на том месте, где был разряд, значительную по объему полость, названную кавитационной. При этом возникает первый основной гидравлический удар. Затем полость также с большой скоростью смыкается, создавая второй кавитационный гидравлический удар. На этом единичный цикл ЭГЭ заканчивается, и он может повторяться неограниченное число раз в соответствии с заданной частотой следования разрядов [15].

ЭГЭ с первых дней его открытия был и остается постоянным источником создания множества прогрессивных технологических процессов, которые уже сейчас широко применяются во многих промышленных отраслях всего мира: машиностроительной, металлургической, горно-геологоразведочной, нефтяной и др.

Исследования с использованием ЭГЭ в химико-технологических процессах были начаты в Институте импульсных процессов и технологий НАН Украины еще в 90-х годах прошлого века. Позже к проведению этих работ активно подключились ученые Херсонского национального технического университета, которыми была предложена теория модификации шерстяного волокна, на основе которой разработана технология промывки, отбеливания и крашения шерстяного волокна с использованием ЭГЭ [16-18].

Среди разнообразия известных областей применения ЭГЭ инновационными являются методы использования данного эффекта в технологии извлечения шерстного жира, который является составной частью шерсти овец, переработка которой без его полного удаления невозможна.

Известно [11], что в моечном растворе шерстний жир находится в состоянии стойкой эмульсии. Это обусловлено наличием в нем моющих веществ, а также компонентов пота, обладающих поверхностно-активными свойствами. Устойчивости эмульсии способствует также небольшой размер восковых частиц. Микроскопическое исследование шерстомойных жидкостей показало, что размер крупнейших жировых частиц достигает 5-8 мкм. Основная же масса частиц жира имеет диаметр менее 1

мкм. Именно поэтому технология извлечения шерстного жира из шерстомойных вод является достаточно сложной.

В предыдущих работах [19, 20] установлено, что при использовании электрогидравлической обработки (ЭГО) шерстомойные воды подвергаются химическим и структурным преобразованиям, что способствует интенсификации процесса коагуляции шерстного жира.

Формулировка цели исследования

Цель работы заключалась в исследовании влияния ЭГО на физико-химические свойства шерстного жира, полученного кислотным способом жиродобычи.

Изложение основного материала исследования

В качестве объекта исследования использовалась непромытая полутонкая мериносовая шерсть с начальным содержанием жира $20,7 \pm 0,7\%$. После предварительной замочки, шерстяное волокно промывалось по двухстадийной технологии, которая предусматривает следующую последовательность технологических этапов: предварительно очищенная шерсть поступает в ванну с ЭГО ($\tau=3$ мин), где происходит удаление минеральных и органических загрязнений, разрушение пленки жировых загрязнений на поверхности волокна. Далее шерсть поступает на промывку в раствор моющей композиции ($C=1,5$ г/л, $T=45^\circ\text{C}$), где происходит окончательная очистка от минеральных, органических и жировых примесей. В качестве моющего препарата использовалась ранее разработанная нами композиция, включающая сульфанола, рицинокс-80, Синтанол ДС-10 и диметилсульфоксид [16].

Остаточное жиросодержание шерсти, очищенной по предложенной технологии, составляло 1,63%.

Шерстный жир, содержащийся в полученных промывных водах, извлекался кислотным способом жиродобычи [11], для чего шерстомойные воды подкислялись серной кислотой до $\text{pH}=3-3,5$ для разрушения мочной эмульсии. Подкисленная жидкость подогревалась до $60-70^\circ\text{C}$, при этом шерстный жир выделялся на поверхности в виде коричневой массы. Находящийся под жиром слой спускался, а жировая масса обрабатывалась в автоклаве, где от жира отделялась грязь и частицы воды.

ИК-спектроскопическое исследование проводилось на ИК-Фурье спектрометре «Tensor-37» («Bruker Corporation», Германия). Перед снятием спектра на просвет полученные образцы шерстного жира подвергались нагреву ($T=40^\circ\text{C}$), после чего наносились тонким слоем на стекло натрий хлор.

ИК-спектры полученных образцов шерстного жира представлены на рис. 1.

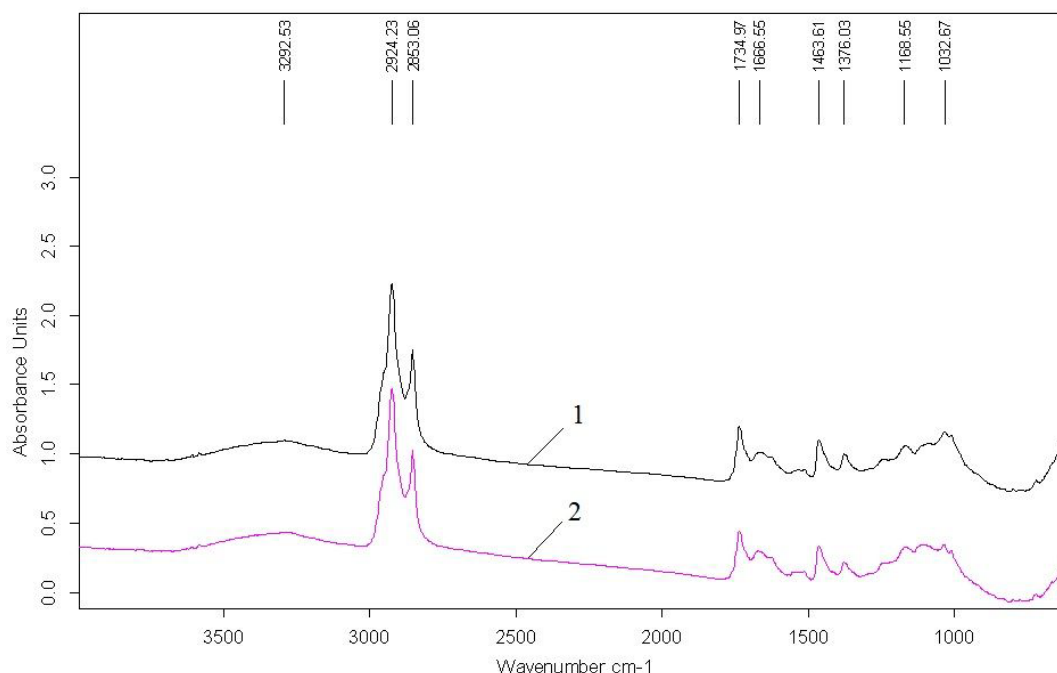


Рис. 1. ИК-спектры шерстного жира:
1 – из необработанной шерсти, 2 – из шерсти после ЭГО

Согласно данным, представленным на рис. 1, ИК-спектры образцов шерстного жира, полученного кислотным методом жиродобычи из необработанной шерсти (1) и шерсти после ЭГО (2), характеризуются отсутствием качественных изменений, профили основных полос поглощения характерные для жира (воска) [21].

Полученные ИК-спектры использовались для определения качества исследуемых образцов жира.

Известно [22], что окислительная порча жиров связана с образованием гидропероксидов и соединений, содержащих карбонильную группу. В ИК-спектрах жиров и масел характерные полосы

поглощения, связанные с деформационными колебаниями СН-группы (2900, 1470-1390 см⁻¹) и группы С=О (1770-1730 см⁻¹). Положение полос во времени не изменяется. При этом степень окисления жира отражается на интенсивности поглощения полосы карбонильной группы, тогда как интенсивность поглощения в области частот СН-группы остается неизменной. В связи с этим для количественного определения соединений, содержащих карбонильную группу, можно применить метод внутреннего стандарта с использованием в качестве такого полосы поглощения СН-группы (2900 см⁻¹). Интенсивность полос поглощения групп СО и СН, найденных по спектру, выражают в единицах оптической плотности, а степень окисления (СО) жира находят из соотношения:

$$CO = \frac{D_{C=O}}{D_{C-H}}, \quad (1)$$

где $D_{C=O}$ – оптическая плотность на полосе группы С=О;
 D_{C-H} – оптическая плотность на полосе группы С–Н.

В табл. 1 приведены значения степени окисления исследуемых образцов шерстного жира, рассчитанные по уравнению 1.

Таблица 1

Влияние ЭГО на степень окисления шерстного жира

Шерстный жир	Степень окисления
из необработанной шерсти	0,59
из шерсти после ЭГО	0,30

Анализ данных, представленных в табл. 1, показал, что жир, полученный из шерсти после предварительной ЭГО, в 2 раза менее окислен, чем жир, полученный из необработанной шерсти.

Физико-химические характеристики полученного шерстного жира (табл. 2) определялись согласно стандартным методам анализа масел, жиров и их производных (IUPAC Commission on Oils, Fats and Derivatives) [23].

Таблица 2

Влияние ВДО на физико-химические характеристики шерстного жира

Показатель	Шерсть	
	необработанная	после ЭГО
Цвет	темно-коричневый	коричневый
Кислотное число, мг КОН на 1 г жира	50,40	39,20
Число омыления, мг КОН на 1 г жира	134,64	129,03
Эфирное число, мг КОН на 1 г жира	95,44	78,63
Количество глицерина, %	5,22	4,30
Йодное число, г I ₂ на 1 г жира	10,15	6,35
pH водной вытяжки	3,50	3,00

Согласно данным, представленным в табл. 2, жир, полученный кислотным способом, темно-коричневого цвета, имеет высокую кислотность, что подтверждается значением pH и кислотным числом, а также увеличенное число омыления. Полученные результаты согласуются с данными, приведенными в [11].

При сравнении физико-химических свойств жира, полученного из необработанной и обработанной шерсти, становится очевидным, что ЭГО приводит к улучшению качественных характеристик шерстного жира. Так, при применении ЭГО снижается кислотное число (с 50,40 до 39,20 мг КОН на 1 г жира), эфирное число (с 95,44 до 78,63 мг КОН на 1 г жира), йодное число жира (с 10,15 до 6,35 г I₂ на 1 г жира). Число омыления снижается на 4% (со 134,64 до 129,03 мг КОН), что численно коррелируется с показателем количества глицерина в жире.

Следует отметить, что применение ЭГО шерсти при кислотном способе жиродобычи приводит к увеличению выхода шерстного жира до 96% по сравнению с количеством жира, полученного из необработанного волокна.

Выводы

1. Установлено, что ИК-спектры образцов шерстного жира, полученного кислотным способом жиродобычи из необработанной шерсти и шерсти после ЭГО, без качественных изменений, профили основных полос поглощения характерные для жира (воска).
2. В результате анализа ИК-спектров шерстного жира установлено, что жир, полученный из шерсти после ЭГО, в 2 раза менее окислен, чем жир, полученный из необработанной шерсти.
3. Определено, что применение ЭГО приводит к улучшению качественных характеристик шерстного жира – снижению кислотного, эфирного, йодного чисел, а также числа омыления.

4. Установлено, что применение ЭГО шерстяного волокна в течение 3 мин на стадии промывки способствует увеличению выхода шерстного жира до 96% по сравнению с количеством жира, полученного из необработанного волокна.

Список использованной литературы

1. Ланолин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://cosmetic.ua/lanolin>.
2. E913 Ланолин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://novostioede.ru/food_additive/e9xx-prochie...lanolin/.
3. Медицинский портал. Ланолин [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ambulance.com.ua/lanolin.php>.
4. Ланолин – топ продукция [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ru.xinyi-lanolin.com/>.
5. Wool Grease [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.lanolin.com/lanolin-for-industrial-applications/wool-grease-neutral.html>.
6. Пелиховская Т.Н. Что такое жиропот? / Т.Н. Пелиховская, Н.В. Рогачев // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2006. – №1. – С. 53-56.
7. Sengupta A. Comprehensive view on chemistry, manufacturing & applications of lanolin extracted from wool pretreatment / A. Sengupta, J. Behera // American Journal of Engineering Research. – 2014. – Vol. 3, Issue 7. – P. 33-43.
8. Мороз А.Н. Анализ способов извлечения шерстного жира из сточных вод фабрик первичной обработки шерсти / А.Н. Мороз, А.Д. Черенков // Вестник НТУ «Харьковский политехнический институт». – 2011. – №12. С. 146-151.
9. Васильева Л.Г. Шерстный жир – ланолин. Сырье и технология \ Л.Г. Васильева, Н.К. Тимошенко. – Волгоград: типография Химпром, 2002.
10. The Lanolin Book (edited by Udo Hoppe). – Hamburg: published by Beiersdorf AG, 1999.
11. Горбунова Л.С. Первичная обработка шерсти / Л.С. Горбунова, Н.В. Рогачев, Л.Г. Васильева, В.М. Колдаев. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 352 с.
12. Базелян Э.М. Искровой разряд / Э.М. Базелян, Ю.П. Райзер. – М.: МФТИ, 1997. – 320 с.
13. Вальтер А.Ф. Электричество / А.Ф. Вальтер, Л.Д. Инге. – 1930. – 83 с.
14. А.с. 105011 (СССР). Способ получения высоких и сверхвысоких давлений / Л.А. Юткин, Л.И. Гольцова. – Заявл. 15.04.50, № 416898; Опубл. в Б.И., 1957, №1.
15. А.с. 129945 (СССР). Способ получения высоких и сверхвысоких давлений и устройство для его осуществления / Л.А. Юткин, Л.И. Гольцова. – Заявл. 29.12.52, № 605995/25; Опубл. в Б.И., 1963, №20.
16. Пат. 38562. UA, МПК (2006), D01C 3/00. Спосіб очищення овчої вовни / Ю.Г. Сарібєкова, А.В. Єрмолаєва, С.А. М'ясников (Україна); заявник і власник Херсонський національний технічний університет. – №u200809732; Заявл. 25.07.2008; Опубл. 12.01.2009, Бюл. №1 – 4 с.
17. Пат. 57641. UA, МПК (2011), C09B 67/00. Спосіб фарбування вовняного волокна / О.Я. Семешко, Ю.Г. Сарібєкова, А.В. Єрмолаєва, С.А. М'ясников (Україна); заявник і власник Херсонський національний технічний університет. – №u201009018; Заявл. 19.07.2010; Опубл. 10.03.2011, Бюл. №5 – 4 с.
18. Асаулюк Т.С. Определение оптимальных технологических параметров электроразрядной обработки шерстяного волокна перед белением / Т.С. Асаулюк, Ю.Г. Сарибєкова, О.Я. Семешко // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2013. – №5(205). – С. 106-109.
19. Kunik O. High-energy discrete processing in technology of extraction of wool grease / O. Kunik, O. Semeshko, J. Saribekova, S. Myasnikov // Ukrainian Food Journal. – 2014. – №3 – P. 381-388.
20. Семешко О.Я. Исследование влияние высокоэнергетической дискретной обработки на кинетику экстракции и свойства шерстного жира / О.Я. Семешко, А.Н. Куник, Т.С. Асаулюк, Ю.Г. Сарибєкова // Восточно-европейский журнал передовых технологий. – 2016. – №2/6 (80). – С. 40-45.
21. Преч Э. Определение строения органических соединений. Таблицы спектральных данных / Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К. – М.: Мир; Бином. Лаборатория знаний, 2006. – 438 с.
22. Стеле Р. Срок годности пищевых продуктов: Расчет и испытание / [пер. с англ. В. Широкова, под общ. ред. Ю.Г. Базарной]. – СПб.: Профессия, 2006. – 480 с.
23. Paquot C. IUPAC Standard Methods for the Analysis of Oils, Fats and Derivatives / C. Paquot, A. Hautfenne eds. – 7th ed. Blackwell Scientific Publications, Oxford, London, UK, 1987. – 347 p.

УДК 664:665.1/7:539:542/543

І.В. ЛЕВЧУК, В.А. КІЩЕНКО

ДП «Укрметртестстандарт»

А.І. УКРАЇНЕЦЬ, М.І. ОСЕЙКО, В.М. ПАСІЧНИЙ, А.І. МАРИНІН

Національний університет харчових технологій, м. Київ

ОЦІНКА ЗАЛИШКОВОГО ВМІСТУ ПЕСТИЦИДІВ У ВОВНЯНОМУ ЖИРІ ПРИ ОЧИЩЕННІ ВОВНИ З ВИКОРИСТАННЯМ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧНОЇ ОБРОБКИ

Встановлено ефективність розробленої методики щодо виявлення забрудненості сирого вовняного жиру пестицидами, при комплексному хроматографічному дослідженні.

Підтверджено необхідність здійснення моніторингу технологічного процесу отримання сирого вовняного жиру з використанням високоенергетичної обробки для скринінгу з використанням газорідної хроматографії з мас-селективним детектуванням.

Достовірно підтверджено збіжність результатів аналізу пестицидів при використанні розробленого методу очищення екстрактів матриць на колонці з адсорбентом і екстракції сумішшю органічних розчинників, що обґрунтовує ефективність розробленої методики виявлення пестицидів у технології очищення вовни.

Ключові слова: пестициди, очищення вовни, вовняний жир, моніторинг, високоенергетична обробка.

И.В. ЛЕВЧУК, В.А. КИЩЕНКО

ГП «Укрметртестстандарт»

А.И. УКРАИНЕЦ, Н.И. ОСЕЙКО, В.Н. ПАСИЧНЫЙ, А.И. МАРИНИН

Национальный университет пищевых технологий, г. Киев

ОЦЕНКА ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ШЕРСТЯНОМ ЖИРЕ ПРИ ОЧИСТКЕ ШЕРСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИСОКОЕНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Установлена эффективность разработанной методики по выявлению загрязнения сырого шерстяного жира пестицидами, при комплексном хроматографическом исследовании.

Подтверждена необходимость осуществления мониторинга технологического процесса получения сырого шерстяного жира с использованием высокоэнергетической обработки для скрининга с использованием газожидкостной хроматографии с масс-селективным детектированием.

Достоверно подтверждена сходимость результатов анализа пестицидов при использовании разработанного метода очистки экстрактов матриц на колонке с адсорбентом и экстракции смесью органических растворителей, что обосновывает эффективность разработанной методики выявления пестицидов в технологии очистки шерсти.

Ключевые слова: пестициды, очистка шерсти, шерстяной жир, мониторинг, высокоэнергетическая обработка.

I.V. LEVCHUK, V.A. KISCHENKO

SE «Ukrmetrteststandard»

A.I. UKRAINET, N.I. OSEIKO, V.N. PASICHNIY, A.I. MARYNIN

National University of Food Technologies, Kyiv

PESTICIDE RESIDUE EVALUATION IN THE WOOL FAT UNDER WOOL SCOURING WITH HIGH-ENERGY TREATMENT

Efficiency of the development method to detect pesticide contamination of raw wool grease with complex chromatographic study was found. Need to monitor the process of raw wool fat obtaining by high-energy screening process with gas-liquid chromatography with mass selective detection was confirmed. It was reliably confirmed the convergence of the pesticide analysis using the proposed method of matrix extracts purification on column with an adsorbent and extraction of organic solvents mixture. It proves the effectiveness of the developed method of pesticide detection technology in wool.

Keywords: pesticides, wool cleaning, wool fat, monitoring, high-energy treatment.

Постановка проблеми

У складних екологічних і соціально-економічних умовах сьогодення виявлення і впровадження інноваційних технологій й організація виробництва забезпечує виготовлення вітчизняної продукції щодо сучасних вимог безпеки, якості, конкурентоспроможності, функціональної і споживацької цінності, відповідно до вимог вітчизняного і зарубіжного законодавства.

З введенням в дію нових Державних санітарних норм та правил «Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини», Наказ МОЗ України № 1140 від 29.12.2012 [20], підприємства з переробки сільськогосподарської продукції та продуктів тваринництва отримали правове поле щодо регламентування базових показників якості і безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини.

Потреба в екологізації виробництва і перероблення сільськогосподарської продукції та продукції тваринництва потребує розроблення системних підходів щодо регламентування і визначення небезпечних чинників і показників, що визначають безпечність продуктів і відходів харчових виробництв в реальних умовах діючих підприємств.

На сучасному етапі в Україні інтенсивно оновлюється і розробляється нормативна база щодо ефективного контролю відходів [16, 22, 23], вимог щодо стічних вод і їхніх осадів [17], вимог щодо зберігання, пакування і перевезення відходів [18, 22, 23], проведено регламентування щодо контролю вмісту генетично модифікованих організмів в харчовій і технічній продукції [19], введені і діють норми ДСанПіН 8.8.1.2.3.4 щодо допустимих доз, концентрації, кількості та рівня вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті [21].

Однак проблема яка виникає при дослідженні пестицидів, які використовуються в препаратах для лікування та профілактики сільськогосподарських тварин вимагає необхідність проведення досліджень сировини (сирий вовняний жир та безводний вовняний жир) на залишкову їх кількість.

Як правило для цих цілей використовуються сучасні інструментальні методи аналізу на основі газорідинної хроматографії та високоефективної рідинної хроматографії.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Визначальною технологічною операцією первинної обробки вовни є її первинне очищення, яке здійснюється шляхом її промивки. При цьому вовняне волокно очищується від забруднень сторонніми домішками мінерального і рослинного походження, ліпідів (жиру) і воскоподібних речовин, що накопичуються на поверхні волокна в процесі життєдіяльності тварин.

Методи очищення спрямовані на підвищення ефективності очищення з отриманням допоміжних сировинних ресурсів, які можуть бути використані у харчовій і суміжних галузях перероблення сільськогосподарської продукції і продукції тваринництва [1, 2, 17, 22, 23].

Нині перспективним є використання інноваційних методів для очищення вовни і вовномийної води, в тому числі високоенергетичної дискретної обробки (ВДО) [1-5].

Ліпіди (жир) мають велике практичне значення, але враховуючи, що для профілактики та лікування паразитарних захворювань овець, в тому числі при коростяних захворюваннях застосовують препарати на основі пестицидів, а саме: гексаліну, гексаталпу, неоцидолу, ціодрину, дурсбану, ветиолу та інших [6]. Аерозольна обробка овець проводиться ціодрин-аерозолем, внутрішньом'язові ін'єкції івомеку і потребує контролю їх залишкового вмісту в часі.

При псороптозі ефективним та нешкідливим препаратом для лікування та хіміопрфілактики є колоїдна сірка. Використовують також акрекс (ізофен) тиктак (амітраз), діазинон у вигляді 0,025%-ної водної емульсії та ін.

Зазначене вище робить необхідним розробки нових ефективних методик та пошук нових рішень щодо підготовки зразків до досліджень та застосування хроматографічних методів, які є одними з найпоширеніших аналітичних методів, що застосовуються для визначення більшості небезпечних речовин, зокрема груп пестицидів.

Пестициди – згідно визначення, це хімічні препарати, що мають токсичні (біоцидні) властивості. А в перекладі з латини “pest” – зараза, а “cido” – вбиваю.

Одним словом, це зброя людини для захисту урожаю від бур'янів, комах, патогенних грибів тощо. В залежності від того проти кого або чого вони застосовуються пестициди діляться на певні класи. Це інсектициди - препарати для знищення комах, гербіциди - для знищення бур'янів, фунгіциди - від грибкових захворювань, тощо [7]. Вміст даних речовин у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, промивних водах, що направляються після очищення вовни на очистні споруди і води водоймищ ДСанПіН 8.8.1.2.3.4 [21].

Фізіологічну активність технічного препарату пестициду визначає його діюча речовина.

Відомо сотні діючих речовин, перелік яких безперервно поповнюється внаслідок вдосконалення дії для підвищення виробничої ефективності та зменшення негативного впливу на біосферу. Слід зазначити, що діючі речовини пестицидів належать до різних класів органічних сполук. Хімічна будова,

властивості, а також параметри фізіологічної активності пестицидів визначають способи аналітичної ідентифікації та кількісного визначення мікрокількостей препаратів [7, 8].

Пестициди як правило мають властивості як гідрофобні так і гідрофільні. Це потребує врахування при виборі і підборі реагентів для проведення аналітичного якісного і кількісного складу пестицидів в аналітичних дослідженнях.

Хроматографічні методи є одними з найбільш поширених аналітичних методів, що застосовуються для визначення більшості груп пестицидів. Вони характеризуються високою чутливістю та селективністю до дослідних речовин [9].

Формулювання мети дослідження

В умовах збільшення вимог до екологізації виробництв та пошуку шляхів ресурсозбереження виникає потреба в ефективній ідентифікації небезпечних чинників, що можуть шляхом дифундування переходити стічні вонномийні води і продуктів, які отримуються при очищенні вовни (воскоподібних речовин та жиру).

З огляду на вищезазначені особливості прижиттєвих чинників накопичення пестицидів у вовні виявлено проблематику щодо контролю залишкової кількості пестицидів в об'єктах з високим вмістом воскоподібних речовин та жиру.

Це обумовлює потребу проведення аналізу існуючих методик визначення пестицидів та способів їх удосконалення для досягнення ідентичності реального вмісту пестицидів в зразках вовни і вовняного жиру отриманого за різних способів очищення в тому числі з використанням ВДО.

Викладення основного матеріалу дослідження

В дослідженнях використовували оброблені за допомогою ВДО сирий вовняний жир, безводний вовняний жир, мийна вовняна вода, яка була проведена науковцями Херсонського національного технічного університету [1-5].

Для досліджень летких сполук (хлор, фосфор органічних пестицидів, синтетичних піретроїдів та сим-триазинів) використовували газохроматографічну систему із двома детекторами по захопленню електронів із застосуванням колонок HP-5 (довжина 30 м, внутрішній діаметр 0,32 мм, товщина фази 0,25 мкм) і HP-50 + (для достовірності результату). Наявність індивідуальних інжекторів з електронним керуванням газами дозволила здійснювати регулювання швидкостей потоку газу-носія окремо для обох колонок.

Кількісне визначення пестицидів проводили з використанням газового хроматографа Agilent 6890 N та газового хроматографа фірми Varian CP 3800 з пульсуючим полуменево-фотометричним детектором (ППФД), колонку HP-5 (довжина 30 м, внутрішній діаметр 0,32 мм, товщина фази 0,25 мкм); для визначення сим-триазинів використовували термоіонний детектор (ТІД), колонку CP SIL 8 /MS(довжина 30 м, внутрішній діаметр 0,32 мм, товщина фази 0,25 мкм) [10].

Для підготовки проб використовували уніфіковану методику, яка забезпечує повне екстрагування досліджуваних пестицидів при їх сумісній присутності в зразку [11, 12]. При цьому вона відрізняється від існуючих методик доступністю використаних реактивів, лабораторного посуду для хімічних досліджень і апаратури, є універсальною та дозволяє проводити комплексне дослідження пестицидів різних хімічних груп для визначення методом скринінгу про їх наявність або відсутність з використанням газового хроматомас-спектрометра Agilent 7890/5975C та бібліотеки пестицидів (понад 900 компонентів).

Метою дослідження був аналіз впливу технології отримання вовняного жиру з використанням ВДО на залишкову кількість пестицидів різних хімічних класів.

На першому етапі досліджень проведено технологічний аудит критичних точок олієжирових виробництв щодо показників безпеки [13].

Нова методика хроматографічного визначення пестицидів передбачає твердофазне очищення екстрактів матриць (олій, жирових і інших продуктів) на колонці з адсорбентом і екстракції сумішшю органічних розчинників (діетилового ефіру і гексану та діетилового ефіру і ацетону) при їх заданому співвідношенні поетапно [11, 12].

Для дослідження сирого вовняного жиру нами використано мас-селективний детектор газового хроматографа, який дає можливість визначати мас-спектри компонентів у сумішах полнотантів.

Для ідентифікації отримані спектри порівнювались із позиціями спектрів в бібліотеках даних. Використовували дві доступні аналітичні електронні бібліотеки даних NIST і AMDIS [14, 15].

Використання мас-спектрометрії для підтвердження та ідентифікації речовин показує високу результативність і відтворюваність, тому приймається у сучасних аналітичних дослідженнях як основний метод ідентифікації.

За отриманими мас-спектрами з високою імовірністю за бібліотеками даних NIST і AMDIS у складі екстрактів сирого вовняного жиру було ідентифіковано 11 хімічних сполук, з яких п'ять були пестициди, а саме діазінон, колоїдна сірка, імідазол, діфеноконазол, меданіпірим, а також залишки миючих засобів і консервантів, що потребують регламентування при розробленні показників безпечності

продуктів ВДО оброблення вовни.

За допомогою спеціального програмного забезпечення ідентифіковано всі пестициди та отримані дані мас-спектрів, що свідчать про вміст конкретного пестициду в дослідженому зразку сирого вовняного жиру які представлені в табл. 1.

Таблиця 1

Компонентний склад екстракту сирого вовняного жиру.

№	Назва компоненту	Бібліотека AMDIS	Бібліотека NIST	Коефіцієнт співпадання даних бібліотек
		% ідентичності	% ідентичності	
1	Нафталін	96	100	1
2	Диметилфталат	97	95	1
3	Диетилфталат	89	82	1
4	Діазінон	93	82	1
5	Диізобутилфталат	60	85	2
6	Ди-п-бутилфталат	73	88	3
7	Сірка(S8)	75	68	1
8	Меданіпірим	85	82	1
9	Імідазол	76	82	1
10	Біс (2-етилгексил) фталат	83	72	5
11	Діфеноконазол	78	79	1

В процесі аналізу були виявлені речовини фталати і їх похідні (Речовини № 2, 3, 5, 6, 10). Дані речовини використовуються в якості пластифікаторів (пом'якшувачів) в процесі синтезу полівінілхлориду (ПВХ) і інших полімерних матеріалів.

Молекули фталатів хімічно не зв'язані з полімерними ланцюгами ПВХ і тому в процесі хімічного виробництва легко виділяються в оточуюче середовище, що збільшує навантаження на забруднення водних ресурсів і атмосферу робочої зони.

Диметилфталат додається до кремів мазей, лосьйонів як репелентний засіб в комбінації з іншими речовинами [7], що використовуються у ветеринарії для лікування тварин. Наявність великої кількості фталатів, виявлена нами в зразку сирого вовняного жиру характеризує необхідність потенційного контролю вовномийної води і вовняного жиру для забезпечення безпечності для споживача продукції, що буде вироблятися з використанням даного виду сировини.

Фталати характеризуються високою токсичністю для репродуктивної системи людини та тварин, підвищують ризик передчасних пологів, викликають неврологічну дію на дітей у віці від 4 до 9 років, сприяють ендокринним розладам і гормональній дисфункції.

Виявлений в зразках вовняного жиру нафталін є представником поліциклічних ароматичних вуглеводнів (ПАВ), які використовуються для консервування овчин.

Решта ідентифікованих в зразках вовняного жиру після ВДО обробки речовин № 4, 7, 8, 9, 11 представлені пестицидами різних хімічних груп (діазінон, сірка, меданіпірим, імідазол, діфеноконазол).

Отримані дані компонентного складу сирого вовняного жиру спонукають до подальшого проведення підтверджуючих та кількісних досліджень вище зазначених компонентів, для розроблення рекомендацій щодо контролю даних показників в складі продуктів оброблення вовни на етапі її очищення і отримання супутніх продуктів – вовномийної води і вовняного жиру, з метою ефективної подальшої переробки направленої на ресурсозбереження в галузі переробки сільськогосподарської продукції та сировини тваринного походження.

Висновки

Розроблена методика щодо ефективного екстрагування пестицидів та їх метаболітів для їх ідентифікації при їх сумісній присутності у матриці (зразку), що дозволяє при комплексному хроматографічному дослідженні виявляти пестициди різних хімічних груп за бібліотеками даних NIST і AMDIS у складі екстрактів сирого вовняного жиру.

Згідно даних бібліотек NIST і AMDIS за розробленою методикою для пестицидів кількість дослідних речовин для ідентифікації може складати до 50 речовин, у тому числі фосфорорганічних 21, хлорорганічних 17, синтетичні піретроїди 6 та сим-триазини.

Встановлено необхідність регламентування і контролю наявності пестицидів і фталатів у вовняному жирі в наслідок її забрудненості даною групою небезпечних для здоров'я людини речовин.

Підтверджено необхідність розроблення рекомендацій для здійснення моніторингу технологічного процесу отримання сирого вовняного жиру на залишкову кількість пестицидів методом скринінгу з використанням газорідної хроматографії з мас-селективним детектуванням з подальшою ідентифікацією компонентного складу та кількісного визначення пестицидів.

скринінгу з використанням газорідної хроматографії з мас-селективним детектуванням з подальшою ідентифікацією компонентного складу та кількісного визначення пестицидів.

Подальші дослідження передбачають проведення комплексного вивчення сукупного впливу фізико-хімічних чинників та параметрів високоенергетичної дискретної обробки вовни і вовномийної води на стадії їх очищення та вплив даних чинників на показники сирого вовняного жиру, воскоподібних ліпідів, ланоліну, продуктів на їх основі та удосконалення методів і методик оцінювання показників їхньої якості та безпеки, відповідно до вимог нормативних документів.

Список використаної літератури

1. Сарібєкова Ю.Г. Інноваційна технологія обробки шерстяного волокна / Ю.Г. Сарібєкова, О.Я. Семешко, А.В. Ермолаєва // *Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности.* – 2013. № 3. – С. 79-83.
2. Semeshko O. The influence of electrical discharge nonlinear bulk cavitation on the structural and chemical changes in water during the wool fiber bleaching / O. Semeshko, J. Saribekova, T. Asaulyuk and S. Myasnikov // *Chemistry & chemical technology (Ch&ChT).* –2014.–Volume 8, Number 4 – P. 410-415.
3. Семешко О.Я. Електророзрядна обробка в технологіях промивки вовни та одержання вовняного жиру / О.Я. Семешко, Ю.Г. Сарібєкова, А.В. Ермолаєва, М.Л. Кулігін // *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну.* – 2014. – №5(77). – С. 215-218.
4. Семешко О.Я. Визначення впливу високо-дискретної обробки на якісні показники вовняного жиру / О.Я. Семешко, О.М. Куник, Ю.Г. Сарібєкова // *Харчова промисловість.* – 2015. – №17. – С. 68-73.
5. Kunik A. High-energy discrete processing in technology of extraction of wool grease / A. Kunik, O. Semeshko, J. Saribekova, S. Myasnikov // *Ukrainian Food Journal.* – 2014. – Volume 3, Issue 3. – P. 381-388.
6. Режим доступу: <https://www.google.com.ua/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espr=2&ie=UTF-8#>.
7. Мельников Н.Н. Пестициды и регуляторы роста / Н.Н. Мельников, К.В. Новожилов, С.Р. Белан – М.: Химия, 1995. – 576 с.
8. Коган Ю.С. Общая токсикология пестицидов / Ю.С. Коган – К.: Здоров'я, 1981. – 176 с.
9. Чмиль В.Д. Состояние и перспективы использования современных инструментальных методов анализа пестицидов в Украине / В.Д. Чмиль // *Современные проблемы токсикологии.* – 2002. – № 2. – С. 57-61.
10. Левчук І.В. Технологія процесу швидкого аналізу при визначенні хлорорганічних пестицидів методом ГРХ-ЕЗД з використанням двох колонок / І.В.Левчук, В.А.Кіщенко, П.Ф. Петик // *Вісник Національного технічного університету „Харківський політехнічний інститут”.* – 2008. – №3. – С.71.
11. Осейко М.І., Левчук І.В., Кіщенко В.А. Спосіб очищення екстрактів матриць при хроматографічному визначенні пестицидів PU 87237. Опубл. 27.01.2014 р., Бюл. № 2. Патент на корисну модель.
12. Осейко М.І., Левчук І.В., Кіщенко В.А. Спосіб очищення екстрактів матриць при хроматографічному визначенні пестицидів UA 106178. Опубл. 25.07.2014 р., Бюл. № 14. Патент на винахід.
13. Levchuk I.V. [The analysis of production safety factors in technochemical control of oil and fat manufacture.](#) / I.V. Levchuk, M.I. Oseiko, V.K. Tymchenko // *Technologiczny audyt i rezerwy produkcji.* – 2014. – Vol 5, № 2 (19). – С. 21-25. <http://www.tarp.net.ua/>
14. Режим доступу: <http://www.epa.gov/region09/superfund/prg/>.
15. The NIST 11 Mass Spectral Library (NIST11/2011/EPA/NIH) and NIST 08 (NIST08/2008)/ <http://www.sisweb.com/software/ms/nist.htm>.
16. ДСТУ 4462.3.01:2006 Охорона природи. Поводження з відходами. Порядок здійснення операцій.
17. ДСТУ 7369:2013 Стічні води. Вимоги до стічних вод і їхніх осадів для зрошування та удобрення.
18. ДСТУ 4462.3.02:2006 Охорона природи. Поводження з відходами. Пакування, маркування і захоронення відходів. Правила перевезення відходів. Загальні технічні та організаційні вимоги
19. «Перелік харчових продуктів, щодо яких здійснюється контроль вмісту генетично модифікованих організмів». Утвержден приказом МОЗ України № 971 от 09.11.2010.
20. Державні санітарні норми та правила Наказ МОЗ України № 1140 від 29.12.2012. Медичні вимоги до якості та безпечності харчових продуктів та продовольчої сировини, Наказ МОЗ України № 1140 від 29.12.2012.

21. ДСанПіН 8.8.1.2.3.4-000-2001 Державні санітарні правила і норми. Допустимі дози, концентрації, кількості та рівні вмісту пестицидів у сільськогосподарській сировині, харчових продуктах, повітрі робочої зони, атмосферному повітрі, воді водоймищ, ґрунті.
22. Закон України от 14.01.2000 №1393-ХІV «Про вилучення з обігу, переробку, утилізацію, знищення або подальше використання неякісної та небезпечної продукції»
23. Постанова КМУ № 50 від 24.01.2000 Загальні вимоги до здійснення переробки, утилізації, знищення або подальшого використання вилученої з обігу неякісної та небезпечної продукції.

УДК 663.257

О.І. МАМАЙ, М.І. ВАЛЬКО, Т.О. КУЗЬМІНА,
К.А. КОВАЛЕВСЬКИЙ, О.Д. ШАНИН
Херсонський національний технічний університет

СПОСІБ ВИДАЛЕННЯ ЗАЛІЗА З ВИН І КОНЬЯКІВ

Розроблено новий високоефективний препарат для зниження вмісту заліза у виноматеріалах і коньяках. Проведені дослідження дії препарату на виноматеріали різних типів і ординарні коньяки. Приведені результати обробки виноматеріалів різних типів і ординарних коньяків досліджуваним препаратом. Встановлено, що застосування препарату для обробки виноматеріалів і коньяків дозволяє знизити концентрацію заліза до рівня, що вимагається по технології і забезпечити стабільність виноматеріалів і коньяків проти залізних помутнень.

Ключові слова: залізо, виноматеріали, коньяки, новий препарат, деметалізація.

О.И. МАМАЙ, Н.И. ВАЛЬКО, Т.О. КУЗЬМИНА,
К.А. КОВАЛЕВСКИЙ, А.Д. ШАНИН
Херсонский национальный технический университет

СПОСОБ УДАЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗА ИЗ ВИН И КОНЬЯКОВ

Разработан новый высокоэффективный препарат для снижения содержания железа в виноматериалах и коньяках. Проведены исследования действия препарата на виноматериалы разных типов и ординарные коньяки. Приведены результаты обработки виноматериалов разных типов и ординарных коньяков исследуемым препаратом. Установлено, что применение препарата для обработки виноматериалов и коньяков позволяет снизить концентрацию железа к уровню, который требуется по технологии и обеспечить стабильность виноматериалов и коньяков против железных помутнений.

Ключевые слова: железо, виноматериалы, коньяки, новый препарат, деметаллизация.

O.I. MAMAI, M.I. VALKO, T.O. KUZMINA,
K.A. KOVALEVSKY, A.D. SHANIN
Kherson National Technical University

METHOD FOR REMOVING IRON FROM WINES AND COGNACS

A new highly effective preparation for reducing the iron content in the wine materials and the brandy. The investigations of the preparation in the wine materials of various types and the brandy. We present the results of processing of wine materials for various types and the brandy of study the preparation. It was found that the use of the preparation for the treatment of wine and brandy can reduce the iron concentration to a level that is required by the technology and ensure the stability of wine and brandy against haze iron.

Keywords: iron, wine materials, cognac, a new preparation, demetallization.

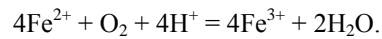
Постановка проблеми

Причиною появи металевих касів у виноматеріалах є надмірна концентрація металів: заліза, міді, алюмінію, олова, нікелю та ін. Однак поява цих касів зумовлена не лише вказаними металами, але й наявністю у вині фенольних сполук, білкових речовин, органічних кислот, фосфатів, вмістом сірчистої кислоти, рівнем окислювального потенціалу, величини рН та іншими факторами.

Надмірне збагачення вин і коньяків металами має технологічне походження. В сучасних умовах виноробства України уникнути дотику суслу, виноматеріалів і коньяків з металами практично неможливо. Уже при зборі (ручному, рідше машинному), транспортуванні виноград збагачується залізом, міддю, цинком, рідше оловом. Крім того, для приймання, переробки винограду й вироблення виноматеріалів на винзаводах використовуються металеві бункери, технологічне обладнання, резервуари (у т.ч. алюмінієві) з ненадійним захисним покриттям.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Під час зберігання молодих виноматеріалів без доступу повітря залізо у вині перебуває у вигляді двовалентних іонів Fe^{2+} і у формі розчинних металоорганічних комплексів [1]. Двовалентне та комплексно зв'язане залізо не викликає помутніння вина. При проведенні переливання та інших технологічних обробок виноматеріалів під дією розчиненого кисню двовалентне залізо окислюється до тривалентного:



Під час взаємодії Fe^{3+} з фенольними речовинами (конденсованими танінами, лейкоантоціанами, антоціанами) утворюються важкорозчинні комплекси. Білі вина набувають сірого відтінку, з'являються дрібні аморфні чорні або темно-коричневі частки. Червоні вина темніють, випадає чорний або синій осад. Антоціани утворюють з Fe^{3+} комплекс фіолетово-синього кольору. Це сформована вада: чорний або синій кас.

При взаємодії Fe^{3+} з фосфатами у вині утворюється біла суспензія, потім через кілька днів на дно випадає осад у вигляді аморфного порошку сірого кольору: білий кас.

Запобігти появі у винах чорного і білого касів можна такими технологічними прийомами:

- звести до мінімуму збагачення суслу (соку) і вина залізом на різних етапах технологічного процесу;

- оскільки наші вина майже завжди містять надмір заліза, то вино перед усіма операціями, пов'язаними з його аерацією, рекомендується сульфитувати до 20 мг/дм^3 вільної сірчистої кислоти, а ще краще з добавкою аскорбінової кислоти (до 100 мг/дм^3) [2].

І у нашій країні, і за кордоном, щоб запобігти утворенню металевих помутнень, додають у виноградні вина лимонну кислоту (до 2 г/дм^3), яка зв'язує залізо в розчинний досить міцний лимоннокислий комплекс. За відсутності вільної сірчистої кислоти ці комплекси легко руйнуються бактеріями. Роль комплексоутворювача може виконувати і винна кислота, легко витісняючи залізо з його фенольних сполук.

У флокуляції осадів при білому касі активну роль відіграють білки вина. Тому вина, оброблені бентонітом, позбавлені білків, менш схильні до появи білого касу, незважаючи навіть на високий вміст заліза.

Запобігти залізному касу та усунути його можна видаленням надмірного вмісту заліза обробкою виноматеріалів. Згідно з чинною нормативною документацією встановлена гранично допустима масова концентрація заліза в оброблених виноматеріалах: для приготування ординарних вин — не більше 15 мг/дм^3 , для марочних вин — до 10 мг/дм^3 .

Дозволені до використання у виноробстві і рекомендовані чинною нормативною документацією препарати для обробки виноматеріалів з метою усунення металевих помутнень умовно можна розділити на три групи:

- видалення металів у вигляді важкорозчинних комплексів — жовта кров'яна сіль (ЖКС) і тринатрієва сіль нітрлотриметилфосфонової кислоти (НТФ);
- сполучення металів у міцні розчинні комплекси - лимонна кислота і дивонатрієва сіль етилендіамінтетраоцтової кислоти (трилон Б);
- видалення металів шляхом іонообміну.

Нині з усіх відомих прийомів деметалізації вин, які ґрунтуються на використанні речовин, що утворюють з металами важкорозчинні сполуки, найбільшу ефективність та універсальність має ЖКС. До недоліків даного способу слід віднести ту обставину, що за найменшого порушення технологічного процесу і санітарних норм існує загроза появи надлишку жовтої кров'яної солі у вині. По-друге, навіть у старанно обробленому вині містяться незначні залишкові кількості ціаністих сполук. По-третє, деметалізація вин, які містять більше, ніж 40 мг/дм^3 катіонів важких металів, не може бути досягнутою за один прийом. І останнє, проводити обробку вин ЖКС у потоці не можливо.

Останнім часом для деметалізації вин використовують НТФ, яка за один прийом видаляє до 200 мг/дм^3 заліза у будь-якій формі [3]. Обробляють виноматеріали НТФ за температури не нижче 10°C . Використання НТФ не виключає появи "переобклеювання" і мути після фільтрації та десятиденного відпочинку. Нерідко на практиці вина, оброблені НТФ, фільтрують двічі. На якість обробки істотно впливає рН середовища.

На сьогоднішній день більше уваги заслуговує використання іонообміну. Загальними недоліками всіх іонообмінників є неповне виведення металів, складність регенерації, необхідність спеціальних установок, помітний вплив на склад і якість вин [2].

Умови сучасного виробництва потребують розробки нових ефективних препаратів для деметалізації вин, які не впливають на санітарно-гігієнічний стан та органолептичні показники вина.

Формулювання мети дослідження

На кафедрі харчових технологій Херсонського національного технічного університету розроблено новий високоефективний препарат для зниження вмісту заліза у виноматеріалах. Цей препарат — комплексон, що містить фосфор, рекомендується використовувати для стабілізації виноматеріалів і коньяків проти металокасових помутнень.

В зв'язку з вищевикладеним, доцільно було дослідити вплив запропонованого препарату на кінетику сорбції іонів Fe^{3+} і якісні показники обробленого виноматеріалу і коньяку для виявлення оптимальних умов деметалізації вин.

Викладення основного матеріалу дослідження

Експериментальні дослідження дії нового препарату на виноматеріали проводились в лабораторних умовах кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету.

Технологічний режим включав наступні операції: введення робочого розчину нового препарату у виноматеріал → ретельне перемішування → освітлення виноматеріалу в статичних умовах при 20, 40°C - фільтрація.

Для визначення вмісту заліза використовували фотоколориметричний метод, оснований на утворенні забарвлених комплексів заліза з жовтою кров'яною сіллю за методикою, прийнятою у виноробстві [5]. Вміст спирту визначали по ДСТУ 4112.3—2002. Масову концентрацію сахарів визначали по методу Бертрана і методу прямого титрування. Масову концентрацію фенольних речовин визначали перманганатометричним методом, масову концентрацію титруємих кислот методом прямого титрування, масову концентрацію білків фотоколориметричним методом [5].

Дію нового препарату вивчали на сухих і міцних виноматеріалах.

Ефективність зв'язування (сорбційність) металів (С,%) визначали по різниці між кількістю металу у виноматеріалі після обробки новим препаратом і в вихідному виноматеріалі.

В таблиці 1 приведені результати обробки виноматеріалів новим препаратом. Як видно, при дозах препарату від 50 до 300 мг/дм³ вдається знизити вміст заліза до концентрації 5 мг/дм³ і нижче, і забезпечити стабільність до залізного касу. Сорбційна ємність (кількість міліграмів заліза, що сорбується 100 мг препарату) знижується зі збільшенням дози і залежить від типу виноматеріалу. В міцних винах новий препарат більш активний, що очевидно, пояснюється кращим диспергуванням в більш спиртовому середовищі.

Підвищення температури з 20 до 40 °С під час освітлення виноматеріалів при дозі препарату 100 мг/дм³ дозволяє підвищити сорбційну ємність на 2,3 мг заліза.

Аналізуючи отримані дані, можна передбачити, що новий препарат видаляє в основному катіонну форму заліза. Підвищення температури з часом частково руйнує нестійкі форми комплексів заліза з виділенням його в катіонній формі, що сприяє зв'язуванню його комплексотворювачем.

В стані, що настає після 5 діб контакту, залишкова концентрація заліза не перевищує 3-4 мг/дм³. Тому доцільно проводити обробку виноматеріалів при 40 °С.

Таблиця 1

Вплив нового препарату на вміст заліза у виноматеріалах

Вино-матеріал	Доза препарату	Час контакту, діб	Залізо, мг/дм ³ при температурі		Сорбційна ємність, мг Fe на 100 мг препарату при		Схильність до касу при	
			20°C	40°C	20°C	40°C	20°C	40°C
Столовий червоний	–	–	24,0	24,0	–	–	+	+
	50	5	21,8	20,5	4,4	7,0	+	+
	100	–“–	13,3	11,4	10,7	12,6	+	–
	200	–“–	9,1	6,2	7,5	8,9	–	–
	300	–“–	6,1	4,1	6,0	6,6	–	–
Портвейн	–	–	26,2	26,2	–	–	+	+
	50	4	20,9	19,2	10,6	14,0	+	+
	100	–“–	14,2	11,6	12,0	14,6	+	–
	200	–“–	6,9	5,1	9,7	10,6	–	–
	300	–“–	3,9	3,4	7,4	7,6	–	–

Приведені дані в табл. 1 свідчать про те, що в столових винах 100 мг препарату при 40°C видаляють в середньому 11 мг заліза, а мінімальні і максимальні кількості заліза, що видаляються цією дозою препарату, коливаються від 9,4 до 12,6 г в залежності від складу виноматеріалу, що оброблюється. Широкий інтервал коливань вказує на значну залежність ефективності дози від фізико-хімічного складу вина і необхідність її визначення в кожному конкретному випадку.

Досліджуваний препарат утворював в оброблених виноматеріалах помутніння, які в більшості випадків легко видалити фільтруванням. Склад інших компонентів виноматеріалів при обробці новим препаратом не змінюється.

Дію нового препарату також вивчали на коньяках 3-х, 4-х і 5-ти річної витримки. Ефективність зв'язування (сорбційність) металів (С,%) визначали по різниці між кількістю металу у коньяку після обробки новим препаратом і до обробки.

В табл. 2 приведені результати обробки коньяків новим препаратом. Як видно, при дозах препарату від 50 до 300 мг/дм³ вдається знизити вміст заліза до концентрації 1 мг/дм³ і нижче і забезпечити стабільність до залізного касу. Сорбційна ємність знижується зі збільшенням дози.

Підвищення температури з 20 до 40⁰С під час освітлення коньяків при дозі препарату 100мг/дм³ дозволяє підвищити сорбційну ємність на 2-3 мг заліза.

Таблиця 2

Вплив нового препарату на вміст заліза у коньяках								
Коньяк, витриманий	Доза препарату	Час контакту, діб	Залізо, мг/дм ³ при температурі		Сорбційна ємність, мг заліза на 100мг препарату		Схильність до касу при температурі	
			20 ⁰ С	40 ⁰ С	20 ⁰ С	40 ⁰ С	20 ⁰ С	40 ⁰ С
3 роки	-	-	12,9	12,9	-	-	+	+
	50	5	10,8	9,2	4,2	7,4	+	+
	100	5	6,4	4,1	6,5	8,8	+	-
	200	5	3,4	2,2	4,8	5,4	-	-
	300	5	1,6	0,9	3,8	4,0	-	-
4 роки	-	-	10,2	10,2	-	-	+	+
	50	5	8,4	7,1	3,6	6,2	+	+
	100	5	5,3	3,8	4,9	6,4	+	-
	200	5	2,1	1,7	4,0	4,3	-	-
	300	5	1,2	0,8	3,0	3,1	-	-
5 років	-	-	11,7	11,7	-	-	+	+
	50	4,5	9,4	8,1	4,6	7,2	+	+
	100	4,5	5,8	3,7	5,9	8,0	+	-
	200	4,5	2,9	2,1	4,4	4,8	-	-
	300	4,5	1,1	0,6	3,5	3,7	-	-

Приведені дані в табл.2 свідчать про те, що 100мг препарату при 40⁰С видаляють в середньому 7,7 мг заліза, а мінімальні і максимальні кількості заліза, що видаляються цією дозою препарату коливаються від 6,4 до 8,8мг в залежності від складу коньяку, що обробляється. Інтервал коливань вказує на залежність ефективності дози від фізико-хімічного складу коньяку і необхідність його визначення в кожному конкретному випадку.

Досліджуваний препарат утворював в оброблених коньяках помутніння, які в більшості випадків легко видалити фільтруванням.

З літературних даних відомо, що іони заліза зв'язуються іоногенними групами фосфорнокислих катіонів координаційним зв'язком. Відомо також, що коли швидкість сорбції визначається дифузійними процесами, то процеси сорбції визначаються малим часом досягнення рівноваги. У випадку, коли швидкість сорбції визначається хімічною реакцією утворення комплексів з активними групами сорбентів, час досягнення рівноваги різко зростає. Іони заліза володіють значною координаційною спроможністю по відношенню до фосфатних груп. Таким чином можна зробити припущення, що катіони заліза зв'язуються координаційним зв'язком з фосфатними групами нового препарату, при цьому залізо вилучається майже повністю, хоча і повільно. Слід звернути увагу, що це припущення справедливе у випадках відсутності в розчині інших речовин, здатних утворювати комплекси із залізом.

Результати, отримані при дослідженні ефективності дії нового препарату на коньяки, приведено в табл. 3.

З даних табл. 3 видно, що при обробці коньяків запропонованим препаратом відбувається зниження вмісту заліза до рівня, що вимагається за технологією, зникає схильність коньяків до залізного касу, покращуються органолептичні показники по кольору, букету, смаку. На інші показники обробка новим препаратом не впливає.

Таблиця 3

Показник	Коньяк , 3 роки витримки		Коньяк, 5 років витримки	
	вихідний	оброблений	вихідний	оброблений
1	2	3	4	5
Об'ємна доля етилового спирту, %об.	40	40	42	42
Масова концентрація заліза, мг/дм ³	12,9	0,9	11,7	0,6
Цукрів, г/100 см ³	15	15	15	15
Титрованих кислот, г/дм ³	6,9	6,8	6,6	6,4

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
Масова концентрація метанолу, г/дм ³	0,3	0,3	0,4	0,4
Летких кислот, мг/100см ³	1,0	1,0	1,0	1,0
Органолептична характеристика				
Зовнішній вигляд	Мутний, коричневий	Прозорий, золотисто-коричневий	Мутний, коричневий	Прозорий, золотисто-коричневий
Булет	Добре розвинений, але грубуватий	Характерний для коньяку даного типу, без стороннього запаху	Добре розвинений, але грубуватий	Характерний для коньяку даного типу, без стороннього запаху
Смак	Негармонійний, з металевим присмаком	Характерний для коньяку даного типу, без стороннього присмаку	Негармонійний, з металевим присмаком	Характерний для коньяку даного типу, без стороннього присмаку
Схильність до залізного касу	+	-	+	-

Таблиця 4

Фізико-хімічні і органолептичні показники виноматеріалів до і після обробки новим препаратом при 40°C

Показник	Виноматеріал столовий червоний		Портвейн білий	
	вихідний	Оброблений препаратом	вихідний	Оброблений препаратом
Фізико-хімічні показники				
Об'ємна доля етилового спирту, %об.	12,9	12,9	18,4	18,4
Масова концентрація заліза, мг/дм ³	54,3	4,2	56,7	4,1
Вміст сахарів, г/100см ³	0,2	0,2	6,4	6,4
Титрованих кислот, г/дм ³	6,7	6,7	5,6	5,6
Вміст летких кислот, г/дм ³	0,9	0,9	0,6	0,6
Фенольних речовин, мг/дм ³	2830	2130	928	605
Білків, мг/дм ³	5,1	5,2	6,1	6,4
Схильність до залізного касу	+	-	+	-
Схильність до фенольних помутнінь	+	-	+	-
Органолептичні показники				
Зовнішній вигляд	Мутний, осад темного кольору	Прозорий з блиском, забарвлення відповідає даному типу вина	Тьмянний, осад темного кольору	Прозорий з блиском, забарвлення відповідає даному типу вина
Аромат	Добре розвинений, але грубуватий	Характерний для вина даного типу, без стороннього запаху	Добре розвинений, але грубуватий	Характерний для вина даного типу, без стороннього запаху
Смак	Металевий присмак	Характерний для вина даного типу, без стороннього присмаку	Металевий присмак	Характерний для вина даного типу, без стороннього присмаку

Вплив обробки новим препаратом на фізико-хімічні і органолептичні показники наведено в табл. 4.

Одержані результати свідчать про те, що запропонована обробка знижує вміст заліза до рівня, що вимагається за технологією, зникає схильність до фенольних помутнень і помутнень, викликаних надлишком заліза, виноматеріал стає прозорим з блиском, зникають сторонні запахи і присмаки, аромат і смак стає характерним для даного типу вина. На інші показники обробка не впливає.

Висновки

Таким чином встановлено, що новий препарат ефективно діє при 20, 40°C, але освітлення при 40°C завершується за 4-5 діб, а при 20°C — за 7-8 діб. На органолептичні показники препарат діє тільки позитивно. Отже, застосування нового препарату сприяє видаленню з виноматеріалів і коньяків різних форм заліза і в незначній мірі фенольних речовин і стабілізації вин проти залізних помутнень.

Висока ефективність препарату, його нетоксичність, а також можливість застосування нового препарату для обробки виноматеріалів і коньяків у потоці дозволяють рекомендувати використання нового препарату у виробничих умовах.

Список використаної літератури

1. Г.Г.Валуйко, В.И.Зинченко, Н.А.Мехузла. Стабилизация виноградных вин. Симферополь. „Таврида”. – 2002. – 207с.
2. В.И.Зинченко, Н.Г.Таран, М.Л.Шарыгин. Стабилизация вин при кристаллических и металлических помутнениях в поточных режимах.//Виноделие и виноградарство. - Москва.- 2004.-№4.-С.17-20.
3. А. Л. Панасюк, С. Г. Тарасов. Применение препаратов на основе НТФ для деме­таллизации вин//Российская Академия сельско-хозяйственных наук. Хранение и переработка сельхозсырья.— 1998.— №2.— с. 12–13.
4. О.І.Мамай, О.Д.Шанін, Є.І.Широкий. Новий препарат для деме­талізації вин.// Таврійський науковий вісник. - Херсон.-2004.-Вип.32.-С.107-111.
5. Методы тех­нохимического контроля в виноделии. Под ред. Гержи­ковой В.Г. Симферополь. „Таврида” .- 2002.-260с.

УДК 547.979.8

Л.В. САЛЄБА, Д.Г. САРІБЄКОВА, О.М. КУНИК,
Г.С. САРІБЕКОВ, К.Є. МИКИТЕНКО
Херсонський національний технічний університет

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ЕКСТРАГУВАННЯ КАРОТИНОЇДІВ

В роботі вивчено процес екстрагування природних барвників каротиноїдів з моркви. Досліджено селективність органічних розчинників щодо вилучення природних сполук. Підібрано оптимальні умови процесу: температура, час, кратність екстрагування. Запропоновано технологічну схему вилучення барвника і проведено забарвлення карамельної маси.

Ключові слова: каротиноїди, морква, екстракція.

Л.В. САЛЄБА, Д.Г. САРІБЕКОВА, А.Н. КУНИК,
Г.С. САРІБЕКОВ, К.Є. МИКИТЕНКО
Херсонский национальный технический университет

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭКСТРАГИРОВАНИЯ КАРОТИНОИДОВ

В работе изучен процесс экстрагирования природных красителей каротиноидов из моркови. Исследована селективность органических растворителей по извлечению природных соединений. Подобраны оптимальные условия процесса: температура, время, кратность экстрагирования. Предложена технологическая схема извлечения красителя и проведено окрашивание карамельной массы.

Ключевые слова: каротиноиды, морковь, экстракция.

L. SALEBA, D. SARIBEKOVA, A. KUNIK,
H. SARIBEKOV, K. MIKITENKO
Kherson National Technical University

STUDY OF EXTRACTING CAROTENOIDS

The paper studied the process of extraction of natural pigments carotenoids from carrots. Selectivity studied organic solvents for extraction of natural compounds. The optimal process conditions are selected: temperature, time, frequency extraction. Scheme for dye extraction process is suggested and staining the caramel mass is carried out.

Keywords: carotenoids, carrot, extraction.

Постановка проблеми

Каротиноїди є найбільш розповсюдженою, багаточисельною та важливою групою природних пігментів у рослинному та тваринному світі. Відомо більше ніж 600 каротиноїдів, але лише біля 50 з них відносяться до провітаміну А. Молекула каротиноїдів в основі має полієновий ланцюг, побудований з чотирьох ланок ізопрену, по кінцях якого розташовані циклогексенові або інші аліфатичні залишки (рис. 1). Попередниками вітаміну А є ті каротиноїди, до складу молекул яких входить кільце β-іонуна (3,4-дегідріонуна), зв'язане з аліфатичним ланцюгом, який містить систему спряжених подвійних зв'язків. Найбільшу біологічну цінність має β-каротин (умовно її приймають рівною 100%), активність α-каротину – 53%, γ-каротину – 48%, кріптоксантину – 40%.

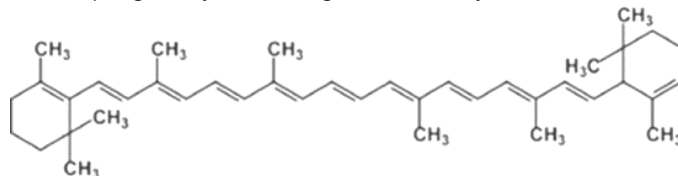


Рис. 1. Загальна формула каротиноїдів

Дослідниками встановлено [1 – 3], що каротиноїди виконують такі функції: нешкідливий харчовий барвник (E160), що надає продуктам харчування тони від блідо-жовтого до червоно-оранжевого відтінків; біологічно активна харчова добавка з лікувально-профілактичними властивостями; адаптоген і радіопротектор, що забезпечує захист організму від впливу іонізуючого випромінювання, хімічних канцерогенів та інших шкідливих факторів; антиоксидант, який нейтралізує активні радикали, що утворюються в організмі, а також сприяє подовженню строків зберігання продуктів харчування.

Основною сировиною для одержання каротину є морква, гарбуз, обліпіха, люцерна, але сучасні успіхи біотехнології дозволяють в значній мірі вирішувати проблеми виробництва каротину з інших джерел. Такими джерелами можуть бути одноклітинні водорості, міцеліальні гриби, бактерії [1 – 4].

З рослинних матеріалів каротиноїди можуть бути виділені екстракцією розчинниками, що не містять пероксидів, під розсіяним світлом в інертній атмосфері з подальшим омиленням та хроматографічним розділенням.

Якісно та кількісно каротиноїди можна визначити за інтенсивністю максимуму поглинання світла у синьо-фіолетовій ділянці спектра за допомогою фотоколориметричного або спектрофотометричного методів, а також за допомогою хроматографії.

Каротин використовується як харчова добавка для забарвлення масла, маргарину, сиру, майонезу, йогуртів, згущеного молока, кондитерських і борошняних виробів, макаронів, хлібобулочних виробів і в невеликій кількості як вітамінний додаток в продуктах харчування.

Розширення сфер застосування натуральних каротиноїдів та збільшення асортименту вже існуючої продукції, що містить β-каротин, вимагає збільшення об'ємів та вдосконалення промислового виробництва каротину з рослинної сировини, що вирощується в Україні.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Харчова промисловість України, як і інших держав світу, прагне знов дійти гармонії з природою, використовуючи натуральні барвники і харчові добавки, а також підвищити імунну відповідь людини в умовах техногенного, фізичного, хімічного і емоційного стресу за рахунок використання біологічно активних природних речовин. Природні комплекси каротиноїдів мають більш високу стабільність, біологічну активність та засвоюваність, ніж продукти хімічного і мікробіологічного синтезу [5].

Найбільше поширення у харчовій промисловості набув саме β-каротин завдяки своїм фізіологічним і технологічним функціям. Як харчову добавку при виробництві різноманітних харчових продуктів його застосовують не у чистому вигляді, а у вигляді товарних форм: олієрозчинних препаратів – масляних розчинів (концентрацією 0,1; 0,2; 1,0; 2,0 %), жирової суспензії (концентрацією 10 – 30 %), дисперсій у воді, а також у вигляді кристалічного порошку (мікробіологічний і синтетичний) і водорозчинного порошку (синтетичний, який містить не менше 96 % β-каротину) [6].

Джерелами промислового отримання β-каротину служать добре відомі рослини: свіжі коренеплоди моркви посівної, томати і свіжа м'якоть гарбуза, квітки календули. У квітках і листках календули знайдені такі каротиноїди: β-, γ- і δ-каротин, лікопін, неуспорин, лютеїн, віолаксантин, флавоксантин, рубіксантин та ін. у кількості 91 – 1546 мг% в залежності від сировини. Плоди обліпіхи містять каротиноїди: α-, β- і γ-каротин, лікопін, поліцислікопін, зеаксантин та ін. (до 10,9 мг%). У гарбузі з каротиноїдів ідентифіковані: лікопін, флавоксантин, віолаксантин, тараксантин (15 – 25 мг%). У моркві: α- і β-каротин, лікопін, флавоксантин і тараксантин (10 – 15 мг%) [7, 8].

В якості екстрагентів для вилучення каротиноїдів найчастіше використовують ацетон, метанол, далі каротиноїди переводять у петролейний ефір або гексан. Останнім часом для харчової промисловості застосовують безпечніші розчинники: етиловий спирт, етилацетат, ізопропіловий спирт або їх суміші.

Формулювання мети дослідження

Каротиноїдні барвники є ліпофільними, тому розчиняються у рослинних оліях. Важливим є одержання барвника не тільки у ліпофільній фазі для забарвлення жиромістких продуктів, але й товарної форми барвника для забарвлення напоїв, соків, горілчаних виробів. Тому дослідження у цій сфері є доцільними. Метою даної наукової роботи було дослідити процес екстрагування природних барвників каротиноїдів і розробити технологію їх екстрагування.

Викладення основного матеріалу дослідження

У якості об'єкта дослідження у роботі було обрано моркву, як доступну природну сировину, що містить велику кількість каротинів. Процес екстракції проводили з подрібненої, віджатої від соку сировини при модулі 10, при кімнатній температурі, протягом 1,5 годин. Для дослідження впливу природи розчинника на процес вилучення каротиноїдів обрали такі розчинники: етиловий спирт, гексан, петролейний ефір. Отримані екстракти аналізували на КФК-2МП. Оптичну густину при довжині хвилі 450 нм використовували для розрахунку кількості екстрагованих каротиноїдів в перерахунку на β-каротин, результати наведено у таблиці 1. Кількість жовтих пігментів обчислюють, використовуючи калібрувальний графік за стандартним розчином біхромату калію концентрацією 360 мг/л. 1 мл стандартного розчину $K_2Cr_2O_7$ відповідає 2,08 мкг каротину [9].

В результаті розрахунків було встановлено, що вміст β-каротину з урахуванням вологості сировини, що дорівнює 83,5 %, при вилученні етанолом складає 7,9 мг %, гексаном у 4 рази менше, петролейним ефіром у 8 разів менше, що пояснюється різною полярністю використаних розчинників.

Для оцінки селективності різних розчинників щодо вилучених природних сполук проводили побудову спектральних характеристик екстрактів на приборі Specol 11, кювета 10 мм. Результати наведено на рисунку 2.

Таблиця 1

Вплив природи екстрагенту на кількість вилученого β -каротину

Назва екстрагенту	Оптична густина	Вміст β -каротину, мг/100 г	
		сирої сировини	сухої сировини
Етиловий спирт 96 %	0,429	1,30	7,90
Гексан	0,097	0,30	1,82
Петролейний ефір	0,050	0,16	0,97

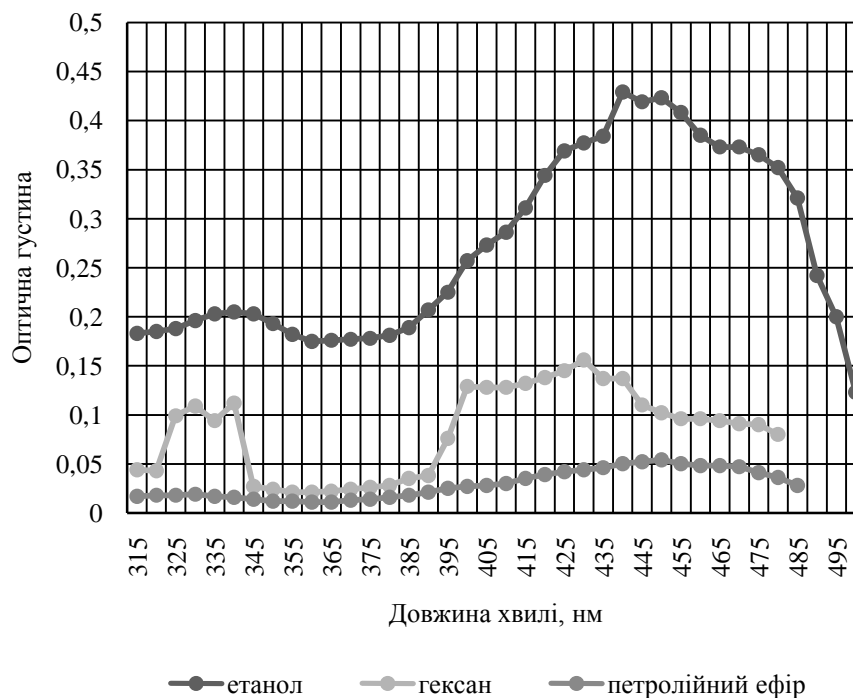


Рис. 2. Спектри поглинання екстрактів каротиноїдів різними розчинниками

З літературних джерел відомо, що каротиноїди поглинають світло в синьо-фіолетовій ділянці спектра. Наприклад α -каротин при довжинах хвиль 420 нм, 440 нм, 470 нм; β -каротин – 425 нм, 450 нм і 480 нм; лютеїн – 425 нм, 445 нм та 475 нм).

Найбільш характерний спектр з головними максимумами поглинання для α -каротину і β -каротину був одержаний при використанні у якості екстрагенту полярного розчинника – етанолу. Тому для подальшого дослідження у якості екстрагенту використовували 96 % етиловий спирт.

Для визначення параметрів процесу екстрагування важливо дослідити температуру екстрагування та час екстракції. На першому етапі проводили визначення впливу температури на якість і кількість вилучених речовин. Температуру екстракції варіювали у межах: 15 – 20 °С, 30 – 35 °С, 50 – 55 °С. Процес проводили з наважкою сировини 1 г та об'ємом екстрагенту 10 мл протягом години. Дані наведені в таблиці 2 і на рисунку 3.

Таблиця 2

Вплив температури екстрагування на кількість β -каротину

Температура екстрагування, °С	15 – 20	30 – 35	50 – 55
Вміст β -каротину, мг/100 г сухої сировини	25,14	26,53	27,26

За спектральними характеристиками можна зробити висновок про характер поглинання вилучених сполук, інтенсивність і чистоту кольору отриманого барвника. За рахунок підвищення температури екстрагування спостерігається приріст вмісту каротиноїдів на 8,5 % у порівнянні з кімнатною температурою. Кращі результати по вмісту β -каротину одержані при температурі 50 °С і складають 27,3 мг/100 г сухої сировини.

Але одержані екстракти мутні і потребують фільтрування, оскільки при збільшенні температури можливо вилучення інших природних сполук, супутніх каротиноїдам. На спектральних кривих одержаних екстрактів спостерігаємо розширення максимуму поглинання при 450 нм, що свідчить про

меншу чистоту кольору, крім того при високій температурі спостерігаються втрати розчинника і можливо окислення β -каротину киснем повітря з утворенням різних окислених форм (фітоксантинів). Таким чином, з урахуванням економічної складової технологічного процесу раціональним температурним діапазоном для вилучення каротиноїдів є 15 – 20 °С.

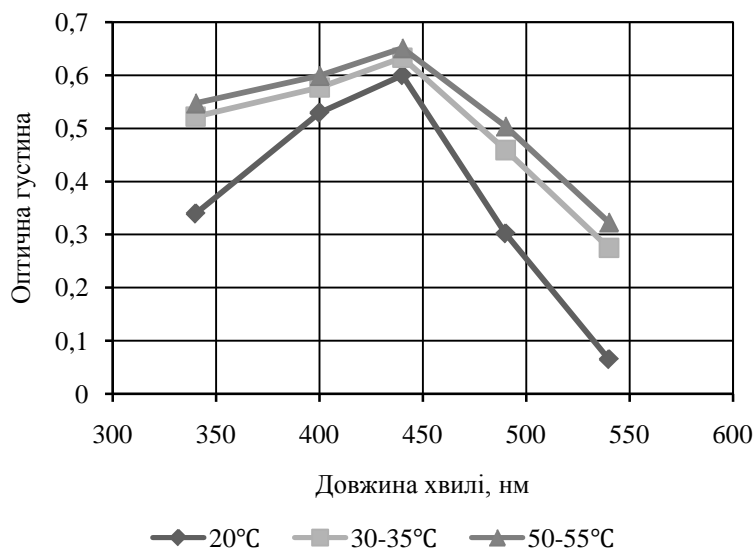


Рис. 3. Спектри поглинання спиртових екстрактів каротиноїдів в залежності від температури

На наступному етапі роботи обирали оптимальний час екстрагування, як один із важливих параметрів процесу. Екстрагування проводили у декілька етапів, до виснаження, загальним часом 3 години. Оскільки при кімнатній температурі було одержано більш чисті екстракти, процес проводили при температурі 20 °С, додаючи до 1 г подрібненої сировини кожні півгодини 10 мл свіжого етилового спирту.

Результати визначень наведено в таблиці 3 та на рисунку 4.

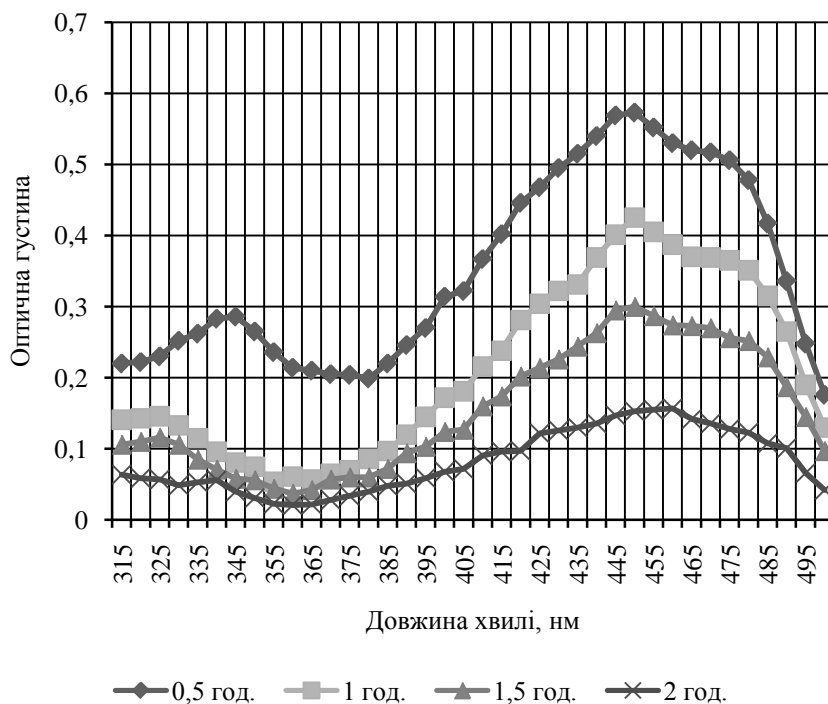


Рис. 4. Електронні спектри поглинання спиртових вилучень з моркви в залежності від часу екстракції

Загалом за три години екстрагування було виділено каротиноїдів 64,36 мг/100 г сухої сировини. За перші 30 хвилин відбувалося екстрагування сполук, що поглинають світло при довжині хвилі 340, 400, 450 і 475 нм, це складає 18,5 % від загальної кількості вилучених каротиноїдів. Протягом наступних 1 – 1,5 години екстрагування відбувалося рівномірно з приростом близько 20 – 30 %, і за останні півгодини (5 екстракція) приріст склав 10 % від загальної кількості. Таким чином, вміст каротиноїдів значно зростає за перші 1...3 екстракції і за 2,5 години складає 90,3 %.

Таблиця 3

Залежність кількості екстрагованих каротиноїдів від часу екстракції

Час екстракції, хв.	30	60	90	150	180
Кількість екстрагованих каротиноїдів, мг /100 г сировини	1,66	2,03	2,68	1,74	0,88
Кількість екстрагованих каротиноїдів, мг % сухої сировини	10,08	12,33	16,27	10,56	5,34
Ступінь вилучення, %	18,5	22,6	29,8	19,4	9,8

Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що раціональним часом для екстракції каротиноїдів при кімнатній температурі етиловим спиртом є 2 години, оскільки за наступну годину вилучається лише 20 % β -каротину від отриманого раніше, тобто витрачений час і втрати розчинника значно більші, ніж кількість вилученого β -каротину.

Концентрований барвник використовували для забарвлення карамельної маси. Для оцінювання якості подальшого зберігання карамельної маси проводили визначення основних показників для льодяникової карамелі за ДСТУ 3893-99, а саме вологості і вмісту редуруючих цукрів [10]. Одержані результати показали, що вологість карамельної маси збільшується до 5 %, та незначно збільшується вміст редууючих цукрів. Для того щоб не було мікробіологічного псування карамелі при зберіганні необхідно контролювати ці показники.

Висновки

1. Досліджено екстракцію каротиноїдів з моркви при різних умовах. В якості оптимального екстрагенту серед досліджених обрано етиловий спирт 96 %. Визначені оптимальні і більш раціональні час і температура для екстракції.

2. Запропоновано технологію вилучення β -каротину з моркви: подрібнення сировини до розміру часток 1,5 – 1 мм; екстрагування 96 % етиловим спиртом при модулі 10, температурі 20 °С і протягом 2 годин. Визначено, що для досягнення високого виходу каротиноїдів і інтенсифікації процесу екстрагування необхідно використовувати не температурні чинники, а макрокінетичні (перемішування сировини, висушування подрібненої сировини).

3. Одержані екстракти після концентрування можна використовувати для забарвлення харчових продуктів та напоїв.

Список використаної літератури

- Peterson W.J. The carotenoid pigments / W.J. Peterson, J.S. Hughes, L.F. Payne, W.C. Austin // Kansas state printing plant. USA. – 1939. – P. 5 – 7.
- Vogele A.C. Effect of Environmental factors upon color of the tomato and the watermelon / A.C. Vogele // Plant Phys. 12. – 1937. – P. 929 – 955.
- Кудрицькая, С. Е. Каротиноиды плодов и ягод [Текст]: справ. изд. / С.Е. Кудрицькая. – К.: Вища школа, 1990 – 212 с.
- Воробьёва, Л.И. Микробиологический синтез витаминов [Текст]: справ. изд. / Л.И. Воробьёва. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – 168 с.
- Камсуліна, Н.В. Технологія рослинної олії, збагаченої каротиноїдами моркви, та її використання при виробництві продуктів харчування [Текст] : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук : спец. 05.18.16 «Технологія продуктів харчування» / Камсуліна Наталія Валеріївна ; [Харківська державна академія технології та організації харчування] . – Харків, 2002. – 20 с.
- Пат. № 33280 А України, МКИ6 А23 D9/00, А23 D9/02. Спосіб одержання забарвленої олії / Камсуліна Н.У, Федак Н.В., Прочан О.В., Гарнцарек Б.Ч., Тіщенко Л.М., Полевич В.В., Перцевий Ф.В., Савгіра Ю.О. – № 99020680 ; Заявл. 08.02.1999 ; Опубл. 15.02.2001 ; Бюл. № 1 – 2 с.
- Гудвин, Т. Сравнительная биохимия каротиноидов: пер. с англ. [Текст]: справ. изд. / Т. Гудвин. – М.: Изд-во иностр. лит., 1954. – 366 с.
- Бриттон, Г. Биохимия природных пигментов [Текст] : монография / Г. Бриттон – Пер. с англ. – М. : Мир, 1986. – 424 с.
- Харламова, О.А. Пищевые красители [Текст] / О.А. Харламова, Б.В. Кафка – М. : Пищевая промышленность, 1979. – 191 с.
- ДСТУ 3893-99. Карамель. Загальні технічні умови [Текст] – Введ. 1999-08-02. – Київ : Держстандарт України, 2001. – 14 с.

УДК 543.219.3

О.В. СКРОПИШЕВА, В.П. ГНІДЕЦЬ
Херсонський національний технічний університет**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ МІКРОКРИСТАЛОСКОПІЧНОГО АНАЛІЗУ
ДЛЯ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ХАРЧОВИХ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ДОБАВОК У
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТАХ**

Розглянута можливість використання методу мікрористалоскопічного аналізу для ідентифікації харчових та технологічних добавок у харчових продуктах. Проаналізовані переваги і недоліки цього методу. Проведено ідентифікацію ряду речовин, які використовують в харчовій промисловості.

Ключові слова: мікрористалоскопічний аналіз, мікрористалоскопічні реакції, кристали.

Е.В. СКРОПЫШЕВА, В.П. ГНИДЕЦ
Херсонский национальный технический университет**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МИКРОКРИСТАЛЛОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ДЛЯ
ИДЕНТИФИКАЦИИ ПИЩЕВЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ДОБАВОК В ПИЩЕВЫХ
ПРОДУКТАХ**

Рассмотрена возможность использования микрокристаллоскопического анализа для идентификации пищевых и технологических добавок в пищевых продуктах. Проанализированы преимущества и недостатки этого метода. Проведена идентификация ряда веществ, используемых в пищевой промышленности.

Ключевые слова: микрокристаллоскопический анализ, микрокристаллоскопические реакции, кристаллы.

E.V. SKROPYSHEVA, V.P. HNIDETS
Kherson National Technical University**USING METHOD MICROCRYSTALLINE ANALYSIS FOR IDENTIFICATION OF FOOD AND
TECHNOLOGICAL SUPPLEMENTS IN FOOD**

The possibility of using mikrokrystalline analysis for identification of certain hazardous substances in food. The advantages and disadvantages of this method. Identification of a number of substances used in the food industry.

Keywords: mikrokrystalline analiz, mikrokrystalline reaction, crystals.

Постановка проблеми

Проблема негативного впливу харчових добавок на здоров'я людини у сучасних умовах стає дуже актуальною. Причинами її загострення є інтенсивний розвиток промисловості, хімізація сільського господарства та негативні побічні наслідки розвитку цивілізації.

Високу якість і безпеку харчових продуктів може і повинна забезпечити добре організована система контролю за якістю продовольчої сировини і технологічних процесів її переробки у продукцію харчової промисловості. Така система забезпечує недопущення до переробки забрудненої сільськогосподарської сировини або вилучення небезпечних хімічних речовин і сполук під час її технологічної переробки, і в результаті забезпечення заданого рівня безпеки продуктів харчування.

Небезпеку створюють токсичні речовини і патогенні мікроорганізми. До них належать не тільки важкі метали, радіонукліди, пестициди, нітрозаміни, мікотоксини але й інші хімічні сполуки, на перший погляд безпечні, число яких постійно збільшується. Тому інформація про вміст шкідливих речовин у харчових продуктах має велике значення і одним з методів визначення таких речовин може бути метод мікрористалоскопічного аналізу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Україна, як і інші держави світу, приділяє велику увагу безпеці харчування населення. З урахуванням міжнародного досвіду екології харчування в Україні прийнято цілу низку нормативних документів щодо забезпечення безпеки харчових продуктів.

Закон України «Про захист прав споживачів» регулює відносини між споживачами товарів (робіт послуг) і виконавцями: виробниками та продавцями. Цим законом встановлюється право споживача на безпеку товарів (робіт послуг).

У Законі України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення» визначаються вимоги безпеки для здоров'я і життя населення, в тому числі до продовольчої сировини і продуктів харчування, умов їх транспортування, зберігання та реалізації. Цей закон зобов'язує у державних стандартах та інших нормативно технічних документах на вироби, сировину та технології мати вимоги безпеки для здоров'я і життя населення.

Декрети та Постанови Кабінету Міністрів України «Про стандартизацію і сертифікацію», «Про порядок заняття торгівельною діяльністю і правила торговельного обслуговування населення», накази міністерств та відомств, державні стандарти України щодо системи сертифікації УкрСЕПРО, СанПіНи, які затверджені Головним державним санітарним лікарем, Правила і нормативи, які затверджені Головним ветеринарним лікарем, й таке інше встановлюють конкретні засоби щодо забезпечення безпеки харчових продуктів в Україні. Комплексною системою щодо забезпечення безпечності харчових продуктів «від ниви до столу» є система НАССР, яка передбачає систему контролю за рівнем критеріїв ризику.

Міжнародні стандарти серії 180 9000, які визначають заходи щодо управління якістю продукції (товарів, послуг) містять вимоги до забезпечення її безпеки.[1]

Враховуючи той факт, що екологічні умови в світі погіршуються необхідно звернути особливу увагу на розробку достатньо простих і ефективних способів визначення і зниження вмісту накопичених забруднювачів у продовольчій сировині у технологічному процесі її переробки, оскільки якість продовольчої сировини і харчових продуктів у першу чергу визначається їх безпекою.

Забезпечення безпеки повинно відбуватися у різних напрямках і одним з найважливіших з них є удосконалення методологічної бази по виявленню ідентифікації і кількісного визначення контамінантів їжі, виявлення фальсифікації харчових продуктів.

Таким сучасним методом аналізу сировини та готової продукції є мікрокристалоскопічний метод аналізу.

Мікрокристалоскопічний аналіз засновано на визначенні речовин за формою, розмірами та забарвленням їх кристалів. В більшості випадків для ідентифікації хімічних сполук за допомогою мікрокристалоскопічного методу визначають форму і забарвлення не самих досліджуваних речовин, а кристалічних продуктів, які утворюються при взаємодії цих сполук з відповідними реактивами. Своє наукове обґрунтування мікрокристалоскопічний метод аналізу отримав в роботах Є.С. Федорова та інших вчених.

Мікрокристалоскопічний метод аналізу має ряд вагомих переваг. По-перше, для аналізу за допомогою цього методу потрібні невеликі кількості досліджуваних речовин і вказаний метод може бути використаний для визначення токсичних речовин, робота з великими кількостями яких небезпечна. Крім того, при визначенні хімічних сполук за допомогою цього методу у більшості випадків виключає такі громіздкі операції, як фільтрування, випаровування, прожарювання і т.п.

Мікрокристалоскопічні реакції виконують на предметному склі, на яке наносять розчини досліджуваних речовин, додають до них відповідні реактиви, а потім під мікроскопом спостерігають форму і забарвлення кристалів, які утворились.

Кристали, які утворились при взаємодії досліджуваних речовин з відповідними реактивами, повинні мати необхідні розміри і форму, характерну для продукту взаємодії цієї сполуки з реактивом. Кристали, які утворились, повинні бути відносно великими (20-50 мк). Форма і грані їх повинні бути видні під мікроскопом при малому збільшенні (60-100 разів). Більш дрібні кристали (2-20 мк) можливо роздивитися тільки при збільшенні у 150-250 разів. При визначенні форми кристалів під мікроскопом зазвичай використовують збільшення в 30-80 разів.

Надзвичайно важливими при мікрокристалоскопічному методі аналізу є умови утворення кристалів, оскільки форма і розміри кристалів залежать саме від умов росту.

Найчастіше кристали зустрічаються у вигляді симетричних багатогранників. По ступеню симетрії розрізняють 32 класи кристалів, які належать до 7 кристалічних систем, або сингоній: триклинної, моноклінної, ромбичної, тетрагональної (квадратної), тригональної, гексагональної і кубічної. [2]

Слід відзначити, що більшість кристалів, отриманих в лабораторіях (в тому числі і при мікрокристалоскопічних дослідженнях), не повністю зберігають всі особливості кристалічної структури. Тому розрізняють ідеальні і реальні кристали.

Ідеальними вважаються кристали, в яких весь простір представляє собою єдину решітку з тотожними елементарними комірками.

Реальні кристали, на відміну від ідеальних, мають ряд дефектів (порушення періодичної структури кристалічної решітки). В реальних кристалах досить часто зустрічається так звана мозаїчна структура. Це свідчить, що кристалічна решітка не єдина, а складається з окремих блоків і може мати порожнечі в окремих вузлах. Великі реальні кристали не завжди однорідні, деякі з них складаються з багатьох дрібних кристалів, що зрослись між собою. Реальні кристали можуть мати і деякі інші дефекти.

Довгий час речовини ділили на кристалічні і аморфні. Згодом було встановлено, що в залежності від умов утворення одну й ту саму речовину можна отримати в кристалічному і в аморфному стані. Так, наприклад, сульфат барію з водяних розчинів випадає у вигляді кристалічного осаду, а з 30 – 60 % -вих спиртових розчинів – у вигляді аморфного осаду. У вигляді кристалів отримано ряд речовин, які раніше вважались типовими аморфними сполуками: білки, каучук і т.п. За допомогою рентгеноструктурного аналізу в більшості так званих аморфних осадів доказано наявність кристалічної решітки.

Кристалічний стан речовин є найрозповсюдженішим в оточуючому нас світі. Кристали утворюються при переході з рідкого або газоподібного стану в твердий, при охолодженні розчинів, при сублімації і т.п.

При використанні мікрокристалоскопічного методу аналізу кристалічні осадки здебільше отримують додаванням реактивів до розчинів досліджуваних речовин. В залежності від умов кристалізації можуть утворюватись кристали різних розмірів.

Процес кристалізації проходить у два етапи: спочатку утворюються дуже дрібні центри кристалізації, здатні до подальшого росту, а потім іде утворення дрібних кристалів за рахунок іонів або молекул даної речовини, що знаходяться в розчині. Для утворення крупно-кристалічного осаду необхідно, щоб перша стадія (утворення зародків кристалів) протікала відносно повільно. При цих умовах утворюється менше центрів кристалізації, але більше речовини відкладається на поверхні зародку і утворюються більші кристали.

Для отримання крупнокристалічного осаду, осадження проводять з гарячих розбавлених розчинів розчинами реактивів. Краплі розчинів досліджуваної речовини і реактиву слід наносити на предметне скло поряд друг з другом, а потім поєднувати їх за допомогою гострої скляної палички.

При змішуванні концентрованих розчинів досліджуваних речовин з концентрованими розчинами реактивів утворюються нехарактерні для даної речовини дрібні кристали. [3]

В мікрокристалоскопічному аналізі концентрація речовини може змінюватись при випаровуванні краплі рідини, нанесеної на предметне скло. Причому, по краях краплі рідина випаровується швидше, ніж у центрі, тому і утворення кристалів починається з периферії, а не з центру краплі. Випаровування рідини призводить не тільки до зміни концентрації досліджуваної речовини, але й до збільшення концентрації реактиву, який може теж випадати у вигляді кристалів, які заважатимуть визначенню основної речовини.

У тих випадках, коли реакція між досліджуваною речовиною і реактивом протікає повільно і рідина на предметному склі випаровується значною мірою, скло вносять у вологу камеру, в якості якої може використовуватись чашка Петрі, в яку поміщають вологий фільтрувальний папір.

Форма кристалів залежить від умов їх росту, природи речовини, температури, при якій проходить кристалізація, наявності домішок в досліджуваних розчинах, розчинників з яких кристалізується речовина, розташування кристалу під час росту і т.п.

Особливо сильно впливають на форму кристалів домішки, що знаходяться в досліджуваному розчині і в розчині реактиву. Домішки або адсорбуються на поверхні, або потрапляють всередину кристалу і в обох випадках може змінюватись форма кристалу.

Не менш важливим є положення кристалу в рідині під час росту. Кристал, що «плаває» в рідині, росте в усі боки, а якщо він під час росту торкається з поверхнею предметного скла, то він росте лише в сторони і вгору і це може викликати деформацію кристалу. Для уникнення деформації ряд авторів рекомендує метод, згідно якому реакцію отримання кристалів проводять у висячій краплі.

Основним недоліком мікрокристалоскопічного методу аналізу є імовірність виникнення похибок при дослідженні речовин, здатних знаходитись у декількох поліморфних модифікаціях, то б то можуть утворювати різні по симетрії і по геометричній формі кристали. [3-5]

Як відмічав Г.Б.Бокий [5], явище поліморфізму надзвичайно розповсюджене. Майже всі речовини при певних умовах можуть бути отримані у різних поліморфних модифікаціях. Поліморфізм простих речовин (вуглецю, сірки, фосфору та ін.) називають алотропією. Поліморфізм зумовлений зміною температури (в ряді випадків зміною температури і тиску) в процесі кристалізації і всі поліморфні модифікації мають температурні інтервали свого існування. Так нітрат амонію має 4 поліморфних модифікації: в межах температури від 18 до 32 °С утворюється β – ромбічна модифікація, від 32 до 84 °С – α – ромбічна, від 84 до 125 °С – тригональна, вище 125 °С – кубічна. Відомо, що кристали хлориду амонію можуть існувати у вигляді двох поліморфних модифікацій. Для сульфиду цинку відомо 5 модифікацій, для йодиду кадмію – 3, для йодиду срібла – 4 і т. д. Описані поліморфні модифікації оксиду кремнію, карбонату кальцію та ін. Гадамер наводить опис поліморфних модифікацій більшості барбітуратів і ряду інших речовин, які використовуються в медицині.

Деякі поліморфні модифікації зі зміною температури легко переходять в інші, однак для деяких поліморфних модифікацій такі переходи здійснюються доволі складно. Причому, при поліморфних перетвореннях в тій чи іншій мірі змінюється тип хімічного зв'язку в кристалі, різко змінюються кути кристалів і їх фізико-хімічні властивості. Поліморфізм може бути причиною змін оптичних властивостей

(кристалооптичних констант) кристалів. В літературі є відомості про кристалооптичні константи поліморфних модифікацій деяких речовин. Згідно цих даних, кристалооптичні константи (великий, середній і малий показники переломлення, двупроменепереломлення) різних поліморфних модифікацій даної речовини неоднакові.

Тому, як підкреслює К.П. Стюарт, А. Стольман, Е.Г. Кларк та інші автори, мікрокристалоскопічні реакції слід виконувати після того, як наявність досліджуваної речовини в пробі встановлено іншими реакціями і методами. Крім того, виділені з біологічного матеріалу речовини, що підлягають дослідженню за допомогою повинні бути добре очищені від домішок.

Виконання контрольних дослідів деякою мірою виключає можливість похибки при оцінці мікрокристалоскопічних реакцій. З цією метою на одне предметне скло наносять краплю досліджуваного розчину, а на інше краплю розчину чистого препарату, додають відповідний реактив і порівнюють форму кристалів, що утворились на обох скельцях.

Незважаючи на всі переваги мікрокристалоскопічного методу аналізу, він має і ряд недоліків. Основний з них полягає в тому, що при виконанні мікрокристалоскопічних реакцій в ряді випадків досить важко отримати кристали строго визначеної форми, яка залежить від багатьох факторів (концентрації досліджуваної речовини, об'єму і концентрації реактиву, наявності домішок, природи розчинника, умов кристалізації, швидкості утворення кристалів, швидкості випаровування рідини на предметному склі, рН середовища, температури, положення кристалів під час росту, поліморфізму та ін.).

Крім того, відсутність науково-обґрунтованої номенклатури форм кристалів, що утворюються при мікрокристалоскопічних реакціях, є перешкодою для широкого використання цього метода в аналізі. Іноді одну і ту саму форму кристалів різні автори називають по-різному. У ряді випадків в хіміко-токсикологічному аналізі для характеристики зовнішньої форми кристалів використовують терміни, які мають мало спільного з термінами, які використовують в кристалографії. Так, наприклад, в мікрокристалоскопічному аналізі для опису іноді використовують терміни: зростки кристалів у вигляді птахів, що летять, кристали у формі дубового листа, кристали рисоподібної форми, чечевицеподібні кристали і т.п. Ці обставини є причиною зниження специфічності мікрокристалоскопічних реакцій.

Формулювання мети досліджень

Оскільки мікрокристалоскопічний метод аналізу має ряд вагомих переваг, таких як: швидкість, безпечність і невелика вартість, можна припустити, що він може бути ефективним для ідентифікації харчових добавок у харчових продуктах. Тому метою роботи була ідентифікація речовин широко використовуваних при виготовленні харчових продуктів.

Викладення основного матеріалу досліджень

У даній науково-дослідній роботі досліджували вплив умов формування кристалів найбільш широкоживаних харчових добавок на їх форму. Формування кристалів здійснювалось за умов висушування в сушильній шафі при температурі 40 0С. За допомогою мікроскопа МІМ-10, підключеного до ПК, що дає змогу спостерігати рельєфне зображення поверхні досліджуваного матеріалу, були отримані мікрофотографії кристалів зі збільшенням 200, 500, 800, 1250 разів.

На рисунках 1-3 наведені мікрофотографії кристалів галунів і сечовини.

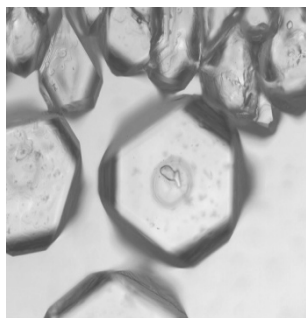


Рис. 1. Алюмокалійні галуни

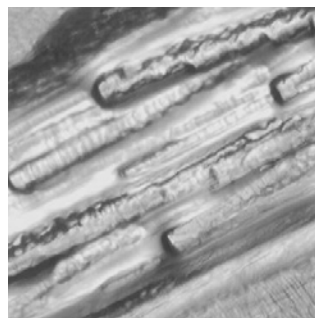


Рис. 2. Залізоамонійний галуни

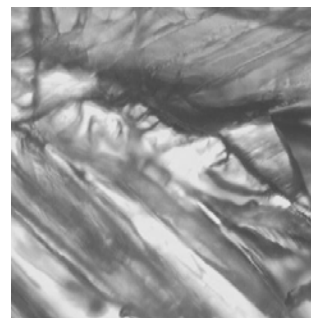


Рис. 3. Сечовина

Як видно на рисунках алюмокалійні галуни з водяних розчинів кристалізуються у вигляді шестигранників, а залізоамонійні – у вигляді подовжених друз. Сечовина кристалізується у вигляді заокруглених голок.

На рисунках 4-7 наведені мікрофотографії кристалів солей металів та нітрату амонію.

Як бачимо, в звичайних умовах хлорид натрію кристалізується у формі октаєдрів (восьмигранників). Для хлориду амонію характерні кристали рисоподібної форми, а нітрат амонію має кристали в формі кленового листа, сульфід цинку кристалізується у вигляді трикутних сот.

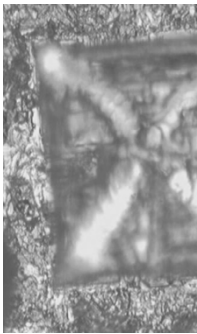


Рис. 4. Хлорид натрію

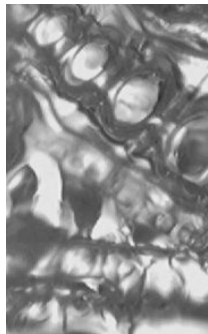


Рис. 5. Хлорид амонію

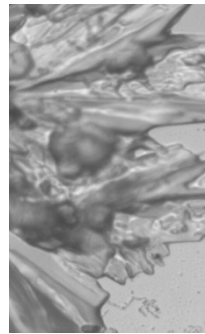


Рис. 6. Нітрат амонію



Рис.7. Сульфід цинку

Не менш характерними є кристали інших широковживаних харчових добавок, наведені на рисунках 8-15.

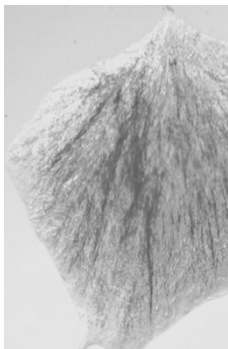


Рис. 8. Ванілін

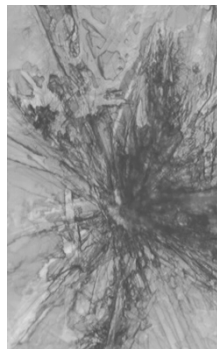


Рис. 9. Сахарин

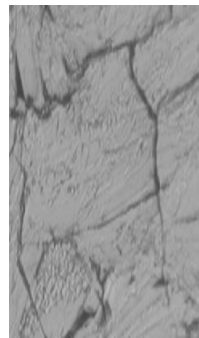


Рис.10. Сахароза

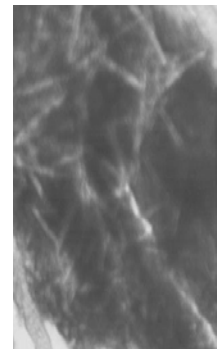


Рис. 11. Фруктоза

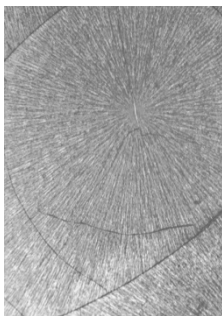


Рис. 12. Аскорбінова кислота

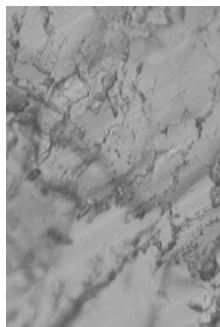


Рис. 13. Винна кислота

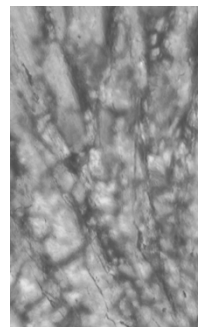


Рис. 14. Цитратна кислота

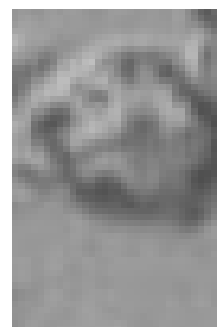


Рис. 15. Оцтова кислота

Висновки

Мікрокристалоскопія – досить молодий розділ токсикологічної хімії, але він швидко розвивається. На практиці мікрокристалоскопія зручна тим, що дозволяє швидко визначати дуже незначні кількості речовини в розчині.

Але, обмежене число форм кристалів, які утворюються при мікрокристалоскопічних реакціях, і велика кількість речовин, які можна визначати за допомогою цих реакцій, приводять до того, що одну й ту саму форму можуть мати кристали декількох речовин.

Приймаючи до уваги вище наведене, виконання мікрокристалоскопічних реакцій повинна проводити особа, яка має відповідну підготовку і певний досвід роботи в цій галузі аналізу.

Список використаної літератури

1. Дубініна А. А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення: Підручник. / А. А. Дубініна, Л.П. Малюк, Г.А. Селютіна та ін. — К.: ВД «Професіонал», 2007. — 384 с.
2. Wikipedia.org .
3. Золотов Ю. А. Основы аналитической химии. – М.: Высшая школа, 2001. – 495 с.
4. Урусов В.С., Еремін Н.Н. Кристаллохимия. Краткий курс. – М.: Изд-во МГУ, 2010. –258 с.
5. Бокій Г.Б. Кристаллохимия – М.: Наука, 1971. – 237 с.

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИЧНИХ І
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ І
ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ**

УДК 656.05

В.П. СЛАВИЧ, А.Г. КЛЕЙМЬОНОВ
Херсонський національний технічний університет**МОДЕЛЬ ВИЗНАЧЕННЯ ДОВЖИНИ ЧЕРГИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ
ПРИ ВИНИКНЕННІ ПЕРЕШКОДИ НА СМУЗІ РУХУ**

Запропоновано модель визначення довжини черги транспортних засобів при появі перешкоди на смузі руху. Отримано аналітичну залежність кількості транспортних засобів, що очікують свою чергу при покиданні транспортного затору, від інтенсивностей покидання і прибуття автомобілів до системи та часу простою аварійного транспортного засобу. Визначено час, за який система нормалізується до початкового стану, тобто час, за який зникне затор. Практична значимість виведеної залежності – можливість оповіщення служб порятунку про появу дорожнього затору, що сприяє визначенню оптимального за часом шляху.

Ключові слова: аварійна ситуація, транспортні черги

В.П. СЛАВИЧ, А.Г. КЛЕЙМЬОНОВ
Херсонский национальный технический университет**МОДЕЛЬ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДЛИНЫ ОЧЕРЕДИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ
ПОЯВЛЕНИИ ПОМЕХИ НА ПОЛОСЕ ДВИЖЕНИЯ**

Предложено модель определения длины очереди транспортных средств при появлении помехи на полосе движения. Получено аналитическую зависимость количества транспортных средств, которые ожидают свою очередь при покидании транспортной очереди, от интенсивностей покидания и прибытия автомобилей в систему, и времени простоя аварийного транспортного средства. Практическая значимость выведенной зависимости – возможность оповещения служб спасения о появлении дорожной пробки и определение оптимального по времени пути.

Ключевые слова: аварийная ситуация, транспортные очереди

V.P. SLAVICH, A.G. KLEIMJONOV
Kherson National Technical University**DEFINITION MODEL OF QUEUE VEHICLE LENGTH WITH INTERFERENCE IN LANE**

The article focuses on the construction of a model of vehicles with interference in lane. The analytical dependence of the number of vehicles waiting to turn leaving the traffic jam, from the intensities arrival and leaving the car in, and downtime of emergency vehicle. The practical significance of the deduced dependence - the ability to alert rescue services about the appearance of a traffic jam and to determine the optimal time for the route.

Keywords: emergency situation, transport queues

Постановка проблеми

Проблеми моделювання транспортних потоків з кожним роком тільки набувають своєї важливості, оскільки кількість транспортних засобів невинно збільшується на дорогах, що неодмінно призводить до актуальності задач розв'язання таких важливих проблем, як транспортні затори.

Постійні транспортні затори, які приводять до збільшення забруднення навколишнього середовища та витрачання енергетичних ресурсів, призвели до необхідності швидкого поширення та будівництва дорожніх мереж у багатьох містах світу. При цьому потрібно постійно удосконалювати методику ефективної організації дорожнього руху, використовувати нові математичні методи прогнозування, які можна реалізувати за допомогою ПЕОМ.

Одним з найважливіших параметрів транспортних потоків є довжина черги транспортних засобів при появі перешкоди або ДТП на одній із смуг транспортного руху. Знання цього значення,

зокрема методики його визначення, є основою для визначення оптимального часу подолання заданої ділянки автомобільної дороги, що в свою чергу є одним з методів вирішення транспортних проблем.

Спостерігаються часті випадки, коли повністю паралізується одна із смуг руху внаслідок автомобільної аварії або зупинки транспортних засобів через поломку. В даній роботі запропоновано дослідження даного процесу, побудовано його модель, отримано аналітичну залежність кількості транспортних засобів, що очікують свою чергу при покиданні транспортного затору, від інтенсивностей покидання і прибуття автомобілів до системи та часу простою аварійного транспортного засобу, визначено час, за який система нормалізується до початкового стану.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Оптимізація руху на перехресті та визначення оптимального режиму світлофорного регулювання показано в роботах [1,4,5].

Моделювання транспортних потоків та їх оптимізація при наявності міського водного транспорту та у випадку звуження дороги досліджено в роботах [2-3].

Формулювання мети дослідження

Метою даної роботи була побудова моделі, за допомогою якої можна визначити довжину черги транспортних засобів у тому випадку, коли на смузі руху з'явилась перешкода.

Викладення основного матеріалу дослідження

Нехай задано деяку мережу з двосмуговим рухом, до якої прибувають однакові групи автомобілів через інтервал часу Δt . У початковий момент часу на підході немає жодного автомобіля. Через заданий інтервал під'їжджає перша група автомобілів, які поступово будуть покидати мережу на протязі такого ж інтервалу Δt .

Основою моделювання є дискретний підхід, вважаємо, що транспортна мережа уявляє собою сукупність послідовних клітинок, кожна з яких може бути заповнена, якщо в ній знаходиться транспортний засіб, та вільною, якщо автомобіля в ній немає.

Розміри клітинок однакові і дорівнюють динамічному габариту будь-якого автомобіля, оскільки вони наведені у зведених одиницях. Автомобілі пересуваються із клітинки в клітинку почергово із заданою швидкістю, причому переміщення в наступну клітинку можливо лише за умови, якщо вона вільна. Кожен наступний автомобіль, що прибуває до системи, потрапляє у вільну клітинку, розташовану через одну від останнього в черзі автомобіля.

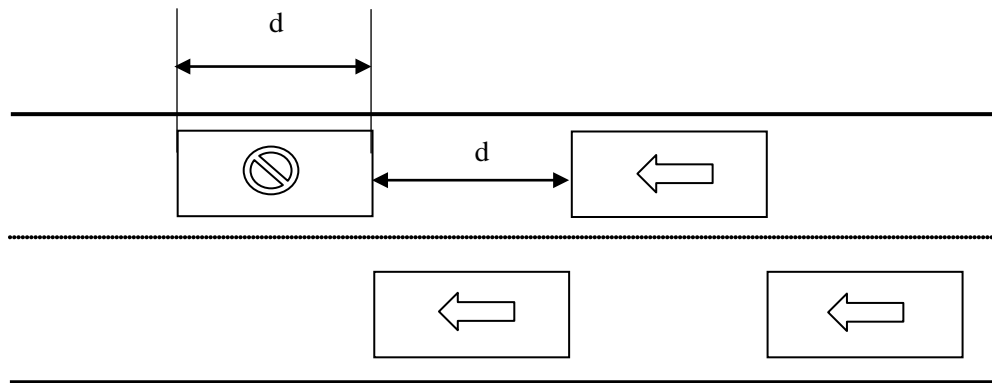


Рис. 1. Схема дорожньої мережі

Введемо наступні необхідні для подальших розмірковувань вхідні параметри моделі (табл. 1).

Таблиця 1

Вхідні параметри		
Умовне позначення	Описання величини	Одиниця виміру
t_0	Початковий відлік часу	с
Δt	Інтервал прибуття та покидання мережі	с
$\tau_{пр}$	Час простою перешкоди	с
$t_{оч}$	Час очікування черги на об'їзд перешкоди	с
n	Кількість автомобілів у групі	шт
d	Динамічний габарит автомобіля	м
v	Швидкість руху автомобілів	м/с

Нехай у початковий момент часу система починає працювати за нормальних умов, коли транспортні засоби прибувають до неї групами з n автомобілів та покидають з інтенсивністю, яку можна отримати з формули:

$$t_{\text{покид}} = t_{\text{оч}} + \frac{d}{v} \quad (1)$$

Слід зазначити, що в послідовних формулах буде використовуватись функція $[a]$ – ціла частина числа a .

При різних співвідношеннях інтенсивності прибуття автомобілів та покидання зазначеної ділянки, може бути два випадки: черга утворюється або не утворюється. Отже, визначимо ці співвідношення:

1. Коли інтенсивність прибуття автомобілів до мережі менше або дорівнює інтенсивності покидання, тобто:

$$\frac{n}{2 \cdot \Delta t} \leq \left(t_{\text{оч}} + \frac{d}{v} \right) \quad (2)$$

2. Коли інтенсивність прибуття автомобілів більше за інтенсивність покидання:

$$\frac{n}{2 \cdot \Delta t} > \left(t_{\text{оч}} + \frac{d}{v} \right) \quad (3)$$

Зобразимо тенденцію зміни довжини черги за допомогою табл. 2. Позначимо через x - кількість груп транспортних засобів, що встигли потрапити до мережі за час дослідження:

$$x = \left[\frac{2 \cdot \Delta t \cdot m}{\left(t_{\text{оч}} + \frac{d}{v} \right)} \right] \quad (4)$$

Таблиця 2

Залежність довжини черги від часу

Кількість транспортних засобів, що покинуло ділянку	Інтервал часу	Довжина черги транспортних засобів
0	0	$n \cdot x$
1	$t_{\text{оч}} + \frac{d}{v}$	$n \cdot x - 1$
2	$2 \cdot \left(t_{\text{оч}} + \frac{d}{v} \right)$	$n \cdot x - 2$
3	$3 \cdot \left(t_{\text{оч}} + \frac{d}{v} \right)$	$n \cdot x - 3$
...
i	$i \cdot \left(t_{\text{оч}} + \frac{d}{v} \right)$	$n \cdot x - i$
...
m	$m \cdot \left(t_{\text{оч}} + \frac{d}{v} \right)$	$n \cdot x - m$

Через деякий проміжок часу перший автомобіль прибулої групи зупинився внаслідок поломки та утворив перешкоду на смузі руху. Час його простою складатиме $\tau_{\text{пр}}$ секунд. Поступово, транспортні

засоби починають накопичуватись за перешкодою та утворювати затор. Визначимо розмір черги, яка може утворитись на цій смузі до кінця простою. Ця величина представляє собою різницю між кількістю автомобілів, що під'їхали до ділянки, та кількістю авто, що встигли об'їхати перешкоду:

$$z = n \cdot \left[\frac{2 \cdot \Delta t \cdot \tau_{пр}}{\left(t_{оч} + \frac{d}{v}\right)^2} \right] - \frac{\tau_{пр}}{\left(t_{оч} + \frac{d}{v}\right)} \quad (5)$$

Для отримання величини утвореної максимальної черги оберемо другою складовою кількість автомобілів, що встигне виїхати з черги під час очікування наступної групи автомобілів.

Розглянемо переміщення транспортних засобів одразу після аварійної зупинки першого автомобіля з прибулої групи (табл. 3).

Введемо величину z' – кількість транспортних засобів встигне покинути чергу за проміжок часу перед під'їздом наступної групи автомобілів:

$$z' = \begin{cases} \left\lfloor \frac{2 \cdot \Delta t \cdot v}{d} \right\rfloor, & \text{якщо } \left\lfloor \frac{\Delta t \cdot v}{d} \right\rfloor - \text{парне} \\ \left\lfloor \frac{2 \cdot \Delta t \cdot v}{d} \right\rfloor + 1, & \text{якщо } \left\lfloor \frac{\Delta t \cdot v}{d} \right\rfloor - \text{непарне} \end{cases} \quad (6)$$

Таблиця 3

Схема переміщення транспортних засобів одразу після аварійної зупинки першого автомобіля з прибулої групи

Кількість транспортних засобів, що покинуло чергу	Інтервал часу	Послідовність номерів транспортних засобів та їх позиція в черзі						
		1	2	3	4	5	...	z
1	2	3						
0	0	1	2	3	4	5	...	z
1	$\frac{d}{V}$		2	3	4	5	...	z
1	$2 \cdot \frac{d}{V}$	2		3	4	5	...	z
2	$3 \cdot \frac{d}{V}$		3		4	5	...	z
2	$4 \cdot \frac{d}{V}$	3		4		5	...	z
3	$5 \cdot \frac{d}{V}$		4		5		...	z

Продовження таблиці 3

1	2	3						
3	$6 \cdot \frac{d}{V}$	4		5		6	...	z
...
m	$(2m) \cdot \frac{d}{V}$	m+1		m+2		m+3	...	z
m+1	$(2m+1) \cdot \frac{d}{V}$		m+2		m+3		...	z

Утворилась система внаслідок того, що під час виділення цілої частини може залишитись дробова частина, а кількість автомобілів є цілим числом, тож округлення буде в більшу сторону.

Умовою, за якої транспортна черга не буде нескінченно збільшуватись є:

$$z' > n \tag{7}$$

Тобто кількість авто, що покидає ділянку, має бути більшою за кількість прибуваючих транспортних засобів до системи. На основі зазначених вище формул можна вивести результуючу формулу максимальної довжини транспортної черги, яка утвориться внаслідок простою аварійного транспортного засобу:

$$z_{\max} = z - (z' - n) \cdot i \tag{8}$$

В даному випадку коефіцієнт i являє собою кількість груп автомобілів (або інтервалів часу прибуття групи автомобілів), що буде потрібна для приведення системи у нормальний стан, а саме коли параметри руху транспортного потоку приймуть початкові значення. Даний коефіцієнт буде визначатись із наступного виразу:

$$i = \left\lceil \frac{z}{z' - n} \right\rceil + 1 \tag{9}$$

Тоді визначаємо час нормалізації дорожнього руху:

$$T_{\text{норм}} = i \cdot \Delta t + \tau_{\text{пр}} \tag{10}$$

Тоді використовуючи залежності (6), (9), остаточно отримаємо:

$$T_{\text{норм}} = \begin{cases} \left(\left\lceil \frac{z}{\left\lfloor \frac{2 \cdot \Delta t \cdot v}{d} \right\rfloor - n} \right\rceil + 1 \right) \cdot \Delta t + \tau_{\text{пр}}, \text{ якщо } \left\lfloor \frac{\Delta t \cdot v}{d} \right\rfloor - \text{парне} \\ \left(\left\lceil \frac{z}{\left\lfloor \frac{2 \cdot \Delta t \cdot v}{d} \right\rfloor + 1 - n} \right\rceil + 1 \right) \cdot \Delta t + \tau_{\text{пр}}, \text{ якщо } \left\lfloor \frac{\Delta t \cdot v}{d} \right\rfloor - \text{непарне} \end{cases} \tag{11}$$

Висновки

Таким чином, за в даній роботі було побудовано модель визначення довжини черги транспортних засобів при появі перешкоди на смузі руху та часу нормалізації дорожнього руху. Отримано аналітичну залежність кількості транспортних засобів, що очікують свою чергу при покиданні транспортного затору, від інтенсивностей покидання і прибуття автомобілів до системи та часу простою

аварійного транспортного засобу. Практична значимість введеної залежності полягає в тому, що вона дозволяє в умовах певної дорожньої ситуації отримувати значення часу, за який система повернеться до початкового стану, тобто час, за який зникне повністю транспортний затор, який утворився внаслідок тимчасової перешкоди. Це дозволить певним транспортним засобам, до прибувають до такої проблемної ділянки, встановлювати значення можливого загубленого часу та відповідно по-можливості обирати інший маршрут на мережі, що особливо корисно для транспортних засобів спеціальних служб (надзвичайного порятунку, швидка допомога, поліція тощо).

Список використаної літератури

1. Ахмадинуров М.М. Оптимизация светофорного регулирования с помощью программы моделирования транспортных потоков / Ахмадинуров М.М. ; Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Компьютерные технологии, управление, радиоэлектроника. – 2010. – №22 . - С.26-30.
2. Селиверстов С.А. Моделирование транспортных потоков мегаполиса с вводом новых видов водного внутригородского пассажирского транспорта / Селиверстов С.А., Селиверстов Я.А. ; Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015. – №2(30) . - С.69-80.
3. Моделирование транспортного потока в окрестности сужения УДС / Электронная библиотека: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=582526>
4. Славич В.П. Модель визначення довжини черги транспортних засобів при заданих параметрах світлофорного регулювання / Проблеми інформаційних технологій. – 2014. – №2(016) . - С.122-124.
5. Смірнов Н.Н. Математичне моделювання автотранспортних потоків. / Смірнов Н.Н., Кісельов А.Б., Нікітін В.Ф., Юмашев М.В. ; Мех-мат МГУ, 1999. – 191 с.

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

УДК 338.45:62(477)

В.М. КОРЖЕНЕВСЬКА
Запорізький національний університет**ПРОБЛЕМИ ТА ТЕНДЕНЦІЇ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ
МАШИНОБУДУВАННЯ В УМОВАХ КРИЗИ**

У даній роботі проаналізовано стан машинобудівної галузі України. Визначено головні проблеми збитковості вітчизняних підприємств. Подано характеристику видів кризових ситуацій на підприємстві. Висвітлено основні шляхи передбачення та подолання кризи. Виявлено зв'язок між рівнем поглиблення кризи та рівнем відповідності «вимогам» внутрішнього та зовнішнього середовища. Запропоновано здійснювати оцінку досягнення відповідності «вимогам» внутрішнього та зовнішнього середовища, виходячи з таких можливостей підприємства, як: адаптація до змін; зацікавленість у змінах; вектор змін; достатність часу для реалізації запланованих антикризових заходів; наявність економічних ресурсів.

Ключові слова: машинобудівна галузь, підприємство, криза, зміни, «вимоги» зовнішнього та внутрішнього середовища.

В.Н. КОРЖЕНЕВСКАЯ
Запорожский национальный университет**ПРОБЛЕМЫ И ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ В
УСЛОВИЯХ КРИЗИСА**

В данной работе проанализировано состояние машиностроительной отрасли Украины. Определены главные проблемы убыточности отечественных предприятий. Представлена характеристика видов кризисных ситуаций на предприятии. Выявлены основные пути предвидения и преодоления кризиса. Определена связь между уровнем углубления кризиса и уровнем соответствия «требованиям» внутренней и внешней среды. Предложено осуществлять оценку соответствия «требованиям» внутренней и внешней среды, исходя из таких возможностей предприятия, как: адаптация к переменам; заинтересованность в переменах; вектор изменений; достаточность времени для реализации запланированных антикризисных мер; наличие экономических ресурсов.

Ключевые слова: машиностроительная отрасль, предприятие, кризис, изменения, «требования» внутренней и внешней среды.

V.N. KORGENEVSKAYA
Zaporizhzhya National University**PROBLEMS AND TENDENCIES OF DEVELOPMENT MACHINE-BUILDING ENTERPRISES IN
THE CONDITIONS OF CRISIS**

In this article, we analyze the state of machine-building industry in Ukraine. The article identifies main problems of loss-making companies. The characteristic of crisis situations types at the enterprise is given. The main ways of anticipating and overcoming the crisis are described. The relationship between the level of deepening the crisis and the level of compliance with the requirements of internal and external environment is discovered. It is proposed to carry out assess the achievement of compliance with the requirements of internal and external environment, based on the capabilities of the enterprise, such as: adaptation to change; interest in change; direction of change; sufficient time for implementation of the planned anti-crisis measures; the availability of economic resources.

Key words: machine-building industry, enterprise, crisis, change, requirements of external and internal environment.

Постановка проблеми

В період глобально-політичних трансформацій проблема збитковості вітчизняних підприємств полягає, головним чином, в неефективному антикризовому менеджменті та відсутності стратегічного управління. Справа в тому, що більшість українських підприємств, зіштовхнувшись з фінансово-економічною кризою, були абсолютно до неї не підготовлені, що у кращому випадку призвело до

недоотримання ними частини прибутку, а у гіршому – до банкрутства. Лише конкурентоздатні підприємства, які були націлені на довгострокову стратегію економічного розвитку та використовували в своїй господарській діяльності антикризові інструменти, змогли вийти з кризи без значних втрат, і навіть заробити прибутки. Таким чином, чергова фінансово-економічна криза для нашої країни винесла важливий урок, який полягає у необхідності впровадження найкращих практик антикризового управління на всіх рівнях, а також встановлення чесних і рівних умов ведення бізнесу на основі добросовісної конкуренції.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Дослідження стану та перспектив розвитку підприємств машинобудування подано в роботах Л.І. Іовчевої, В.В. Козик, В.М. Максук, О.Б. Мних. Стабілізації діяльності підприємств в умовах кризи та питанням антикризового управління присвячено наукові праці А.С. Саакова, О.О. Терещенко А.М. Штангрета та ін. Однак, ще недостатньо вивченими залишаються питання функціонування і розвитку вітчизняних машинобудівних підприємств в умовах кризи, пошук шляхів подолання їх збитковості.

Формулювання мети дослідження

Метою роботи є оцінка діяльності підприємств машинобудівної галузі України, дослідження видів кризи на підприємствах та визначення основних шляхів її подолання.

Викладення основного матеріалу дослідження

Сучасний стан вітчизняної промисловості характеризується вкрай критичним рівнем. Сировинні ресурси в більшій мірі є вичерпаними, виробниче обладнання застарілим, інвестиції в оновлення та розширення виробничої бази є незначними.

Сьогодні Україна – одна за найбідніших країн Європи. Без модернізації економіки та освіти, без створення сприятливих умов для виробничої ініціативи, формування нових підприємств, кластерів, сотен тисяч ефективних робочих місць наївно розраховувати на процвітання країни [1, с. 39].

У спадщину Україна отримала монополізовану та корумповану економіку. Олігархи ніколи не були зацікавлені інвестувати у розвиток і модернізацію кошти, які вони заробляли на промислових об'єктах, що в кінцевому підсумку призвело до серйозного уповільнення економіки та кризи. Революція була реакцією на корупцію, як на рішення влади відвернутися від Європи та існувати в орбіті Росії. Як наслідок, наша країна опинилася у стані затяжної кризи [2, с. 14].

Статистика фінансових результатів до оподаткування вітчизняних промислових підприємств за видами економічної діяльності свідчить, що у 2015 році близько 27,3 % з них стали збитковими. Фінансовий результат (сальдо) до оподаткування підприємств промисловості становив – 179073,10 млн. грн. Фінансові результати (сальдо) до оподаткування за іншими видами економічної діяльності також були від'ємними за винятком сільського, лісового та рибного господарств [3].

Вітчизняна машинобудівна галузь протягом останніх років також відчула істотні втрати. За період 2010-2015 років в середньому 33,68 % підприємств машинобудування були збитковими (рис. 1).



Рис. 1. Рівень збитковості машинобудівних підприємств України за період 2010-2015 років, %

Протягом 2011-2014 років спостерігалася негативна тенденція до зростання збиткових машинобудівних підприємств з 32,7 % у 2011 році до 35,3 % у 2014 році. Фінансові результати до оподаткування вітчизняних підприємств за цей період значно підвищилися (рис. 2).

У 2015 році рівень збитковості машинобудівної галузі дещо зменшився – лише 26,5 % підприємств отримали збиток. Проте, фінансовий результат до оподаткування збиткових підприємств значно перевищив фінансовий результат до оподаткування прибуткових підприємств (сальдо склало 13006,00 млн. грн.). У 2014 році ситуація була ще гіршою – сальдо становило 20501,50 млн. грн.

Обмеження за обсягом потреб та платоспроможністю внутрішнього попиту на кінцеву продукцію підприємств машинобудування, висока енерго- та матеріалоемність виробництва, відсутність коштів на впровадження інноваційних розробок, низький інвестиційний потенціал України, непрозора та корумпована система національного виробництва та збуту – все це гальмує розвиток машинобудування в Україні [4, с. 155].

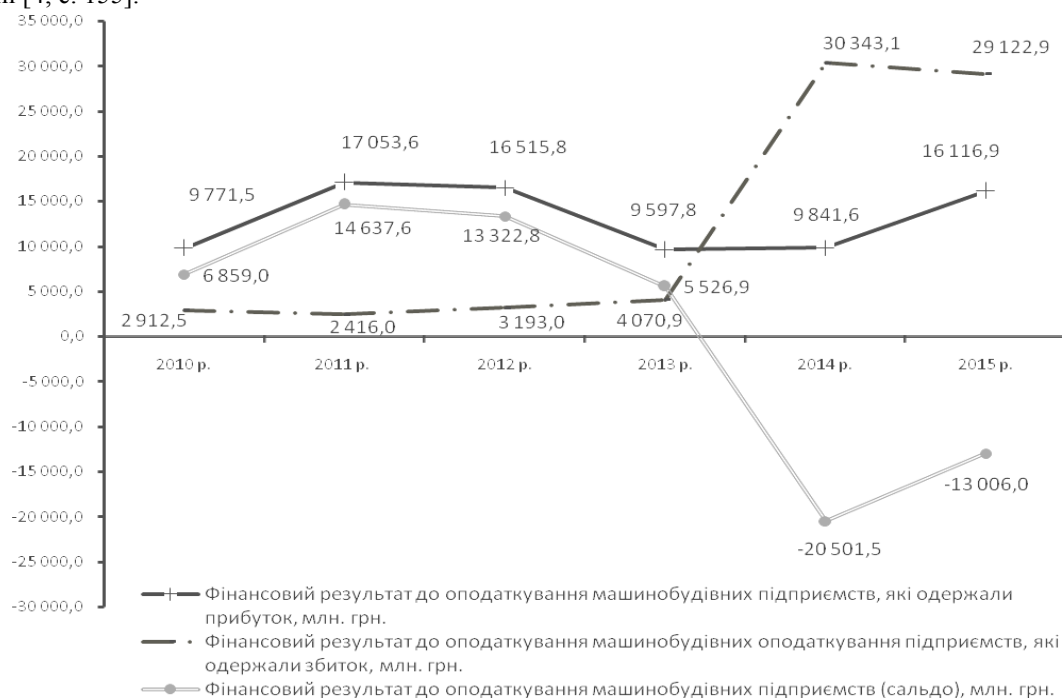


Рис. 2. Фінансові результати до оподаткування підприємств машинобудівної галузі України за період 2010-2015 років, млн. грн.

Незадовільна економічна ситуація в Україні вказує на необхідність використання економічних інструментів антикризового управління діяльністю підприємств, першочергове вирішення проблемних ситуацій, оптимізацію витрат та орієнтацію керівництва на власні можливості. В умовах відсутності коштів для відновлення виробництва актуальним стає питання підтримки вітчизняних підприємств машинобудування шляхом їх кредитування на пільгових умовах та державної фінансової підтримки.

Без фінансування реального сектора економіки стає неможливим розвиток та процвітання країни в цілому. На жаль, на сьогоднішній день, у банків немає «довгих» ресурсів, а можливості їх залучення обмежені. В 2015 році в умовах колосального відтоку коштів з банківської системи фінансові установи були вимушені відновлювати свою ресурсну базу, погоджуючись платити за залучений ресурс – депозити населення – по 25-27 % річних. При цьому висока вартість залучених коштів – не основний фактор, що обмежує можливості банків в частині фінансування бізнес-проектів. Відсутність законодавчої бази, яка б передбачала рівну частку відповідальності і для кредитора, і для клієнта, спротив прийняттю таких законопроектів (наприклад, неприйнятий законопроект № 2286а) дуже обмежують можливості відновлення ринку кредитування [5, с. 48].

Сьогодні управлінський персонал підприємств просто зобов'язаний систематично проводити діагностику рівня кризового стану, що дозволить спрогнозувати ймовірність появи кризи та здійснити необхідні трансформаційні перетворення.

До основних шляхів передбачення та подолання кризи підприємств слід віднести: моніторинг внутрішнього та зовнішнього середовища; прогнозування кризи з урахуванням циклічності розвитку економіки; створення резервного фонду; використання передових методик антикризового управління; підвищення кваліфікації працівників відділу антикризового менеджменту та управлінського складу підприємства тощо.

Будь-які кризові процеси потребують підвищеної уваги та активних дій керівного складу підприємства. Глибока та затяжна криза, як правило, може привести до зміни складу та структури системи підприємства. Від того, наскільки менеджмент готовий своєчасно реагувати на зміни внутрішнього і зовнішнього середовища та пристосовуватись до них, залежить майбутня життєздатність підприємства.

При здійсненні господарської діяльності управлінському персоналу підприємств потрібно враховувати ризики (кадровий, організаційний, інформаційний, соціальний, демографічний, інноваційний, ресурсний, науково-технічний, інвестиційний, виробничий, комерційний, екологічний, обліковий, юридичний, експертний) та чітко розуміти можливі наслідки прояву кризи, бути зацікавленим у їх подоланні [6, с. 323]. Необхідно зменшувати вплив кризових факторів (зниження якості продукції, порушення технологічної дисципліни, старіння технічних засобів, велика заборгованість за кредитами) та сприяти усуненню головних причин кризи (недостатній рівень знань про можливості прогнозування кризи, певний рівень відчуження у функціонуванні соціальних, політичних, економічних і психологічних механізмів, випадкові відхилення, прорахунки або помилки управлінців, інженерів) [7, с. 123 ; 8, с. 241].

В табл. 1 автором узагальнено різні види кризи на підприємстві, які мають місце за умов відповідності «вимогам» внутрішнього та зовнішнього середовища. Розпізнавання таких кризових ситуацій поряд з ефективним використанням економічних інструментів в системі антикризового управління підприємством дозволить своєчасно ідентифікувати кризу та успішно її подолати.

Таблиця 1

Характеристика видів кризових ситуацій на підприємстві (розробка автора)

Рівень кризи		Криза відсутня	Криза можлива (невисока ймовірність)	Граничний кризовий рівень	Катастрофічний кризовий рівень
Зміни					
На підприємстві відбувається зміна складу і структури системи	+ тенденція	Прогресивність обладнання, інноваційні технології, ефективна цінова політика, високий ступінь керованості	Оптимізація витрат, диверсифікація грошових потоків, ефективний внутрішній контроль	Можливість переходу на новий рівень розвитку (наприклад, зміни у зв'язку з освоєнням нової технології)	Необхідність проведення реорганізації, диверсифікації діяльності
	- тенденція	Необхідність підвищення економічної стійкості, ризикозахисності, платоспроможності	Погіршення фінансово-економічного стану, втрата конкурентних переваг, необхідність економічних змін	Банкрутство або ліквідація окремих напрямків діяльності підприємства	Вичерпання потенціалу росту підприємства, неможливість диверсифікації його діяльності, ліквідація
На підприємстві не відбувається зміна складу і структури системи	+ тенденція	Економічний розвиток, високий ступінь керованості	Вдосконалення виробництва, техніки та технології підвищення конкурентоспроможності	-	-
	- тенденція	Посилення уваги щодо управління фінансовою стійкістю, платоспроможністю та рентабельністю підприємства	Посилення уваги до стану використання економічних ресурсів, підвищення економічної ефективності, внутрішній контроль	-	-

Поява кризи на підприємстві, як правило, свідчить про необхідність проведення конкретних змін зі сторони керівного складу. Зміни можуть бути спрямовані, з одного боку, на коригування складу та структури системи підприємства в цілому, а з іншого боку, на досягнення відповідності «вимогам» зовнішнього та внутрішнього середовища [9, с. 74].

Досягнення підприємством відповідності «вимогам» зовнішнього та внутрішнього середовища можна оцінювати експертним шляхом. У випадку, якщо досягнення відповідності «вимогам» внутрішнього і зовнішнього середовища оцінюється позитивно (+ тенденція), стає можливим нейтралізація кризових процесів у господарській діяльності підприємства, якщо негативно (- тенденція) – можливе подальше поглиблення кризи та, відповідно, банкрутство підприємства.

Наслідком граничного та катастрофічного рівня кризи є, як правило, зміна складу і структури системи підприємства. Якщо, при цьому не відбувається ніяких позитивних зрушень в напрямку

відповідності «вимогам» внутрішнього та зовнішнього середовища, то криза на підприємстві стає нерегульованою. Криза може бути регульованою при граничному кризовому рівні підприємства, у випадку, якщо при зміні складу і структури його системи, менеджмент проводить такі антикризові заходи, які задовольняють «вимоги» внутрішнього та зовнішнього середовища (+ тенденція).

Досягнення відповідності змінам внутрішнього і зовнішнього середовища (рис. 3) на поточний момент і на перспективу можна оцінити, виходячи з таких можливостей підприємства, як: адаптація до змін; зацікавленість у змінах; вектор змін; достатність часу для реалізації запланованих антикризових заходів; наявність економічних ресурсів.

Адаптація до змін означає швидкість пристосування підприємства до впровадження змін у внутрішньому та зовнішньому середовищі. Зацікавленість у змінах означає бажання та готовність керівного складу підприємства прийняти необхідні зміни з метою нейтралізації, пом'якшення та подолання кризових процесів. Високий рівень зацікавленості у змінах може виступати своєрідним мультиплікатором та пришвидшувати процес до їх адаптації. Вектор змін означає їх спрямованість з урахуванням причин (внутрішніх та зовнішніх) появи кризи. Достатність часу означає чи вистачить підприємству запланованого та реального часу для попередження та подолання кризи. Наявність ресурсів означає чи спроможне підприємство вийти з кризи з урахуванням всіх наявних в його розпорядженні ресурсів.

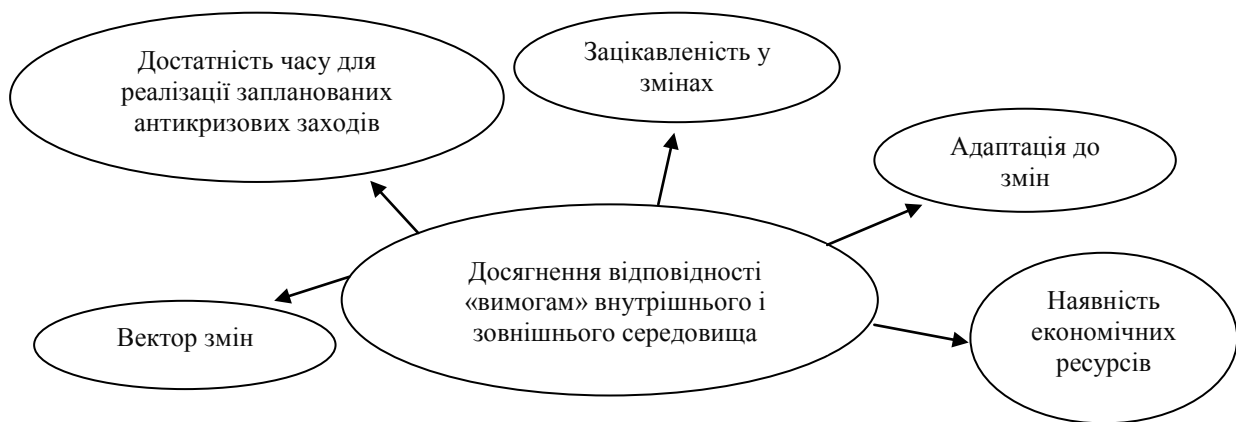


Рис. 3. Оцінка досягнення відповідності «вимогам» внутрішнього і зовнішнього середовища (розробка автора)

Управління розвитком вітчизняних підприємств у контексті нової філософії бізнесу вимагає розуміння закономірностей функціонування різних моделей розвитку інноваційної економіки, специфіки кризового менеджменту, розроблення проектів досліджень суміжних ринків. Розуміння проблемних задач в управлінні розвитком і бачення підходів до їх вирішення має особливо важливе значення для підприємств високотехнологічних секторів, які потенційно повинні виступати двигуном позитивних змін у реальному секторі економіки та розширювати економічний простір для впровадження інновацій [10, с. 59].

Висновки

З огляду на високий рівень збитковості вітчизняної машинобудівної галузі і промисловості в цілому актуальним стає використання економічних інструментів антикризового управління. Розуміння природи кризових явищ та видів кризи дасть змогу управлінському персоналу своєчасно реагувати на виникнення вузьких «місць» у господарській діяльності підприємств. Зацікавленість у вирішенні проблемних ситуацій ще задовго до настання кризи дозволить ефективно та прозоро вести бізнес, а отже з'явиться реальна можливість залучення інвестицій у виробництво і модернізацію економіки, виведення частини підприємств з тіні. Державні органи влади повинні максимально сприяти підтримці та фінансуванню вітчизняних машинобудівних підприємств, які виступають одним з провідних сегментів економіки України.

Список використаної літератури

1. Хмельницький В. Сизифов труд или Реформы / В. Хмельницький // Бизнес. – 2016. – № 22 (1217). – С. 39.
2. Гусев Ю. Только честный, прозрачный бизнес позволит привлечь финансирование / Ю. Гусев // Бизнес. – 2016. – № 24 (1219). – С. 14–15.
3. Офіційний сайт Державної служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>.

4. Іовчева Л. І. Розвиток машинобудівних підприємств в умовах виробничо-економічної кризи: екзогенні фактори впливу / Л. І. Іовчева // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. – 2015. – Випуск № 5. – С. 155–161.
5. Малинская Е. Экономика начала выздоравливать и для ее роста необходимо финансирование / Е. Малинская // Бизнес. – 2016. – № 24 (1219). – С. 48–49.
6. Козик В. В. Виявлення ризиків і загроз машинобудівного підприємства, що перебуває у стані кризи / В. В. Козик, В. М. Максюк // Бізнесінформ. – 2014. – № 7. – С. 315–324.
7. Терещенко О. О. Фінансова санація та банкрутство підприємств : навч. посіб. / О. О. Терещенко. – К. : КНЕУ, 2000. – 412 с.
8. Штангрет А. М. Антикризове управління підприємством : навч. посіб. / А. М. Штангрет, О. І. Копилюк. – К. : Знання, 2007. – 335 с.
9. Сааков А. С. Антикризисное управление как частный случай системной стабилизации бизнес-структур в условиях кризиса / А. С. Сааков, Н. Н. Егорова, Э. Б. Саакова // Вопросы управления. – 2015. – № 2. – С. 73–81.
10. Мних О. Б. Пошук нових векторів розвитку бізнесу для українських машинобудівних підприємств в умовах кризи / О. Б. Мних // Управління розвитком. – 2015. – № 2. – С. 54–60.

УДК 502.171:556(477.72)

В.А. МАЛЕЕВ, В.М. БЕЗПАЛЬЧЕНКО

Херсонский национальный технический университет

ВОДОХОЗЯЙСТВЕННЫЙ КОМПЛЕКС ХЕРСОНСКОЙ ОБЛАСТИ: СОСТАВ, АНАЛИЗ, ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Проведена оценка состояния водохозяйственного комплекса Херсонской области. При этом особое внимание уделено пропульсивной составляющей водохозяйственного комплекса – оросительным мелиорациям. Ограниченность местных водных ресурсов остается сдерживающим фактором развития сельских населенных пунктов Херсонской области. Установлена положительная корреляция между развитием сельских населенных пунктов и мелиорацией земель. Стратегия реформирования водного хозяйства области в целом должна опираться на общие ориентиры трансформации всего хозяйственного комплекса страны и учитывать основные составляющие: институциональные преобразования и интеграционные процессы. При этом необходимо определиться с приоритетами относительно развития и оптимизации водохозяйственного комплекса области.

Ключевые слова: водохозяйственный комплекс, оросительные мелиорации, коммунально-бытовой сектор, водный транспорт, рекреация, эколого-экономические проблемы, водные ресурсы.

В.О. МАЛЄЄВ, В.М. БЕЗПАЛЬЧЕНКО

Херсонський національний технічний університет

ВОДОГОСПОДАРСЬКИЙ КОМПЛЕКС ХЕРСОНСЬКОЇ ОБЛАСТІ: СКЛАД, АНАЛІЗ, ЕКОЛОГО-ЕКОНОМІЧНІ ПРОБЛЕМИ, ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ

Проведена оцінка стану водогосподарського комплексу Херсонської області. При цьому особлива увага надана пропульсивній складовій водогосподарського комплексу – зрошувальним мелиорациям. Обмеженість місцевих водних ресурсів залишається стримуючим фактором розвитку сільських населених пунктів Херсонської області. Встановлена позитивна кореляція між розвитком сільських населених пунктів і мелиорациєю земель. Стратегія реформування водного господарства області в цілому повинна опиратися на загальні орієнтири трансформації всього господарського комплексу країни і враховувати основні складові: інституціональні перетворення і інтеграційні процеси. При цьому необхідно визначитися з пріоритетами відносно розвитку та оптимізації водогосподарського комплексу області.

Ключові слова: водогосподарський комплекс, зрошувальні мелиорации, комунально-побутовий сектор, водний транспорт, рекреация, еколого-економічні проблеми, водні ресурси.

V.A. MALIEIEV, V.M. BEZPALCHENKO

Kherson National Technical University

WATER MANAGEMENT SYSTEM OF THE KHERSON REGION: COMPOSITION, ANALYSIS, ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC PROBLEMS, DEVELOPMENT PERSPECTIVES

The status of water sector of the Kherson region assessed. Particular attention is paid to the propulsive component of water sector – irrigation land reclamation. The limited local water resources remains a limiting factor in the development of rural settlements in Kherson region. A positive correlation between the development of rural settlements and land reclamation. The strategy for reforming the water management area in General should be based on common guidelines transformation of the entire economic complex of the country and to consider the main components: institutional transformation and integration processes. It is necessary to define priorities concerning the development and optimization of water management complex of the region.

Keywords: the water management system, irrigators land, municipal sector, water transport, recreation, environmental and economic problems, water resources.

Постановка проблемы

Вода – один из основных природных ресурсов, которую академик А. Ферсман назвал «важнейшим минералом на Земле». Украина по запасам доступных для использования водных ресурсов (≈ 1 тыс. м³ на одного жителя) относится к воднеобеспеченным странам [1]. Необходимость учета водного фактора в хозяйственной деятельности объективно исходит с принципиальной модели освоения природных ресурсов, содержания экологической, социальной и экономической оценки природной среды

и особенностей водных объектов как важнейших составляющих природного базиса общества. Под водохозяйственным комплексом (ВХК) понимают экологически, социально и экономически обоснованную систему отраслей и отдельных предприятий по использованию водных ресурсов [2]. В соответствии с Водным кодексом Украины под водными ресурсами следует понимать все объемы поверхностных, подземных и морских вод соответствующей территории [3]. Водно-ресурсный потенциал – совокупность водных ресурсов территории, которые могут быть использованы в народном хозяйстве с учетом тенденций научно-технического прогресса, отображает реальные возможности, базирующиеся на уже выявленных запасах ресурсов, существующих технологиях по их добыче и использованию [4]. В процессе водопользования происходят количественные и качественные изменения водно-ресурсного потенциала. Комплексное его использование, сохранение и восстановление является одним с важнейших заданий рационального природопользования. Наряду с водными ресурсами рек большое народнохозяйственное значение имеют запасы воды в искусственных водохранилищах. Для обеспечения хозяйственной деятельности страны водой на р. Днепр создано 6 водохранилищ, имеющих комплексное предназначение, с полезным объемом 18,7 км³ воды. Кроме этого в Украине существуют 28 тыс. прудов площадью 160 тыс. га и объемом воды 2,5 км³ [5].

Приватизация систем водоснабжения себя не оправдала. Частные компании не дают воду бедным. Вода – это право каждого человека, которое должно быть обеспечено государством. Количество и качество воды – своеобразное отображение состояния экономики, социума, экосистемы страны или отдельного региона. Проблемы водообеспечения часто связаны с просчетами в системе управления водными ресурсами, нежели с фактической нехваткой воды. Мощный ВХК Украины по структуре и уровню территориально-отраслевого водопотребления, водопользования и водоохраны является водоемким, несбалансированным и по экологическим параметрам не отвечает возможностям восстановления водных ресурсов [6]. Поэтому вопросы анализа функционирования и реформирования водохозяйственного комплекса страны в целом и Херсонской области, в частности, являются первоочередными с точки зрения эффективного использования природно-ресурсного потенциала.

Анализ основных исследований и публикаций

Задействованные в сфере хозяйственной деятельности водные объекты становятся важными факторами производства, значение которых зависит от направления хозяйственного использования водных ресурсов. Факторы водного режима по-разному влияют на конечные результаты производства – затраты трудовых, материальных и природных ресурсов в создании новых потребительских стоимостей. Возникает объективная необходимость установления общих и индивидуальных положительных и отрицательных факторов водного режима для водопотребителей с целью разработки нормативных требований к объему, режиму стока, качества воды со стороны отдельных отраслей народного хозяйства и последующего выбора наиболее эффективного их сочетания с учетом природоохранных ограничений [7]. Развитие продуктивных сил области на базе водных ресурсов приводит к дефициту последних [8]. Для их пополнения и охраны от загрязнений, необходимо направлять в водное хозяйство все больше средств. Особенностью формирования доходной части водного баланса и использования водных ресурсов обуславливают значительную дифференциацию затрат на водообеспечение, очистку и отведение сточных вод в различных районах области [9]. Не учет этих обстоятельств при планировании размещения продуктивных сил приводит к негативным последствиям в экономике в связи с недостаточным обоснованием: очередности использования водных ресурсов в масштабах отдельных природно-экономических комплексов; размещения промышленного и сельскохозяйственного производства; осуществления мероприятий по регулированию речного стока и межбассейнового перераспределения водных ресурсов [10].

ВХК Херсонской области представлен следующими участниками: орошаемое земледелие, коммунально-бытовой сектор, сельскохозяйственное водоснабжение, промышленность, водный транспорт, рыбное хозяйство, гидроэнергетика (Каховская ГЭС), рекреация. Рациональное использование и охрана водных ресурсов в нашей области больше всего зависят от экологической оптимизации орошаемого земледелия, которое является наиболее водоемкой составляющей ВХК. В нашей области вода – главный лимитирующий фактор, определяющий уровень развития и производительность земледелия. На фоне довольно прогрессивного способа полива дождеванием, который является основным в области, распространение заслуживает микродождевание, которое до этого времени применялось лишь для орошения многолетних насаждений, изредка овощных. Огромное значение имеет общая культура орошаемого земледелия (Андрусенко И.И., Балюк С.А., Ковда В.А., Коваленко П.И., Кукоба П.И., Лактионов Б.И., Лазер П.Н., Медведев В.В., Морозов В.В., Писаренко В.А., Полупан Н.И., Ушкаренко В.А.) [11, 12]. Установлена многовекторность и разнонаправленность процессов влияния орошения на окружающую среду. Отмечено положительное влияние орошения на формирование численности населения и систем расселения Херсонской области [13]. К сожалению, при планировании развития ВХК области недостаточно уделено внимания другим участникам комплекса, прежде всего, рекреации, водному транспорту, рыбному хозяйству.

Формулировка цели исследований

Целью исследования является анализ состава, динамики потребления воды участниками водохозяйственного комплекса Херсонской области, эколого-экономических проблем, концептуальных основ стратегии реформирования водопользования в рассматриваемом регионе.

Изложение основного материала исследований

Проведенный анализ динамики использования водных ресурсов участниками ВХК Херсонской области свидетельствует о значительном сокращении водопотребления в период 1990-2014 гг. [14]. Если в 1990 г. в области было использовано 2161 млн.м³ воды, то в 2013 г. – 1074 млн.м³. Максимальное снижение водопотребления по всем участникам ВХК отмечено в период 2001-2006 гг., в количественном отношении – в орошаемом земледелии (рис. 1).

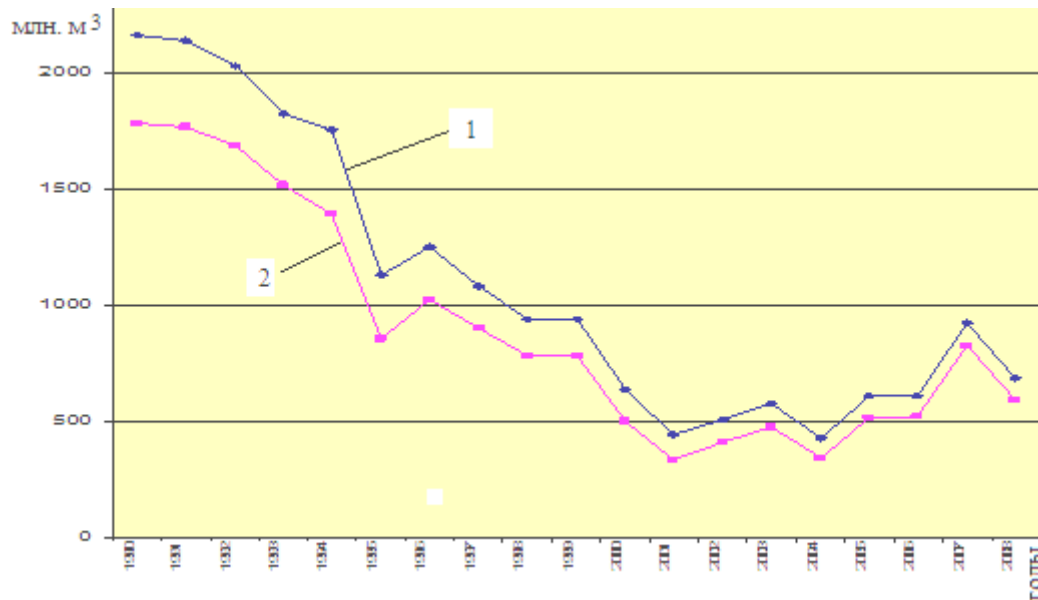


Рис. 1. Расходы воды в Херсонской области (1990-2010 гг.): 1 – общие, 2 – на орошение

За 123 года наблюдений областной агрометеорологической станции среднее количество осадков за год составляло 373 мм. Поэтому для области нет альтернативы орошаемому земледелию. В расчете на 1 га земли производительность орошаемого гектара превышает богару по Херсонской области в 2-4 раза. Наряду с положительным значением, неправильная эксплуатация оросительных систем привела к отрицательным экологическим последствиям. Непроизводительные затраты воды, превышение норм полива приводят к подъему уровня грунтовых вод и, как следствие – подтопление, засоление, осолонцевание почв. Если наибольшим загрязнителем водных объектов в Украине являются отрасли энергетики и промышленности, то в Херсонской области это – орошаемое земледелие.

В Скадовском, Новотроицком, Каховском, Чаплынском районах водных ресурсов почти в 1,5 раза больше, чем в среднем по области, что связано с наличием сети каналов (Северо-Крымского, Краснознаменского, Каховского). Также для этих районов характерным является почти полное отсутствие поверхностного стока и естественных водоемов пресной воды. Проведенный нами анализ показал, что вместе с увеличением массивов орошения в административных единицах возрастала численность сельского населения, что связано с необходимостью дополнительного персонала для обслуживания ирригационных сетей и ростом части трудоемких отраслей растениеводства.

Коммунально-бытовой сектор. Водоснабжение население и предприятий Херсонской области осуществляют 57 коммунальных, 373 ведомственных, 655 сельских водопроводов. Централизованным питьевым водоснабжением обеспечены все 9 городов, 32 поселка городского типа и 609 сельских населенных пунктов (93,7%). Вода для обеспечения питьевых потребностей населения области используется с подземных источников на 91,9 % и на 8,1 % с поверхностных источников. Наибольший уровень аварийных сетей в Белозерке, Каланчаке, Бериславе, Новотроицке, Чаплинке. Часть коммунально-бытового водоснабжения в водохозяйственном комплексе незначительна и составляет 5-7 % от общих расходов воды. В то же время водоснабжение населения области – самая важная социально-экономическая задача. Отсутствие или нехватка чистой питьевой воды – одна из главных причин ряда болезней. В Украине, как и какой-либо другой европейской стране, закреплён принцип приоритета бытового водоснабжения, заключающийся в том, что в любых условиях, население должно быть обеспеченным питьевой водой в первую очередь. Коммунально-бытовое хозяйство как водопользователь имеет ряд особенностей. Это, в первую очередь, высокие требования к качеству воды по физическим,

химическим свойствам и по микробиологическим показателям. Важное требование к питьевой воде – это отсутствие в воде патогенных микробов. Вторая особенность водопользования коммунально-бытового хозяйства – относительная равномерность использования воды в течение года и неравномерность расходов в течение суток. Годовые колебания составляют 15-20%, суточные – 65-70%. Большинство водопроводов построено в середине прошлого века и эксплуатируется без капитального ремонта и реконструкции, водопроводные сети полностью амортизированы и не обеспечивают герметичность водопроводов. Большинство артезианских скважин требуют реконструкции и ремонта, около 20 % водонапорных башен протекают и уже не подлежат ремонту. Практически без воды в весенне-летний период остается большая часть населения пгт Высокополье, Партизаны Генического района, часть Горностаевки, Ивановки. Из-за неудовлетворительного санитарно-технического состояния водопроводов жители сел Качкаровка, Саблуковка, Львово Бериславского района на протяжении многих лет используют для питьевых нужд днепровскую воду без предварительной очистки и обеззараживания. Привозной водой постоянно пользуются в области 15859 жителей 24 населенных пунктов. Общій процент населения, которое постоянно пользуется привозной водой составляет 5 %. В Каховском районе жители населенных пунктов Дудчено, Красное Подолье, Волинское, Дмитровка, Диброво, Натальевка, Черноморовка, Слиненко, Красный Перекоп, Марьяновка, Каменка, Коробки, Заозерное, Сокорки, Скворцовка, Зеленая Рубановка, Подовка, Калиновка из-за повышенной жесткости воды пользуются привозной.

Для водоснабжения г. Херсона используется подземный источник – Сарматский водоносный горизонт (водоносные породы – известняки). Для подъема воды Водоканал эксплуатирует 142 скважины глубиной 60-100 м, из которых 70 % исчерпали нормативный срок эксплуатации. Значительная часть нуждается в декальматации. Со скважин, расположенных на территории насосных станций и групповых водозаборов, насосы системой водопроводов 1-го подъема подают воду в резервуары чистой воды (РЧВ) насосных станций водопровода (НСВ), откуда насосами вода подается в распределительную сеть города. Насосных станций водопровода 6 единиц, 26 насосных агрегатов, из них 23 исчерпали нормативный срок эксплуатации. Резервуаров чистой воды РЧВ 14 единиц, общим объемом 41,9 тыс.м³. Каждый третий житель области проживает в областном центре. Поэтому водообеспечение г. Херсона является первоочередной задачей. Приведенные данные по качеству питьевой воды в распределительной сети г. Херсона свидетельствуют о том, что большинство нормативных критериев выполняются (табл. 1). Главная проблема в обеспечении жителей качественной питьевой воды состоит в необходимости замены устаревших водопроводных сетей.

Таблица 1

Качество питьевой воды в распределительной сети по районам г. Херсона (2012 г.)

Показатели	ГОСТ 2874-82 "Вода питна"	Районы города					
		Центр	ХБК	Шуменский	Таврический	Северный	Поселок Текстильщиков
1	2	3	4	5	6	7	8
Запах (бал.)	<2	0	0	0	0	0	0
Вкус (бал.)	<2	0	0	0	0	0	0
Цветность (град)	20	4	3	3	2	2	0
Мутность, мг/дм ³	1,5	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0
Остаточный хлор, мг/дм ³	0,3-0,5	-	-	-	-	-	-
Хлориды, мг/дм ³	350	300-800	200-300	350-600	200-250	200-350	150-200
Общая жесткость, моль/м ³	7-10	8-20	5-16	7-12	7-10	7-10	5-7
Сульфаты, мг/дм ³	500	450-850	300-400	400-450	200-300	200-300	100-200
Окисляемость, мг О/дм ³	ГДК-2,0	2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
Аммиак, мг/дм ³	ГДК-3,3	3-5	0,5-1	0-0,5	0-0,5	0-0,5	0
Нитриты, мг/дм ³	ГДК-3,3	0-0,5	0-0,2	0-0,2	0-0,1	0-0,1	0
Нитраты, мг/дм ³	45	30-110	5-25	10-25	5-15	5-15	1-4
Железо, мг/дм ³	0,3	0-0,1	0-0,1	0-0,1	0	0	0
pH	6-9	7-9	7-9	7-9	7-9	7-9	7-9
Сухой остаток, мг/дм ³	1000-1500	1500-3000	500-1500	1500-2000	500-1400	500-1400	500-500
Свинец, мг/дм ³	0,03	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025
Мышьяк, мг/дм ³	0,05	0-0,02	0-0,02	0-0,02	0-0,02	0-0,02	0-0,02

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8
Цинк, мг/дм ³	5,0	0-0,08	0-0,04	0-0,05	0-0,04	0-0,04	0
Фтор, мг/дм ³	1,2	0,2-0,4	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0,5-0,6	0, 5-0,25
Медь, мг/дм ³	1,0	0-0,03	0	0-0,01	0	0	0
Углекислота, мг/дм ³	10-30	10	10-20	10-20	10-20	10-20	5-10
Микробное число	100	0-10	0-10	0-10	0-10	0-10	10
Коли-индекс	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3

Анализируя проблемы водоснабжения и водоотведения в Херсонской области необходимо отметить следующие первоочередные меры по устранению кризисных точек: реконструкция очистных сооружений г. Берислава; перекладка самотечного канализационного коллектора № 8 в г. Херсоне; перекладка Северного самотечного канализационного коллектора по Бериславскому шоссе в г. Херсоне; перекладка Южного самотечного коллектора в г. Херсоне; реконструкция и строительство Верхне-Антоновского водозабора г. Херсона; реконструкция очистных сооружений г. Геническа; строительство сетей канализации восточной части г. Голая Пристань; реконструкция и расширение очистных сооружений г. Новая Каховка; продолжение строительства Ивановского группового водовода; разработка и утверждение региональной методики по расчету тарифов на водоснабжение и водоотведение; расширение системы бюветов в г. Херсоне, всех районных центрах области; установка малогабаритных модульных станций доочистки питьевой воды, прежде всего, на пищеблоках школ и детских садов.

Взаимосвязь проблем развития промышленного сектора и рационального водопользования требует соответствующего комплексного подхода относительно их решения. Херсонская область владела мощным промышленным потенциалом – 200 предприятий. Базовые направления – судостроение, судоремонт, машиностроение. Существенное значение имели также: приборостроение, топливная энергетика, стеклянная, деревообрабатывающая, легкая и пищевая промышленность. Затраты воды на производственные потребности уменьшились почти в 6 раз с 120 млн.м³ (1990 г.) до 21,4 млн.м³ (2010 г.). Затраты воды на сельскохозяйственное водоснабжение уменьшились в 52 раза с 170 млн.м³ (1990 г.) до 3,3 млн.м³ (2010 г.). Ситуация с водоснабжением сельских населенных пунктов остается критической. Количество затрачиваемой воды на прудовое рыбное хозяйство колебалось в пределах 14 млн.м³ (2003 г.) – 2,6 млн.м³ (2007 г.) Рыбное хозяйство области играет важную роль в продовольственном обеспечении региона, возобновлении природных ресурсов и занятости населения. Рыбохозяйственный потенциал области используется недостаточно эффективно (табл. 2). Стратегическим направлением в рыбном хозяйстве как участника ВХК Херсонской области является охрана и рациональное использование рыбных запасов в водоемах естественного происхождения и внедрение новейших ресурсо- и энергосберегающих технологий производства рыбы в водоемах различного происхождения и целевого назначения. Область имеет значительный водный фонд общей площадью свыше 2,6 млн. га, в состав которого входит: Северо-Западная часть Черного моря – 2206,0 тыс. га; Западная часть Азовского моря и часть Сиваша – 237,6 тыс.га; часть Днепро-Бугского лимана – 41,0 тыс.га; нижняя часть Каховского водохранилища – 64,0 тыс.га; Низовья Днепра – 4,1 тыс.га; пойменная система Днепра – 160,0 тыс. га; пруды и малые водохранилища – 8,4 тыс.га.

Таблица 2

Сильные и слабые стороны рыбного хозяйства Херсонской области

№	Сильные стороны	Слабые стороны
1	2	3
1	Область имеет богатый водный фонд, пригодный для развития разных направлений рыбной отрасли	Недостаточно благоприятный инвестиционный климат
2	Внутренние акватории имеют существенный биопродуктивный потенциал для получения качественной товарной рыбопродукции с низкой себестоимостью	Большинство рыбохозяйственных объектов требует восстановления, реконструкции и модернизации
3	Наличие специализированной инфраструктуры, что позволяет обеспечить эффективное производство рыбопосадочного материала – основы целенаправленного формирования ихтиофауны искусственных и естественных акваторий	Перспективы наращивания производства продукции рыбоводства, особенно рыбопосадочного материала требует искусственных кормов и удобрений
4	Наличие достаточного количества рыбохозяйственных объектов, которые могут быть реконструированы и использованы для наращивания производства	Эффективное промышленное рыболовство требует соответствующих орудий лова и современного

Продолжение таблицы 2

1	2	3
	продукции рыбоводства и рыболовства	промышленного флота
5	Область имеет треть от существующего общегосударственного количества производителей нового объекта аквакультуры- веслоноса, формируется ремонтное стадо	Имеющийся состав производителей и ремонта веслоноса находятся в родственных отношениях и с целью повышения гетерогенности стада необходимо прилитие крови за счет особей, обитающих в природном ареале
6	Существует фактическая возможность обеспечения рыбохозяйственных предприятий области квалифицированными кадрами соответствующего профиля. Область имеет научный потенциал (ХГАУ, Лаборатория аквакультуры ИРГ УААН, Херсонская гидробиологическая станция НАНУ), способный осуществлять эффективное научное сопровождение всех технологических процессов в рыбном хозяйстве	Практика в области кадровой политики привела к тому, что в ряде рыбохозяйственных предприятий области существует недостаточная обеспеченность квалифицированными кадрами

Водный транспорт, как участник водохозяйственного комплекса представлен, прежде всего, морским и речным портом. Становление г. Херсона, его история непосредственно связаны с развитием порта. Херсонский морской порт основан в 1778 г. Всегда играл роль градообразующего и бюджетонаполняющего предприятия. В составе портового флота судна класса «река-море», буксиры, баржи. Географическое положение г. Херсона предоставляет широкие возможности относительно повышения грузового оборота морского порта. В настоящее время, морской порт перерабатывает порядка 3 млн. тонн грузов, в тот же время проектная мощность – 5 млн.т. Навигация в порту работает весь год. В зимний период, когда р. Днепр замерзает, суда к порту проводятся ледоколами. Херсонский речной порт принимает судна с осадкой до 4 м. Порт имеет практику загрузки рейдовых судов с осадкой до 7,6 м. Речной порт очень удачно соединяет по водной артерии областной центр с Новой Каховкой, Каховкой, Бериславом, Энергодаром, Нововоронцовкой, Никополем, Запорожьем, Днепропетровском, Киевом. Кроме этого речной порт обеспечивает перевозку населения к зонам рекреации, дачным участкам. Главная проблема –устаревший речной транспорт. С экологической точки зрения болезненным остается вопрос проведения погрузо-разгрузочных работ минеральных удобрений в акватории морского порта.

Гидроэнергетика. Назначение Каховского гидроузла, как участника ВХК области, это не только энергоснабжение, но и улучшение судоходства, орошение засушливых земель, рыбоводство, водоснабжение и развитие рекреации. Строительство Каховского гидроузла началось в сентябре 1950 г. В октябре 1956 г. был введен в эксплуатацию последний, шестой гидроагрегат Каховской ГЭС. В состав Каховского гидроузла входят: гидроэлектростанция совмещенного типа с донными водосбросами; водосливная плотина; судоходные сооружения; земляная плотина; водозаборное сооружение Северо-Крымского канала. Полный объем водохранилища составляет 18,18 км³.

Установленная мощность ГЭС – 351 тыс. кВт. Уже в первое десятилетие после строительства Каховской ГЭС стало понятным, что кроме положительных моментов есть неблагоприятные экологические последствия, а именно: абразия берегов (Бериславский, Каховский, Горностаевский, Великолепетихский, Нововоронцовский районы), что обуславливает необходимость выделения значительных ежегодных капиталовложений, подтопление территории области, особенно ее левобережной части, изменение гидрологического режима и как следствие эвтрофикация Каховского водохранилища, невозможность попадания проходных рыб к местам нереста, что отрицательно обозначилось на рыбных запасах, накопление ила по всей акватории Каховского водохранилища и нижнего Днепра. Остро стал вопрос относительно проведения очистных работ, прежде всего, мертвого объема водохранилища. Анализируя гидроэнергетику с эколого-экономических позиций, мы делаем ударение на необходимости учета при разработке перспективных планов социально-экономического развития области как положительных так и проблемных аспектов данного участника водохозяйственного комплекса. Во-вторых, по нашему мнению, недопустимыми являются призывы относительно «обезвреживания» Каховского водохранилища вообще. Такие непродуманные действия могут привести к новой экологической катастрофе. Выход – в сбалансированной политике относительно вмешательства в природные процессы. Часть природных процессов относительно самовосстановления днепровской экосистемы область вынуждена взять на себя (закрепление берегов, очищение русел, строительство дренажных систем, восстановление рыбных запасов).

Рекреация – особый участник ВХК Херсонской области, который нуждается в немедленном вмешательстве относительно его экологического оздоровления. Очистные сооружения и

канализационные сети городов Геническ (сброс в Азовское море), Скадовск (сброс в Черное море), поселков Железный Порт (сброс в водоемы Черноморского биосферного заповедника), Каланчак (сброс в Черное море) не отвечают требованиям техногенно-экологической безопасности. Оборудование и сети сверхнормативно изношены, поэтому существует потенциальная угроза загрязнения водоемов рекреационных зон государственного значения. Вследствие несовершенства и изношенности систем водоотведения городов Херсон, Новая Каховка, Каховка, Берислав, пгт Горностаевка происходит загрязнение рекреационных зон р. Днепр недостаточно очищенными и неочищенными (аварийные сбросы) сточными водами.

Стратегия дальнейшего реформирования водного хозяйства области в целом, и пропульсивного участника ВХК – орошаемого земледелия, нуждается в системном подходе. По нашему мнению, стратегия должна опираться на общие ориентиры трансформации всего хозяйственного комплекса страны и учитывать основные факторы: институциональные преобразования и интеграционные процессы. Первый фактор определяется внутренней экономической политикой и особенностями развития производительных сил; второй – обуславливается динамикой мировой экономики. Экономическая политика государства достигла точки бифуркации касаясь более весомой поддержки отечественного товаропроизводителя. Помимо финансовых затруднений, болевым остается вопрос технического обеспечения строительства и эксплуатации мелиоративных систем. Внешний фактор можно охарактеризовать, как нежелание иметь в лице Украины – европейского конкурента, а, прежде всего, держать страну в качестве сырьевого придатка.

Нуждается в углубленном исследовании категория «финансовый риск мелиоративных мероприятий» как с позиций общеизвестных производных (риск снижения финансовой устойчивости, риск банкротства, риск неплатежеспособности), так и с позиций экологии (геоэкологические риски, риски деградации земель, подтопления территорий). Справедливым, на наш взгляд, является деление финансовых рисков мелиоративных мероприятий на «общенаучные» и «специфические». Разделение рисков мелиоративных мероприятий на две категории предопределяется специфической социально-экономической нагрузкой и степенью участия физических и юридических лиц в обеспечении социальной, экологической и продовольственной безопасности страны. Не сформированным остается механизм обеспечения устойчивого водопользования и усовершенствования институциональной среды развития предпринимательского сектора в водном хозяйстве области. Для определения основных приоритетов развития предпринимательской деятельности имеет значение анализ динамики и прогноз потребления пресной воды. Если рассмотреть динамику потребления за 1990-2010 гг., то весьма ярко проявляется тенденция к сокращению. Как известно, высочайший уровень потребления пресной воды приходился на 1990 г., когда максимально были загружены мощности промышленного сектора, сельского и жилищно-коммунального хозяйства, мелиоративного комплекса. В 2010 г. по сравнению с 1990 г. водопотребление уменьшилось в 2,5 раза. Причиной этого стало усиление стагнационных процессов в хозяйственном комплексе, свертывание объемов производства вызвало сокращение потребности в пресной воде. Затраты воды на орошение уменьшились в 2,5 раза с 1783 млн.м³ (1990 г.) до 695 млн.м³ (2010 г.). Положительной тенденцией мелиоративного комплекса области является внедрение хозяйствами, в том числе, высокоэкономичного капельного орошения.

Определение и научное обоснование основных стратегических целей и главных направлений повышения экологической устойчивости и сбалансированного развития водного хозяйства области (прежде всего, орошения), оптимальное обеспечение качественной водой населения, минимизация ущерба и социального напряжения вследствие неблагоприятного воздействия воды, сохранение водных систем – первоочередные задачи, которые необходимо решать в ближайшей перспективе руководству и научным работникам области. Эффективное внедрение мероприятий невозможно без достаточно структурированной управленческой вертикали управления водным хозяйством, которая не отвечает новой институциональной среде. Необходима инновационная модель водохозяйственного менеджмента на основе внедрения новой парадигмы водопользования; разработки инструментальной базы риск-менеджмента водопользования на макро- и микроуровнях; усовершенствования системы управления арендными отношениями в водохозяйственных комплексах районов области. Таким образом, определяющими принципами водообеспечения Херсонщины должны стать: приоритетность социальной сферы водоиспользования; экологически обоснованное развитие экономического потенциала районов области; внедрение водосберегающих технологий в орошаемом земледелии; комплексный подход к территориальной организации производства; программно-целевой метод планирования; прогнозирование водохозяйственной деятельности; разработка и внедрение государственного мониторинга вод и государственного водного кадастра на базе ГИС-технологий.

Достижение экологической устойчивости и сохранение водных ресурсов нуждаются в объединении мероприятий по предотвращению их количественного и качественного истощения, воспроизводства и поддержания целостности водных систем, развития водоохранной инфраструктуры.

Следующий этап включает разработку комплекса мероприятий по выбору модельных территорий и пилотных проектов апробации перспективных форм организации водного хозяйства во всех районах области. Не менее важным элементом реализации модели устойчивого водопользования в области является формирования кредитно-денежной системы и направлений фискального регулирования использования водных ресурсов. Необходима разработка механизмов беспрепятственного и перманентного переливания реального и фиктивного капитала в наиболее перспективные звенья водного хозяйства, а именно – орошаемое земледелие. Это можно осуществить путем развития первичного и вторичного фондового рынка в сфере водохозяйственного строительства, эксплуатации оросительных систем, жилищно-коммунальном хозяйстве и в сфере рыбоводства. Ускорить процессы авансирования капитала в реализацию перспективных водохозяйственных проектов (модернизацию оросительных систем, строительство систем капельного орошения и т.п.) может развитие инфраструктуры рынка водохозяйственных услуг, а также внедрение действенной системы кредитования и расчетов в водохозяйственном комплексе. Для повышения эффективности управления водным хозяйством предполагается создание условий для реализации модели, которая базируется исключительно на бассейновом принципе (как это предусмотрено Водным кодексом Украины и Общегосударственной программой развития водного хозяйства).

Нуждаются в пересмотре и экономико-правовые основы технической эксплуатации межхозяйственных мелиоративных систем, технического обслуживания внутриводохозяйственных сетей и сооружений, контроля за соблюдением режима работы водохранилищ, водохозяйственных систем и каналов. За счет реконструкции, модернизации и строительства новых оросительных систем в ближайшей перспективе площадь поливных земель целесообразно довести до 475 тыс.га. Водоподачу при этом необходимо уменьшить в 1,5-2,0 раза для предотвращения ухудшения мелиоративного состояния земель и сохранения ресурсов воды. Исходные принципы, которые положены в основу водосберегающей системы орошаемого земледелия, состоят во внедрении лимитированного распределения воды для поливов и экономического механизма водопользования.

Проблема оптимизации использования водных ресурсов заключается, прежде всего, в определении приоритетов и критериев. К сожалению, это не сделано. Пока мы не определимся с названными позициями, нас ждут неприятные сюрпризы. Как известно, оптимизировать водопользование одновременно для всех участников ВХК без нанесения вреда окружающей среде является делом архиважным, невероятно сложным и практически нереальным. Необходимо помнить, что пропульсивной составляющей ВХК Херсонской области является орошаемое земледелие, которое использует до 90 % водных ресурсов. Именно этот участник водохозяйственного комплекса нуждается в особом внимании со стороны научных работников, хозяйственников и представителей власти.

Первоочередное значение при обосновании и принятии проектных решений водохозяйственного строительства имеет всестороннюю оценку одноразовых и текущих затрат, обусловленных отчуждением в хозяйствах и природе в связи с созданием водохранилищ, изменением водного режима рек в нижних бьефах гидроузлов с учетом природных и экономических особенностей районов освоения водных ресурсов.

Учет водного фактора через оценку водных объектов как элементов природопользования является необходимым условием для выбора оптимального варианта вложения средств по освоению водных ресурсов повышения народнохозяйственной эффективности капитальных вложений, связанных с комплексным использованием рек, озер и водохранилищ.

Выводы

1. Вода – не только фактор производства, а и необходимое благо и ресурс обеспечения нормальных условий жизнедеятельности населения Херсонской области. Поэтому политика сбалансированного развития должна системно охватывать все сферы использования водных ресурсов и базироваться на общей концепции трансформации всего хозяйственного комплекса, а также согласовываться с концепцией устойчивого развития и перспективами интеграционных процессов.

2. Экологическая составляющая водохозяйственной деятельности в Херсонской области включает приоритетные вопросы по оптимизации участников ВХК, а также минимализации рисков в системе «орошение – рыбное хозяйство – водный транспорт – гидроэнергетика». Решение данной проблематики должно базироваться, прежде всего, на создании комплексной геоинформационной системы с банком кадастровой информации о водном фонде районов, водных ресурсах области и средства их регулирования, структуру земельных угодий и мелиорированных земель, качество воды и другую информацию.

3. Стратегия дальнейшего реформирования водного хозяйства области в целом и пропульсивного участника ВХК – орошаемого земледелия – требует системного подхода. От эффективного использования и сохранения орошаемых земель в значительной мере зависит продовольственная безопасность, экономическая и социальная ситуация в области. Стратегия должна базироваться на общих ориентирах трансформации всего хозяйственного комплекса страны, учитывая

основные факторы: институциональные преобразования и интеграционные процессы. Первый фактор определяется внутренней экономической политикой и особенностями развития производственных сил, второй – обуславливается динамикой мировой экономики. Болевым остается вопрос технического обеспечения строительства и эксплуатации мелиоративных систем.

4. Ограниченность местных водных ресурсов остается сдерживающим фактором развития сельских населенных пунктов Херсонской области. Соответственно, восстановление оросительных систем является одним из базовых факторов улучшения условий жизни сельского населения.

5. Не менее важным элементом реализации модели постоянного водопользования является формирование денежно-кредитной системы и направлений фискального регулирования использования водных ресурсов. Необходима разработка механизма беспрепятственного и перманентного переливания капитала в наиболее перспективные участки водного хозяйства. Это можно осуществить путем расширения первичного и вторичного фондового рынка в сфере водохозяйственного строительства, эксплуатации оросительных систем, жилищно-коммунального хозяйства в сфере рыболовства.

6. Для оплаты за воду предлагаем использовать тарифную систему, которая базируется на двойной основе (основной и дополнительной). Основная плата постоянная и, как правило, не превышает установленного лимита. Дополнительная плата взимается за сверхлимитное использование воды. Тариф при этом будет рассчитываться в основном по повышенной шкале. В то же время, для отдельных районов области возможные субсидии или другие преференции в области орошаемого земледелия.

7. Эффективное внедрение мероприятий в Херсонской области невозможно без формирования системно структурированной управленческой вертикали водным хозяйством. Существующая вертикаль уже не соответствует новой институциональной среде, которая формируется в сфере природопользования, а также общим тенденциям интеграции. Инновационная модель водохозяйственного менеджмента должна быть сформирована на основании новой парадигмы водопользования; усовершенствования системы управления арендными отношениями в ВХК районов области.

Список использованной литературы

1. Ігнатенко М.Г., Малєєв В.О., Пилипенко Ю.В. Основи економіки природокористування: Навч. посібник, Херсон: Олді-плюс, 2007. – 312 с.
2. Левківський, С.С. Рациональне використання і охорона водних ресурсів / С.С. Левківський, М.М. Падун // Підручник. – К. : Либідь, 2006. – 280 с.
3. Водний кодекс України [Електронний ресурс.] – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua>.
4. Природно-ресурсний потенціал сталого розвитку України / Данилишин Б.М., Дорогунцов С.І., Коваль Я.В. та ін. - К.: ЗАТ "НІЧЛАВА, 1999. –715 с.
5. Водне господарство в Україні / За ред. А.В. Яцика, В.М. Хорєва. – К. : Генеза, 2000. – 456 с.
6. Яцик А.В., Бабич М.А. Водогосподарське-екологічне районування України // Водне господарство України. 2000. – № 1-2. – С.10-12.
7. Малєєв, В.О. Особливості опустелювання агроландшафтів Херсонщини // Матеріали Семінару стосовно затвердження Національної доповіді щодо впровадження в Україні Конвенції ООН про боротьбу з опустелюванням. – К. : Фітосоціоцентр, 2007. – С.62–69.
8. Розміщення продуктивних сил / Ковальський В.В., Михайлюк О.Л., Семенов В.Ф. та ін.: Навчальний посібник. - К. : Либідь, 1996.– 368 с.
9. Хвесик, М.А. Інституціональне середовище сталого водокористування в умовах ринкових відносин: національні та регіональні виміри: Монографія / М.А. Хвесик, В.А. Голян, Ю.М. Хвесик – К.: Книжкове вид-во НАУ, 2005. – 180 с.
10. Шашук, В.А. Еколого-економічні основи басейнового управління водними ресурсами / В.А. Шашук.– Дніпропетровськ: ВАТ «Вид-во Зоря», 2006. – 480с.
11. Ушкаренко, В.О. Оцінка процесів підтоплення геосистем Херсонської області /В.О. Ушкаренко, В.В. Морозов., В.О. Малєєв. // ТНВ : науковий журнал. Вип. 69. – Херсон : Айлант, 2010. – С.131–143.
12. Малєєв, В.А. Мелиорации в контексте устойчивого развития АПК Херсонской области /В.А.Малєєв //Материалы международной научно-практической конференции «Социально-экономические и экологические проблемы сельского и водного хозяйства». Ч.1. М. : ФГОУ ВПО МГУП, 2010. – С.236–246.
13. Малєєв, В.О. Вплив водного фактора на умови життєдіяльності сільського населення Херсонської області / В.О. Малєєв, О.В. Машкова // Таврійський науковий вісник: науковий журнал. Вип.69. – Херсон: Айлант, 2010. – С.237–248.
14. Малєєв, В.О. Еколого-економічні проблеми використання земельних ресурсів – базової складової природно-ресурсного потенціалу Херсонської області / В.О. Малєєв, В.М. Безпальченко // Вісник ХНТУ. – Херсон : ХНТУ, 2014. – № 4(51). – С. 213–218.

ПРОБЛЕМИ ВИЩОЇ ШКОЛИ

УДК 316.48:005.95

В.А. МАЛЕЕВ, В.М. БЕЗПАЛЬЧЕНКО
Херсонский национальный технический университет

МОББИНГ: ПРИЧИНЫ, ТАКСОНОМИЯ, ПОСЛЕДСТВИЯ

В данной работе рассмотрены причины, проведена таксономия, проанализированы динамика и последствия моббинга среди студентов высшего учебного заведения. Показаны тенденции проявления проблемы как во время учебы в школе, так и в университете. Приведены различия в количественном соотношении проявлений видов моббинга: мужчины – женщины, школа → университет. Выявлены наиболее встречаемые последствия вертикального и горизонтального моббинга. Стратегия по разработке мероприятий снижения случаев проявления моббинга в высшей школе должна базироваться на комплексных статистических исследованиях и опираться на теоретико-методологические основы системного подхода решения данной проблемы при изложении фундаментальных и прикладных дисциплин (этика, психология, экономика, безопасность жизнедеятельности, охрана труда).

Ключевые слова: вертикальный и горизонтальный моббинг, боссинг, таксономия, моббинг-атаки, психологический прессинг.

В.О. МАЛЄЄВ, В.М. БЕЗПАЛЬЧЕНКО
Херсонський національний технічний університет

МОББІНГ: ПРИЧИНИ, ТАКСОНОМІЯ, НАСЛІДКИ

У цій роботі розглянуті причини, проведена таксономія, проаналізовано динаміка та наслідки моббінгу серед студентів вищого навчального закладу. Показані тенденції прояву проблеми як під час навчання в школі, так і в університеті. Приведені відмінності в кількісному співвідношенні проявів видів моббінгу: чоловіки - жінки, школа → університет. Виявлені наслідки, що найбільш зустрічаються, при вертикальному і горизонтальному моббінгу. Стратегія з розробки заходів щодо зниження випадків прояву моббінгу у вищій школі повинна базуватися на комплексних статистичних дослідженнях і спиратися на теоретико-методологічні основи системного підходу вирішення цієї проблеми при викладанні фундаментальних та прикладних дисциплін (етика, психологія, економіка, безпека життєдіяльності, охорона праці).

Ключові слова: вертикальний і горизонтальний моббінг, босинг, таксономія, моббінг-атаки, психологічний натиск.

V.A. MALJEJEV, V.M. BEZPALCHENKO
Kherson National Technical University

MOBBING: REASONS, TAXONOMY, CONSEQUENCES

In hired reasons are considered, taxonomy is conducted, a dynamics and consequences of mobbing are analysed among the students of higher educational establishment. The tendencies of display of problem are shown both during studies at school and in an university. Distinctions over are brought in quantitative correlation of displays of types of mobbing: men are women, school → university. The most met consequences are educed vertical and horizontal mobbing. Strategy on development of measures of decline of cases of display of mobbing at higher school must be based on complex statistical researches and lean against theory and methodological bases of approach of the systems of decision of this problem at exposition of fundamental and applied disciplines (ethics, psychology, economy, safety of vital functions, labour protection).

Keywords: vertical and horizontal mobbing, bosing, taxonomy, mobbing-attack, psychological pressing.

Постановка проблемы

Моббинг – часто повторяющееся, систематическое издевательство, психологический террор. Моббинг может быть проявлен в самых различных формах: коммуникативно-эмоциональная изоляция, бойкот, угрозы, сбор компрометирующих данных и негативное «сарафанное» вещание в виде умышленного или пассивного распространения слухов, плановые и спонтанные вмешательства в рабочий процесс, целью которых является срыв деловых отношений с клиентами, угрозы, унижение, «подстава» – путем предоставления заведомо неправдивой информации, запугивание, психологический

прессинг, игнорирование инициативы, а порой (со стороны руководства) наказание, провокационные вопросы, «приклеивание» обидных ярлыков путем лживых утверждений и негативных умозаключений, стрессогенные анонимы. В соответствии с законодательством Евросоюза, европейский работодатель, который не в состоянии обеспечить защиту от психологического преследования или жестокого обращения, будет оштрафован на сумму от 3.000 до 20.000 евро. Жертва психологического насилия может получить в виде индивидуальной компенсации до 50.000 евро. Трудовое законодательство Украины не рассматривает проблему моббинга. Напротив, усложняя процесс увольнения сотрудника, подталкивает руководителя к более «простому» способу избавления от сотрудника, а именно психологическому прессингу. При отсутствии правовой базы в решении данного конфликта, сотруднику остаются методы, так называемой психологической саморегуляции. Многолетний опыт показывает, что прямая борьба с данным явлением, в ситуации, когда вы являетесь жертвой психологического насилия, не дает хороших результатов, также как и разговоры с агрессивной группой. Сложность коррекции данной ситуации усложняется групповой тенденцией в моббинге. Дело в том, что часто отдельные лица вкладывают в процесс «загона жертвы» различные усилия и очень сложно определить степень участия каждого. Прямой «разбор полетов» с участвующими лицами, также не принесит значительных результатов, а вероятность определить зачинщика, сводится к минимуму, тем более, если подстрекатель находится вне коллектива. Часто основным двигателем рассматриваемого проблемного процесса, является трусливая, не уверенная в себе завистливая личность [1].

Особенно актуальна данная тема для молодых граждан нашей страны: учащихся школ, профессионально-технических училищ, колледжей, студентов высших учебных заведений. Это время становления личности и поэтому первые психологические удары для человека могут стать весьма трагическими. Выявление количественных показателей, основных и сопутствующих причин проявления моббинга, теоретико-методологическое обоснование при разработке мероприятий по устранению данной проблемы на базе глубоких и широких исследований являются, безусловно, приоритетными для всего общества в целом, но и в частности для высшей школы.

Анализ последних исследований и публикаций

Моббинг – психологическое давление, травля коллектива или его части (руководства, подчиненных или коллег) в отношении работника, осуществляемые с целью вынудить человека сменить работу. Моббинг в организации, как правило, выражается в постоянной и часто необоснованной критике, в распространении о сотруднике заведомо ложной информации (слухов), подрывающей профессиональную компетентность и репутацию. Моббинг проявляется и в виде насмешек, провокаций, прямых оскорблений, запугиваний, бойкота, демонстративного игнорирования, в нападениях, ущемляющих честь и достоинство, и даже в виде причинения материального или физического вреда [2]. Причины возникновения моббинга: желание отомстить, жажда власти, обычная скука, личная злоба, вызванная страхами или завистью. Стать жертвой моббинга может практически любой человек: от рядового служащего (студента) до руководителя самого высокого ранга (ректора). Жертвами моббинга часто становятся те, кто занимает высокооплачиваемую или относительно высокую должность, место, которое мечтают занять другие. В группу риска психологической травли попадают «белые вороны» – люди, отличающиеся от большинства. Потенциально опасной является ситуация прихода в сформировавшийся коллектив нового руководителя (куратора, декана), который начинает вносить новизну и менять порядки, нарушая устоявшиеся правила и негласные нормы. Моббинг может быть и следствием желания руководителя, напугав подчиненных, повысить свой авторитет. Причиной таких отношений может стать незначительный конфликт. Желание отомстить является чем-то вроде вечного двигателя: пока моббер не добьется своего, он не успокоится. Распространенная причина проявления моббинга – скука. Достаточно просмотреть лишь некоторые сайты, чтобы в этом убедиться. Человек оказывается под психологическим прессом просто из-за чьей-то забавы и желания поразвлечься.

Горизонтальный моббинг – притеснения со стороны коллег по работе или учебе. Если инициатором психологической травли становится непосредственный руководитель это уже вертикальный моббинг (боссинг). Цель латентного моббинга – сделать пребывание на рабочем месте невыносимым, вынудить покинуть предприятие, организацию или учебное заведение. Для человека такое отношение коллектива становится тяжелым испытанием, он не выдерживает прессинга: пишет заявление об уходе [3]. Вертикальный латентный моббинг проявляется в том, что босс не замечает результаты вашего труда, дает самую безнадежную работу, проводит в ваше отсутствие важные совещания, игнорирует инициативу. Открытый моббинг – крайняя его степень. В ход идут все средства: открытые насмешки, издевательства, оскорбления, порча важных документов или личных вещей. Предвестниками моббинга могут быть чувство досады, зависть, спровоцированная преимуществом и достатком другого, желание унижить жертву ради удовлетворения своих амбиций, для развлечения, для самоутверждения. Вторым предвестником моббинга является желание подчинить, контролировать кого-то. В-третьих, моббингу способствует присущее жертве психологического насилия, чувство вины из-за чего-то или просто физической слабости. Жертвы психологического прессинга постоянно пребывают в

состоянии сильного потрясения, на протяжении всего времени травли, остаются внимательными к внешним проявлениям психологического насилия, постоянно находятся в ожидании очередной подножки со стороны коллег. Значительно и стремительно падает самооценка жертвы, но главным двигателем моббинга является страх [4]. Медицинские исследования, проводимые в Европе, показали, что люди, подвергающиеся на работе эмоциональному насилию, очень быстро становятся психологически нестабильными. Их начинают терзать различные фобии, падает самооценка, появляются характерные стрессу симптомы – головная боль, простуда, нарушение сна. Развиваются хронические заболевания, а вынужденное отсутствие на работе из-за плохого самочувствия вызывает претензии, новые моббинг-атаки. Часто моббинг становится причиной потери концентрации внимания и умственной работоспособности (нередки инфаркты). В результате человек уже не в силах выполнять свои должностные обязанности и вынуждено увольняется по собственному желанию. Однако, на этом его проблемы со здоровьем могут не закончиться – могут остаться или даже усилиться, приведя к такому диагнозу, как посттравматический стресс. Последствия коллективного психологического террора также негативно сказываются на близких моббируемого. Страдают отношения, в организациях, предприятиях, учреждениях значительно падает уровень производительности труда, снижается эффективность деятельности. Выделяют три основные фазы формирования моббинга [1].

Фаза I. Базовый конфликт.

1. Незавершенные конфликты, которые не являются еще моббингом, но имеют тенденцию к развитию, находясь, таким образом, у истоков психологического насилия на рабочем месте.
2. Нарастание негативной массы (повышается агрессия, растёт недовольство).

Фаза II. Вторичный конфликт.

3. Давно позабыты старые обиды и на первый план выходят две роли: «Агрессор» и «Жертва». Окончательно выделяется жертва.
4. Системная корпорация. Происходит «заражение» негативной энергетикой части или целого коллектива в объединении против «жертвы».
5. Идентифицированный пациент («козел отпущения»). Создание мифа, в котором с носителем симптома «жертвы» связывается наличие всех проблем в коллективе. На этом этапе у человека укореняется оборонительная стратегия поведения, которая часто проявляется в постоянном оправдании своих поступков.
6. Коммуникативно-эмоциональная депривация – полная изоляция от общения, в результате чего, человек находится в постоянном состоянии стресса и подвержен частым ошибкам, которые ведут к понижению уверенности в себе и еще большей тревожности, снижению самооценки.

Фаза III. Личностный конфликт.

7. Внимание агрессоров приковано к неуравновешенному состоянию «жертвы», к его постоянным ошибкам, возникает возможность фактического устранения сотрудника из сферы рабочей деятельности.
8. Соматический этап. Нахождение в постоянном прессинге запускает в человеке защитные механизмы, приводящие к психосоматическим заболеваниям. Распространенным диагнозом в подобной ситуации может являться гипертония, нарушение работы желудочно-кишечного тракта.
9. Идентичность жертвы. Человек, подверженный психологическим атакам со стороны коллег, осознает свою жертвенность и беспомощность, его дух окончательно сломлен, никчемность доказана. На данном этапе часто жертвам моббинга поступают «дружественные» предложения проверится в больнице, взять отпуск для отдыха, сменить деятельность, в большинстве случаев эти слова звучат действительно спасительно.
10. Уход. Завершающим этапом является инвалидизация в социальной сфере. Часто – это может быть серьезное заболевание, как психологической направленности, так и психосоматической. В самых жестких случаях моббинга, жертва может прибегнуть к физическому насилию обидчиков или самоубийству.

Профилактика моббинга включает: формирование и поддержание в рабочих коллективах здорового социально-психологического климата, совершенствование у высшего руководства управленческих навыков, разработка и внедрение механизмов получения обратной связи, четкая формулировка служебных обязанностей, рациональное разделение труда, исключение дублирования задач, понятные правила карьерного роста, прозрачный механизм принятия управленческих решений, исключение родственных связей между руководством и подчиненными, нетерпимое отношение к разносчикам сплетен [5].

Формулировка цели исследований

Целью исследований являлось получение, анализ статистической информации и разработка теоретико-методологических основ профилактики моббинга среди студентов высших учебных заведений. Основные методы исследований: монографический, статистический.

Изложение основного материала исследований

В таких развитых странах, как Швеция, Англия, США, Австралия проблемой моббинга всерьёз обеспокоены. Например, в Нидерландах от моббинга страдает каждый четвёртый, а в Германии – больше миллиона. Мало, кто понимает, что моббинг – это не проблема отдельно взятого человека. На самом деле, это серьезная проблема организации, ставящая под угрозу возможность ее выживания [6].

Любой университет не сможет развиваться, если отдельные его руководители сознательно тормозят развитие карьеры своих подчиненных, создают невыносимые условия для работы, способствуя тем самым оттоку наиболее талантливых и перспективных сотрудников. Поэтому руководитель вуза – это тот, кто в первую очередь должен быть заинтересован в борьбе с этим явлением. От него зависит, удастся ли привлечь и удержать в университете лучшие кадры или придется против своей воли «подарить» их конкурентам. Исследование проводится в два этапа: среди студентов и среди преподавателей. Данная статья посвящена проблеме моббинга среди студентов. Анкетирование было проведено среди двухсот студентов различных факультетов ХНТУ (было опрошено 100 студенток и 100 студентов). Были получены, на наш взгляд, интересные данные. Опрос студентов по поводу моббинга во время обучения в школе показал, что больше половины (54%) мальчиков сталкивались с горизонтальной формой моббинга (рис. 1.).

В то же время, девочки значительно реже сталкивались с данной проблемой в школе (32%), по сравнению с мальчиками. Возникает серьезный вопрос: чем это объяснить? В качестве причин можно рассматривать: гендерный состав коллектива (преобладание в школах преподавателей-женщин), борьба за лидерство, феминизм, социальное положение семей, отличие мужской и женской психики в подростковом периоде. С вертикальной формой моббингом столкнулось 38% мальчиков и всего 14% девочек. Разрыв колоссальный, в 2,5 раза. Следует отметить незначительное количество школьников, которые подверглись одновременному воздействию двух видов моббинга (4% мальчиков и 2% девочек).

Цифры незначительные, но заставляют задуматься. Данные статистической обработки показали, что в университетские годы студенты, в целом, реже подвергались различным видам моббинга. Горизонтальный моббинг отметили 40% юношей-студентов и только 6% – студенток. Причину такого различия предположительно можно объяснить сложностью адаптации повзрослевших юношей в новом коллективе (борьба за лидерство, различия в физической силе, интеллекте, социальном статусе). В то же время, ситуацию с горизонтальным моббингом в ХНТУ среди девочек можно считать весьма положительной. Следует отметить разнонаправленные тенденции по вертикальному моббингу, то есть, отношение преподавателей к студентам. 20% студентов отметили его проявление, что является позитивным по отношению к школьным годам (снижение почти в 2 раза), но является недопустимым с позиций высшей школы по формированию интеллигенции страны. Среди студенток 18% подверглось вертикальному моббингу, что превышает школьные показатели в 2,5 раза. Причины усиления вертикального моббинга для девочек, на наш взгляд, охватывают широкий спектр причин. Не отрицая отдельных случаев проявления чистого боссинга, следует обратить внимание на следующие факторы: вследствие краткого времени общения с преподавателями (значительное сокращение лекционных курсов и лабораторно-практических занятий и увеличение часов на самостоятельную работу) довольно часто не удается студентам установить доверительный контакт (студент не осознает и не понимает требований высшей школы и, как следствие, воспринимает как форму моббинга); переход на платную систему образования в некоторой степени способствовал снижению уровня знаний; при значительном разрыве в группах уровня знаний часть студентов с низким IQ современные требования высшей школы со стороны преподавателей воспринимают, как вертикальный моббинг. Поэтому, несомненно, независимое тестирование в определенной степени решает данную проблему. Одним из факторов является ложное восприятие отдельных недоразумений как форма проявления моббинга. Совместному моббингу подверглись 4% студентов и 2% студенток, что соответствует данным по школе. Для них (как и для всех, подвергшихся моббингу) необходимо создание реально действующей университетской и общегородской служб психологической помощи. В целом, моббинг негативно влияет на психологическое состояние человека (табл. 1). Интересно, что для части студентов моббинг способствовал самосовершенствованию.

Таблица 1

Влияние моббинга на психологическое состояние человека

Последствия моббинга	Юноши (%)	Девушки (%)
Способствовал самосовершенствованию	20	10
Испытывали стресс	46	32
Нарушение сна	15	22
Изменение места обучения	5	7
Изменение самооценки	17	25
Мысли о суициде	4	2

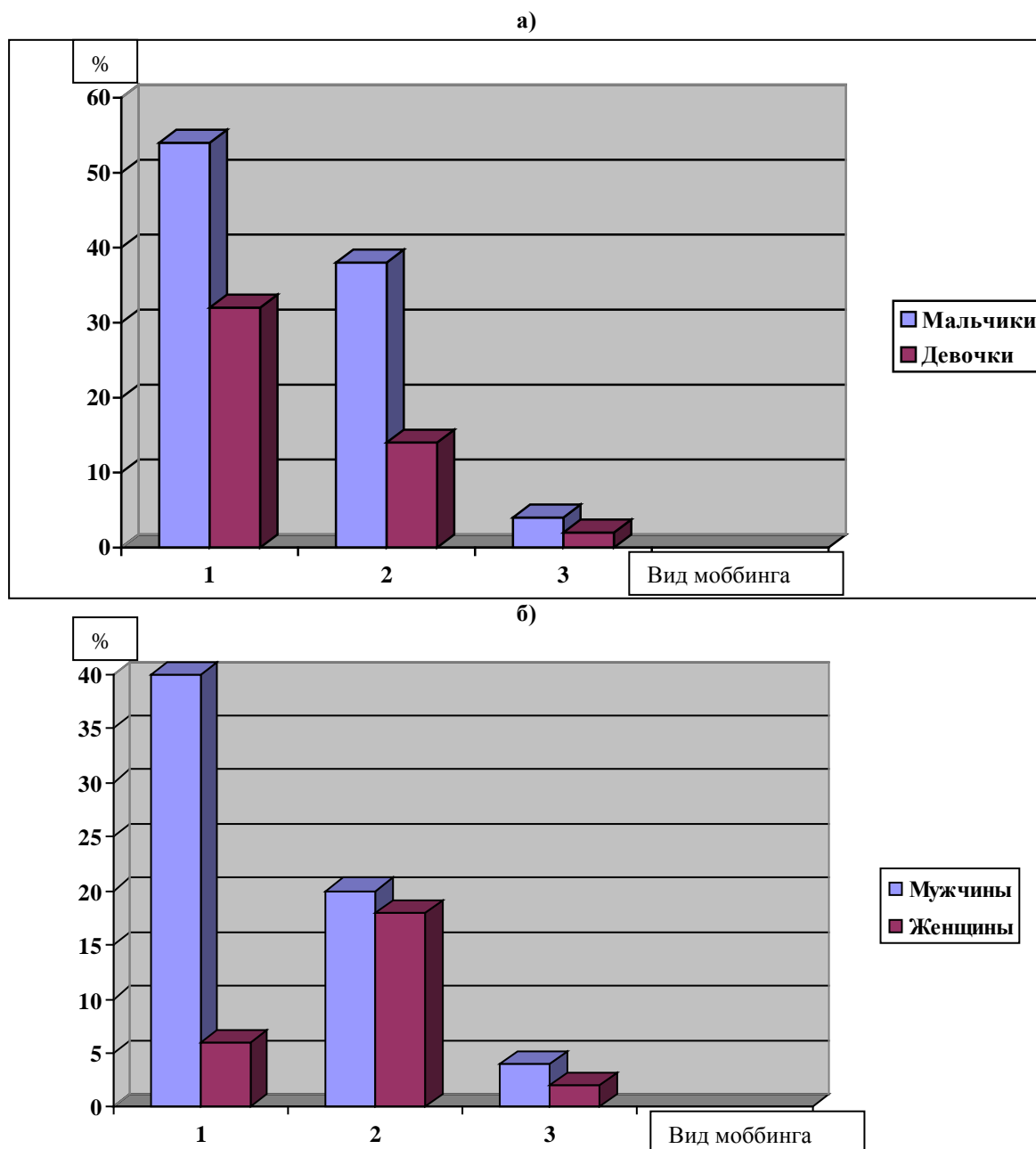


Рис.1. Проявления моббинга среди: а – учащихся школ, б – студентов (1 – горизонтальный моббинг, 2 – вертикальный моббинг, 3 – совмещенный моббинг)

Приведем некоторые советы во избежание моббинга для студентов: старайтесь быть обаятельным человеком; по возможности будьте доброжелательны со всем коллективом (группой); общайтесь ровно и формально вежливо; не ввязывайтесь в конфликты, прячьте свое эмоциональное состояние; не унижайте своих коллег, старайтесь их похвалить даже по мелочам, не сплетничайте и не злословьте; по возможности сохраняйте спокойствие в сложных ситуациях.

Выводы

1. Выявление основных и сопутствующих причин проявления моббинга, теоретико-методологическое обоснование при разработке мероприятий по устранению данной проблемы требуют глубоких, комплексных исследований и, безусловно, являются приоритетными для всего общества в целом, и, в частности, для высшей школы (введение отдельного курса, разработка соответствующих методик преподавания).

2. Каждый случай моббинга требует внимательного комплексного научного рассмотрения для установления причин конкретной ситуации и разработки системы мероприятий по устранению проблемы (создание реально действующей университетской службы психологической помощи).

3. Проведенные исследования показали высокую опасность проявления моббинга в различных формах. Горизонтальный моббинг отметили 40 % юношей-студентов, 18 % студенток подверглось вертикальному моббингу.

4. Моббинг негативно влияет на психологическое состояние студента: 46 % юношей испытывали стресс, 25 % девушек указали на изменение самооценки.

Список использованной литературы

1. Курчинский, И.Г. Моббинг – психологическое насилие на рабочем месте / Режим доступа : <http://kpsihologu.kiev.ua/stati2/59-mobbing-psihologicheskoe-nasilie-na-rabochem-meste>.
2. Алтухова Г.А. Моббинг как этическая проблема // Библиотековедение. – 1998. N 2. – С. 63–70.
3. Ваниорек А., Ваниорек Л. [Waniorek A., Waniorek L.] Моббинг: Когда работа становится адом: пер. с нем. И.С.Борисовой. М.: Нолидж Интерэксперт, 1996.
3. Зеркалов Д.В. Охорона праці в галузі. Навч. посібник. – К.: «Основа». 2011. – 551 с.
4. Колодей, К. Моббинг. Психотеррор на рабочем месте и методы его преодоления. Изд-во Гуманитарный центр, 2009. – С. 22–25.
5. Скогарев, И.С. Моббинг: причины, последствия, профилактика / И.С. Скогарев, В.А. Малеев, В.М. Безпальченко // Сучасні хімічні технології: екологічність, інновації, ефективність : матеріали IV регіональної науково-практичної конференції, 7–8 жовтня 2015 р., м. Херсон (Україна): Херсонський національний технічний університет, 2015 р. – С 97-99.
6. Скавитин А.В. Проблема притеснений на рабочих местах // Менеджмент в России и за рубежом. – 2004. – N 5. – С. 118–126.

УДК 81'255.4:82

S.V. RADETSKA
Kherson National Technical University**TRANSLATION MODEL OF THE INTERTEXTUAL ELEMENTS
IN THE LITERARY TEXTS**

Factors which are necessary to take into consideration while translating intertextual elements are analyzed in the paper. Developed translation algorithm of the intertextual elements in the literary texts due to their characteristics is presented in the paper.

Key words: intertextual elements, translation algorithm, function of the intertext, adaptation strategies.

С.В. РАДЕЦЬКА
Херсонський національний технічний університет**ПЕРЕКЛАДАЦЬКА МОДЕЛЬ ПЕРЕКЛАДУ ІНТЕРТЕКСТУАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ В
ХУДОЖНІХ ТЕКСТАХ**

В статті проаналізовано фактори, які необхідно враховувати при перекладі інтертекстуальних елементів та представлено розроблений алгоритм відтворення інтертекстуальних включень до художнього тексту залежно від їх характеристик.

Ключові слова: інтертекстуальні елементи, алгоритм перекладу, функції інтертексту, адаптація.

С.В. РАДЕЦКАЯ
Херсонский национальный технический университет**ПЕРЕВОДЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПЕРЕВОДА ИНТЕРТЕКСТУАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В
ХУДОЖЕСТВЕННЫХ ТЕКСТАХ**

В статье проанализированы факторы, которые необходимо учитывать при переводе интертекстуальных элементов и представлен разработанный алгоритм передачи интертекстуальных вкраплений в художественный текст в зависимости от их характеристик.

Ключевые слова: интертекстуальные элементы, алгоритм перевода, функции интертекста, адаптация.

Relevance of the study and formulation of the problem

It is known that a translator's work requires extraordinary erudition and competence in many areas. This statement refers not only to the reproduction of scientific and technical texts, but largely to literary texts. This paper is devoted to the study of functioning and translation of the intertextual elements. These elements are of serious difficulty in the translator's professional activity. To facilitate the translator's task, we consider it is necessary to develop an algorithm of the intertextual elements reproduction in the literary text based on their features. Despite the fact that attempts to create a general classification of intertextual elements made repeatedly in the papers of different researchers (P. Toropa [14], N. A. Fateeva [15], G. V. Denisova [6], M. A. Malakhovska [10], etc.), and conducted research and proposed classification has made a great contribution to the development of the intertextuality theory, it is now evident that as a result of diversity of the intertextuality phenomena it is extremely difficult to create a common classification of intertextual elements, which would reflect all their aspects.

The relevance of this paper is caused by an insufficient study of translation studies aspect of the intertextuality theory, and the lack of the translation models of reproduction of intertextual elements or ideas about the algorithm of translation actions, which would clearly show what factors should be considered while translating intertextual elements, as well as what techniques can be used by a translator to ensure the representativeness of the translation.

The purpose and objectives of the article

The object of this research is the intertextual elements in the literary text.

The subject of the research is the objective problems that arise while translating intertextual elements, and the methods of their solution.

The purpose of the study is to develop a general algorithm of translation of intertextual elements in the literary text on the basis of their categorical analysis.

Substantiated exposition of the basic material and received results

First of all it is appropriate to define the notion of intertextuality, analyzing the findings of famous linguists and literary scholars. In the papers on text linguistics in recent years, the terms "intertext", "intertextuality" with the term "dialogization" have been widely distributed (for example, the papers of Y. Kristeva [9], R. Barth [3], P. Toropa [14], N. Fateeva [15], and others).

However, both in foreign and domestic linguistics, there is no clear theoretical grounding of the concepts in the first place.

The expansion of the information space in the modern world has led to the emergence of hypertext, which blurs the conventional boundaries between the texts, combining them into a single unit [5, p. 3]. However, the concept of intertextuality does not cease to be relevant, the reference to other papers, woven into the text of the paper, so it can extend the limit, open it to multiple interpretations, leaving the infinite field for study of the text by the reader.

Although intertextuality is the primary feature of the text, the term "intertextuality" has appeared recently. It was firstly used in the paper of Y. Kristeva, the representative of the French literary school. By Y. Kristeva, it is an intertextual dialogue [9, p. 437]. However, despite the fact that the leadership in the application of this term belongs to Y. Kristeva, the disclosure of its research to the study repeated treatment R. Barth. Any text, said R. Barth woven of quotations, references, echoes, and "all of this is the language of culture", "old and new, which pass through the text and create powerful stereophonic sound." "Any text is intertext relative to some other text, but this intertextuality should not be understood so that the text is a kind of origin, all searches "sources" and "effects" correspond to the myth of the work filiation, the text instead is formed of anonymous, elusive, yet readable quotations - without quotes"[3, p. 418].

Chernyavska V.E. extends the concept of intertextuality. According to her definition, intertextuality is "an interaction of the texts and / or their fragments, both in terms of the content and in terms of expression" and is "the way one updates the text in its internal space of the other" [16, p. 49]. Thus, intertextuality is not merely a verbal category; it includes the use of various discourses (interdiscoursics) and nonverbal systems (intersemiotics). A broad understanding of intertextuality also shows N. V. Petrova, who defines the concept as "formative and content interactions different kinds of discourses verbal and nonverbal texts" [11, p. 66]. The same opinion is shared by N. V. Inozemtseva defining intertextuality as "openness" of the text in relation, firstly, to other systems and structures, and secondly to the reader [8, p. 167].

After analyzing the definitions of the phenomenon of intertextuality proposed by outstanding linguists and literary scholars we have concluded about their imperfection because every linguist focuses only on a certain aspect of this concept, thus ignoring the others. In our opinion, the exact definition reads as follows: intertextuality is building a text with references to other texts, discourses and nonverbal systems that manifest themselves in terms of the content and / or in terms of expression. Then an intertextual element is a unit of the metatext at any level that brings open or hidden reference to the prototext.

It is known that every text, especially literary, bears its pragmatic guidance. For the correct interpretation of the instructions and, accordingly, for its better interpretation in the translation, it is necessary to define the basic functions that intertextual perform elements.

If in the scientific literature intertextual inclusion have primarily the informative function, indicating the source of a certain data and thus confirming the accuracy of the information, in the literary discourse the objectives of these elements are very different. The functions of the intertext (on the classical model of language functions by G. Jakobson) include the following [13, p. 195-207].

1. The expressive function. The selection of quotes, the nature of allusions is an important element of expression of the author, his cultural and semiotic orientation, the pragmatic attitudes (the texts and authors, to which the references are made, can be prestigious, fashionable, odious, etc.).

2. Phatic (contact constituent) function. Intertext is focused on the recipient who can recognize a text predecessor unit and adequately understand the intention behind it. Intertextual references can act as applications intended to attract the attention of some audience, set their common cultural memory (ideological, political and aesthetic positions).

3. Poetic function - the entertainment one: identification of intertextual references as a fascinating game, a sort of crossword solving.

4. Referential function - the function of transmitting information about the outside world: a reference to another text potentially entails the activation of information that is contained in the pretext (analogy with metaphor).

5. Metatextual function - to motivate the reader, to identify some text as a reference to other text, to refer to the text-source, that is, to determine the interpretation of the identified fragment with the source text (metatext in relation to this fragment).

Therefore, we can conclude that it is important to preserve in translation all the above listed features, because their saving will mean maintaining pragmatic guidance of the author.

While working with intertextual elements we primarily are dealing with the dialogue of cultures, that is why Denisova G. V. assigns the productive translation techniques intertextual pieces as adaptation (domestication) and alienation [6, С. 119]. Let us consider these techniques to establish the patterns of their use and ultimately to form a model of the translator's actions while working with the text intertextuality connections.

Adaptation (domestication). As a rule the intertextual elements that appeal to the national background knowledge of the reader and operate on the semantic or metasemiotic level are adapted. The adaptation should be used in cases when saving of the intertextual element in the translated text, without any change could lead to misunderstanding of it by the reader and as a consequence, the semantic losses.

Malakhovska N. L. identifies the following techniques that are characteristic of the method of adaptation [10, p. 8]:

- the removal of a certain intertextual element. For example:

"Tell you what, Monty: I'm more than willing to trade the rubber chicken and the shitty seaside vacation for what's behind Door #2" [3, с. 167]. - Знаєш що: я більш ніж готовий обміняти гумову курку і цю срану відпустку на морі на те, що за дверима номер два [11, с. 212];

- replacement of an intertextual element with the functionally equivalent, which belongs to the English or the universal intertextual encyclopedia. Perhaps the most outstanding representative of the method of domestication in the history of the Ukrainian translation can be considered M. Lukash, who is particularly interesting for us due to his translation in which we find examples of really intertextual elements [1, p. 253]. For example:

"Such a trial, dear Sir, With no jury or judge, would be wasting our breath", "I'll be judge, I'll be jury" [15] - "Що за суд безтолковий - / Ні судді, ні підсудка / Ми не знайдемо тут"; "Сам я буду, мишутко, / За суддю і підсудка..." [15, с. 205].

The translator interprets the word "jury" according to the ancient Ukrainian tradition.

- Usage of descriptive translation. This method is not very popular in the literary discourse, because it in most cases violates the style of the work.

Guseva G. O. also adds explication to these methods (in the introduction text translation additional information) or adding [5, p. 6]. For example:

This was like watching Spencer Tracy in Dr. Jekyll and Mr. Hyde, only for real [9, с. 252]. - Він наче дивився на Спенсера Трейсі у фільмі "Доктор Джекіл і містер Хайд", тільки відбувалося все насправді [9, с. 251].

Although, in some cases, the elements that are adapted should be replaced with similar neutral expressions, to avoid the replacement of authentic national culture and to ensure the representativeness of the translation.

So cultural adaptation is a special kind of adaptation, which allows ensuring the functioning of an intertextual element in translation in metasemiotic level. However, the adaptation should be made with great caution, so as not to bring in the translated text additional connotations that violate its representativeness.

Alienation. The method of alienation of intertextual units is their literal translation [4, p. 5]. Some researchers, such as L.B. Boyko [2] do not recognize the strategy of alienation without providing translation of the commentary at work with intertextual elements. Instead, it should be noted that many translators use it. Example:

"What I didn't pick up on Miami Vice 1 got from The Readers' Digest. Now tell me the truth—how many times are we going to go through this?" [3, с. 98] — Чого не було в "Пороках Маямі", те я вчитав у "Друзі читача". А тепер скажіть мені правду — скільки ще разів мені доведеться повторювати одне й те саме? [9, с. 103].

Alienation appears in the usage of the following translation methods:

- usage of the method of transcription or transliteration for the transmission of onomastic units. For example:

"Then I read this column—in The Daily News, it mighta been—yesterday, about how Johnson 's probably gonna do" [3, с. 214]. - А тоді я прочитав цю статтю - здається, в "Дейлі ньюс" -учора, про те, що Джонсон, мабуть, теж незле впорається [9, с. 216].

- calquing. For example:

...the Bloody Black Bitch Queen of Spiders in a card-sharp's rapid shuffle [3, с. 185]. - ...Кривава Чорна Сука - Дама Павуків - які швидко-швидко тасує шулер [9, с. 189].

The negative consequence of strategy of usage is narrowing of the intertextual field of one or the another pretext. It occurs due to the lack of translated instructions to the appropriate source.

Alienation with commentary the translator's. One of the main methods of semantic loss compensation in the translation is the translator's commentary. The selection of the intertextual elements that are necessary to comment by the translator should be done carefully, as excessive comments dispels the reader's attention,

resulting in omission by him important elements of meaning, while the absence of comments could lead to significant losses of meaning.

Therefore, it is necessary to comment, first and foremost, the intertextual elements that operate at the metasemiotic level, the content of which (fully or partially) it is impossible to convey within the text of the translation. For example:

Or the Kitchen of Willy Loman's House [5, с. 8]. - Чи кухню в будинку Віллі Ломена* *Віллі Ломен – персонаж п'єси Артура Міллера "Смерть комівояжера", мав крихітний будинок, затиснутий між висотними будівлями [2, с. 59].

The famous scholar, engaged in issues of intercultural communication, S.G. Ter-Minasova defines the following cases when the comment is considered to be appropriate [13, p. 99-103]:

- 1) historicisms - the words, which are out of use due to the fact that they denote objects or phenomena emerged from the language and from the life of the people;
- 2) archaisms - outdated words and phrases that are out of use;
- 3) the words that have changed their meaning;
- 4) realities, references, allusions, requiring social and cultural background knowledge, that foreign readers missing and lost by the modern Russian reader;
- 5) hidden, as a rule, unconscious of the reader "strange places", in contrast to the explicit allusions, allusions to historical facts, events, details of everyday life, lifestyle, etc.;
- 6) the facts that cannot be explained by the fact that "the connection of time was lost".

For our part, we consider it appropriate to add another item to the list above:

- 7) foreign to the original words, expressions and sentences that the author intentionally leaves as they are in the original text for the accentuation of the reader's attention, for example:

"Aye, not just Reaping, but true fin de ano— Fair-Night, tell him. Say that he may have you after the bonfire. You understand" [7, с. 135] — Еге ж. Не просто до Жнив, а до самого fin de ano * — Світлої Ночі. Скажи йому, що він може взяти тебе після святкового багаття. Зрозуміла? *Fin de ano — кінець року (ісп.) [1, с. 173].

It should also be noted, that in order a commentary could fulfill its main task - to compensate for the content which cannot be transferred by the translation - it needs to be encyclopedic in linguistics and nature and be contextually oriented. In fulfilling these requirements allows to avoid translational comment semantic losses in the translation, ensuring its representation, and promotes text translation better understanding by the reader.

Examining the various typological schemes of intertextual relations, suggested by literature and linguists scholars, as well as examined the conventional methods of translation intertextual elements, we have seen that individual knowledge is not enough to develop a particular scheme of translation work with intertextuality, because we are missing one of the main parts - the inseparability of the choice of a particular technique. To correct this deficiency, we have analyzed the work of such linguists as G. Jacobson [7], G. V. Denisova [6], G. A. Guseva [5], N. A. Soluyanov [12], E. G. Eremenko [10] and synthesized them into a general scheme of the factors that influence the choice of the translation strategies and techniques:

- 1) the popularity of the prototext:
 - references to the work of "strong" or "textbook" authors;
 - references to the works of less known authors;
- 2) the dominant function of an intertextual element:
 - expressive;
 - phatic (contact constituent);
 - poetic;
 - reference;
 - metatext;
- 3) the target level of the intertextual element:
 - national;
 - individual;
 - universal;
- 4) the form of the intertextual element:
 - quote;
 - allusion;
 - reminiscences;
 - retelling and commentary;
 - trope;

- phraseologism.

References to the papers of "strong" authors are intended for the general reader and work as "ready units" that instantly recognizable. Quotes from the papers of less known authors aimed at "the dedicated" reader the connoisseur reader require more effort in decoding them, but also give more "joy discovery" [4, p. 11]. To ensure the representativeness of the translation, the translator should keep the dominant function and the form of the intertextual element (i.e. categorical form the second and the fourth of the examined categories). Although if you can't save the form, you can use the method of compensation. Category of the prototext popularity and the category of the target audience give an idea of translation techniques the translator can use for optimal recreation of intertextuality: adaptation or alienation with a commentary of the translator. The intertext of the universal and individual encyclopedia in most cases should be left unchanged, whereas when choosing a method of recreation of an element of national cultural memory is expedient to determine the extent of its popularity in the host culture.

So, we propose the following model of work with texts, rich with intertextual elements:

- 1) to follow the basic biographical data and the general literary influences on the author of the original text;
- 2) to find out whether there are existing translations of the text. If so, analyze them, highlighting best practices and disadvantages;
- 3) to translate the text, consistently identifying and highlighting intertextual elements of the text for translation;
- 4) in the course of work on the translation to write out the intertextual elements;
- 5) to translate the intertextual elements, using the existing well-established transfers, or to develop your own version of reference;
- 6) to check whether intertextual elements fit into the overall text background and if they organically sound in the target language;
- 7) to evaluate how you managed to maintain pragmatic guidance of the specific text and the intertextual functional elements;
- 8) if necessary, to improve and edit the finished translation.

We consider it appropriate to comment on paragraph 5 of this model. Of course, the scheme that we have developed cannot be considered exhaustive or universal. In it we offer, in our opinion, a generalized diagram that could be useful to the translator while working with intertextual elements in the literary text. We believe that, if there is any doubt of affiliation of specific intertext to a particular category, the question of its translation should be addressed from the point of view of functional load. Under well-established translation we understand generally employed and culturally assimilated translation of certain text. For example, in case of the Bible intertextualisms it is necessary to refer to the Ukrainian Ivan Ohienko's translation. Under the comprehensive approach we mean the merger of several translation methods. For example, while translating of certain phraseologism with an intertextual element it is possible to take the Ukrainian analogue of this phraseologism, and make a tracing or shift transcoding of these intertextual elements. The success of the method will depend on the preservation of the style and of intention of the author's while translating.

Conclusions

So, speaking about the possibility and the ways of intertextual units transferring, we return to the warning that translation approaches may not be strictly fixed, but are determined in each case depending on the translation situation, the type of the source text and the nature of the intended recipient of the translation. The most important in this process is that such approaches should not be random and should be based on the strict scientific method.

References:

1. Andreiko L. V. The possibility of interpretation of the intertextuality in the translation / L. V. Andreiko// Humanities Herald. Series "Foreign Philology". – Cherkasy: CSTU, 2009. – P. 249-253.
2. Boiko L. B. Revisiting the translation of the intertext [Text]/ L. B. Boiko.// The Herald of the Immanuel Kant Russian State University/ - Kaliningrad, 2006. – Edition 2: Series "Philological Sciences". – P. 52-59.
3. 3. Bart R. Selected papers. The Semiotics. The Poetics [Text] / R. Bart. – M.: Progress, 1989. – 616 p.
4. Hrek L. V. The intertextuality as a translation problem (a case study of English translation of the Ukrainian postmodern prose): extended abstract of Cand. Sci. Dissertation: 10.02.16 "Translation studies"/ L. V. Hrek L. V. – K., 2006. – 18 p.
5. Huseva A. A. The intertextuality as a translation problem extended abstract of Cand. Sci. Dissertation: 10.02.20 "Comparative historical, typological and contrastive philology"/ A. A. Huseva. – M., 2009. – 16 p.

6. Denysova H. The intertextuality and semiotics in the translation: the possibility and methods of the interpretation of intertext [Text]/ H. Denysova// Text. Intertext. Culture [the book of reports of the international scientific conference]. – М.: Azbukovnyk, 2001.-P. 112-128.
7. Eremenko E. H. The intertextuality, intertext and the main intertextual forms in the literature/ E. H. Eremenko// The Ural Philological Herald. – Yekaterinburg, 2012. - № 2. – P. 130-140.
8. Ynozemtseva N. V. The predeterminacy and intertextuality as the markers of the English research and methodology discourse (a case study of the English methodical problematics articles) [Text]/ N. V. Ynozemtseva//The Journal of Samara Research Center of Science and Education. – Samara, 2010. – V. 12, №3. – P. 167–169.
9. Krysteva U. Bahtyn, word, dialog and novel [Text]/ U. Krysteva// Dialog. Carnival. Chronotope. – 1993. - №4. – p. 427–457.
10. Malakhovskaia M. L. The intertextual bonds in the literary texts in respect of the comparative translation aspect (a case study of the works of C. S. Lewis): extended abstract of Cand. Sci. Dissertation: 10.02.20.
11. Petrova N. V. The intertextuality as a common text formation system of the English-American short stories [Monograph]/ N. V. Petrova. – Irkutsk: ISUL, 2004. – 243 p.
12. Soluianova N. A. The problem of intertextuality in the translation (a case study of translations of the works of B. Akunyn): extended abstract of Cand. Sci. Dissertation: 10.02.20 “Comparative historical, typological and contrastive philology”/ N. A. Soluianova. – М., 2013. – 24 p.
13. Ter-Mynasova S. H. The language and intercultural communication [Educational guidance]/ S. H. Ter-Mynasova. – М.: Slovo, 2000. – 624 p.
14. Torop P. H. The problem of an intertext / P.
15. Fateeva N. A. The intertext in the world of texts: the counterpoint of the intertextuality [Text]/ N. A. Fateeva. - М.: KomKnyha, 2007. – 280 p.
16. Cherniavskaia V. E. The interpretation of scientific text [Educational guidance] / V. E. Cherniavskaia. – 4th Edition. – М.: Publishing house of the LCI, 2007. – 128 p.

ВІДОМОСТІ ПРО АВТОРІВ

Акімов Олександр Вікторович	к.т.н., старший викладач кафедри експлуатації суднових енергетичних установок і загальної інженерної підготовки Херсонської державної морської академії E-mail: akimoffsasha@hotmail.com
Алієва Лейла Іграмотдієвна	к.т.н., доцент, докторант кафедри обробки металів тиском Донбаської державної машинобудівної академії, м. Краматорськ E-mail: omd@dgma.donetsk.ua
Аль Рефо Ібрагим Фархан Салмат	Аль-Балга технічний університет (Йорданія) E-mail: zmok@mail.ru
Асаулюк Тетяна Сергіївна	м.н.с. НДС Херсонського національного технічного університету E-mail: tatisevna@gmail.com
Бартків Лариса Григорівна	заступник генерального директора Державного підприємства «Херсонський науково-виробничий центр стандартизації, метрології та сертифікації» E-mail: LORA_25_01@mail.ru
Бачинський Михайло Володимирович	к.т.н., доцент кафедри біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя E-mail: m_bachynskiy@ukr.net
Безпальченко Віолета Михайлівна	к.х.н., доцент кафедри хімії і екології Херсонського національного технічного університету E-mail: maleevkherson@mail.ru
Березкін Іван Сергійович	учень 10 класу Фізико-технічного ліцею при Херсонському національному технічному університеті та Дніпропетровському національному університеті E-mail: vanya.berezkin.00@mail.ru
Березницький Денис Олегович	студент кафедри транспортних технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: tt.kafedra@mail.ru
Блажис Ганна Робертівна	к.т.н., доцент кафедри будівельних матеріалів Київського національного університету будівництва і архітектури E-mail: marikvx@icloud.com
Бойко Галина Анатоліївна	к.т.н., старший лаборант кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету E-mail: galina.boyko.86@mail.ru
Валько Микола Іванович	д.т.н., професор кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: XT-2014@ukr.net
Вялін Дмитро Олександрович	студент кафедри будівельних матеріалів Київського національного університету будівництва і архітектури E-mail: marikvx@icloud.com
Гнідець Василь Петрович	к.х.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: wapeg@mail.ru
Гончар Ольга Андріївна	к.т.н., доцент кафедри будівельних матеріалів Київського національного університету будівництва і архітектури E-mail: marikvx@icloud.com
Горач Ольга Олексіївна	к.т.н., старший викладач кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету E-mail: olga_gorach@mail.ru
Горбатюк Світлана Михайлівна	к.біол.н., доцент кафедри медичної біології Вінницького національного медичного університету імені М.І. Пирогова E-mail: Lana_ukraine@mail.ru

Грубник Олександр Віталійович	старший викладач кафедри обладнання промислових підприємств Херсонського національного технічного університету E-mail: gav99999@mail.ru
Гутиря Сергій Семенович	д.т.н., професор кафедри машинознавства і деталей машин Одеського національного політехнічного університету E-mail: sergut@bk.ru
Дубінецька Ганна Олександрівна	магістр кафедри ергономіки і проектування одягу Київського національного університету технологій та дизайну E-mail: anndy@bk.ru
Ємельянова Тетяна Анатоліївна	старший викладач кафедри фізики та загальноінженерних дисциплін факультету водного господарства, будівництва та землеустрою Херсонського державного аграрного університету E-mail: e.tatyana.2014@ukr.net
Злепко Сергій Макарович	д.т.н., професор, завідувач кафедри проектування медико-біологічної апаратури Вінницького національного технічного університету E-mail: smzlepko@ukr.net
Зубкова Катерина Віталіївна	к.т.н., викладач кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: ekaterina_zubkova@ukr.net
Івченко Тетяна Іванівна	к.т.н., доцент кафедри технічної механіки, інженерної та комп'ютерної графіки Херсонської державної морської академії E-mail: akimoffsasha@hotmail.com
Кіщенко Володимир Анатолійович	к.т.н., старший науковий співробітник, начальник науково-дослідного центру випробувань продукції ДП «Укрметртестстандарт» E-mail: kva@prodcert.org
Клеймьонов Андрій Геннадійович	студент кафедри транспортних технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: andrew2910@yandex.ru
Коберський Владислав Віталійович	аспірант кафедри технічної кібернетики Херсонського національного технічного університету E-mail: Darksoul72@yandex.ru
Ковалевський Костянтин Андрійович	к.т.н., професор кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: Food_technology@kntu.net.ua
Копилов В'ячеслав Іванович	д.т.н., професор кафедри інженерії поверхні Національного технічного університету України «КПІ» E-mail: sja-72@yandex.ua
Корженевська Вікторія Миколаївна	аспірант Запорізького національного університету E-mail: beautyviktoriya@rambler.ru
Кочевих Марина Олександрівна	к.т.н., доцент кафедри будівельних матеріалів Київського національного університету будівництва і архітектури E-mail: marikvx@icloud.com
Круглий Дмитро Георгійович	к.т.н., доцент кафедри товарознавства, стандартизації та сертифікації Херсонського національного технічного університету E-mail: natali270869@ukr.net
Кузнєцов Юрій Миколайович	д.т.н., професор кафедри конструювання верстатів та машин Національного технічного університету України «КПІ» E-mail: zmok@mail.ru
Кузьміна Тетяна Олегівна	д.т.н., професор кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: Food_technology@kntu.net.ua
Кулігін Михайло Львович	д.т.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: mkuligin@gmail.com

Куник Олександра Миколаївна	викладач кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: culish.aleksa@yandex.ua
Левчук Ірина Володимирівна	к.т.н., старший науковий співробітник, начальник науково-методичної лабораторії хроматографічних досліджень ДП «Укрметртестстандарт» E-mail: ptdep@prodcert.org
Луцкер Тетяна Валентинівна	к.т.н., доцент кафедри ергономіки і проектування одягу Київського національного університету технологій та дизайну E-mail: cesel@ukr.net
Малєєв Володимир Олексійович	к.с.н., доцент кафедри хімії і екології Херсонського національного технічного університету E-mail: maleevkherson@mail.ru
Мамай Ольга Іванівна	к.т.н., доцент кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: Food_technology@kntu.net.ua
Марасанов Володимир Васильович	д.т.н., професор кафедри технічної кібернетики Херсонського національного технічного університету E-mail: Marasanow_1934@yandex.ru
Маринін Андрій Іванович	к.т.н., старший науковий співробітник Проблемної науково-дослідної лабораторії Національного університету харчових технологій E-mail: andrii_marynin@ukr.net
Мєшков Юрій Євгенович	к.т.н., доцент кафедри основ конструювання Херсонського національного технічного університету E-mail: alexunder.meshkov@gmail.com
Микитенко Катерина Євгенівна	студентка кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: saleba@inbox.ru
Михайлик Віктор Дмитрович	д.т.н., професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок і загальноінженерної підготовки Херсонської державної морської академії E-mail: akimoffsasha@hotmail.com
Навольська Лілія Василівна	заступник директора з навчальної роботи ДВНЗ «Чернівецький коледж дизайну та економіки» E-mail: nlilija@ukr.net
Новіков Всеволод Олександрович	к.т.н., викладач кафедри інформаційно-вимірювальних технологій електроніки та інженерії Херсонського національного технічного університету E-mail: vsevolodnovikov@live.com
Осейко Микола Іванович	д.т.н., професор кафедри технології жирів та парфумерно-косметичних продуктів Національного університету харчових технологій E-mail: nikios@ukr.net
Остапенко Наталія Валентинівна	к.т.н., доцент, завідувач кафедри ергономіки і проектування одягу Київського національного університету технологій та дизайну E-mail: cesel@ukr.net
Пасічний Василь Миколайович	д.т.н., професор кафедри технології м'яса і м'ясних продуктів Національного університету харчових технологій E-mail: pasww1@ukr.net
Петровський Андрій Валерійович	к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: skifplus@inbox.ru
Радецька Світлана Валеріївна	к.п.н., доцент, завідувач кафедри теорії та практики галузевого перекладу Херсонського національного технічного університету E-mail: rad_svete@rambler.ru

Розов Юрій Георгійович	д.т.н., професор, перший проректор, завідувач кафедри основ конструювання Херсонського національного технічного університету E-mail: rozovu@mail.ru
Салеба Людмила Володимирівна	к.т.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: saleba@inbox.ru
Сапронов Олександр Олександрович	к.т.н., старший викладач кафедри експлуатації суднових енергетичних установок і загальної інженерної підготовки Херсонської державної морської академії E-mail: sapronov.a2012@yandex.ua
Сарібеков Георгій Савич	д.т.н., професор кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: dina15box@mail.ru
Сарібєкова Юлія Георгіївна	д.т.н., професор, п.н.с. НДС Херсонського національного технічного університету E-mail: ysaribekova@gmail.com
Сарібєкова Діана Георгіївна	д.т.н., професор кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: dina15box@mail.ru
Селіверстов Ігор Анатолійович	к.т.н., доцент кафедри основ конструювання Херсонського національного технічного університету E-mail: sia-72@yandex.ua
Семешко Ольга Яківна	н.с. НДС Херсонського національного технічного університету E-mail: solgaya@gmail.com
Скирденко Олег Іванович	к.т.н., доцент кафедри професійної освіти Херсонського державного університету E-mail: akimoffsasha@hotmail.com
Скропишева Олена Віталіївна	к.т.н., доцент кафедри хімічних технологій, експертизи та безпеки харчової продукції Херсонського національного технічного університету E-mail: Skropysheva.Olena@kntu.net.ua
Славич В'ячеслав Петрович	к.т.н., доцент кафедри транспортних технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: vslavich@yandex.ua
Солодкий Сергій Павлович	к.т.н., ст. викладач кафедри інженерії поверхні Національного технічного університету України «КПІ» E-mail: sia-72@yandex.ua
Стоянова Ольга Вікторівна	к.т.н., доцент кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: XT-2014@ukr.net
Тітова Наталя Володимирівна	к.т.н., доцент кафедри інформаційних систем і технологій Національного транспортного університету, м. Київ E-mail: titovanv@gmail.com
Тіхосова Ганна Анатоліївна	д.т.н., професор кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету. E-mail: Food_technology@kntu.net.ua
Українець Анатолій Іванович	д.т.н., професор, ректор Національного університету харчових технологій E-mail: a.ukrainez@ukr.net
Уханова Ольга Анатоліївна	методист вищої категорії, викладач економіко-технологічного технікуму Херсонського національного технічного університету E-mail: olgaukhanova@mail.ru

Хомяк Юрій Мефодійович	к.т.н., доцент кафедри нафтогазового та хімічного машинобудування Одеського національного політехнічного університету E-mail: jomiak38@gmail.com
Чанчін Андрій Миколайович	асистент кафедри машинознавства і деталей машин Одеського національного політехнічного університету E-mail: rafail2@rambler.ru
Шанін Олександр Дмитрович	ст. викл. кафедри харчових технологій Херсонського національного технічного університету E-mail: Food_technology@kntu.net.ua
Шарко Олександр Володимирович	д.т.н., професор кафедри експлуатації суднових енергетичних установок і загальноінженерної підготовки Херсонської державної морської академії E-mail: sharko-8@mail.ru
Шарко Артем Олександрович	студент кафедри технічної кібернетики Херсонського національного технічного університету E-mail: sharko-8@mail.ru
Ягліньський Віктор Петрович	д.т.н., професор кафедри підйомно-транспортного та робототехнічного обладнання Одеського національного політехнічного університету E-mail: yiknatvov@gmail.com

ПРАВИЛА ПРИЙОМУ СТАТЕЙ**ВИМОГИ ЩОДО ОФОРМЛЕННЯ СТАТЕЙ
У НАУКОВИЙ ФАХОВИЙ ЖУРНАЛ «ВІСНИК ХЕРСОНСЬКОГО
НАЦІОНАЛЬНОГО ТЕХНІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ»**

«Вісник Херсонського національного технічного університету» є періодичним науковим журналом, призначеним для опублікування наукових робіт з метою висвітлення нових наукових і практичних результатів, що не публікувалися раніше у відкритій пресі.

Журнал приймає до розгляду статті за наступними науковими напрямками:

1. **Фундаментальні науки.**
2. **Інженерні науки.**
3. **Технологія легкої і харчової промисловості.**
4. **Інформаційні технології.**
5. **Математичне моделювання фізичних і технологічних процесів та технічних систем.**
6. **Прикладна геометрія і комп'ютерні технології.**
7. **Електроніка та електротехніка.**
8. **Економічні науки.**
9. **Проблеми вищої школи.**

Науковий журнал «Вісник ХНТУ» включено згідно з договором № 639-10/2013 у Російський індекс наукового цитування (Российский индекс научного цитирования, РИНЦ).

До журналу приймаються оригінальні статті, що не публікувалися в інших виданнях. **Обсяг рукопису** – від 5 до 10 повних сторінок. Статті публікуються українською, російською та англійською мовами.

Обов'язкові елементи статті:

- індекс УДК у верхньому лівому кутку листа (*Times New Roman, 12 nm*);
- ініціали, по-батькові та прізвище автора великими літерами у верхньому правому кутку сторінки (*Times New Roman, 12 nm*), із зазначенням місця роботи повністю справа (*Times New Roman, 8 nm*);
- назва статті великими літерами, по центру (*Times New Roman, 12 nm, жирний*); назва статті подається без використання вузькоспеціалізованих скорочень, крапка в кінці назви не ставиться;
- основний текст статті (*Times New Roman, 10 nm*).

Основний текст статті відповідно до вимог ВАК України (Постанова Президії ВАК України від 15.01.2003 р. № 7-05/1) повинен мати такі **виділені** елементи:

- **постановка проблеми;**
- **аналіз останніх досліджень і публікацій;**
- **формулювання мети дослідження;**
- **викладення основного матеріалу дослідження;**
- **висновки;**
- **список використаної літератури.**

Список використаних джерел має містити не більше 15 літературних посилань і оформлюється згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

Обов'язково додаються анотації **українською, російською та англійською мовами** (*Times New Roman, 10 nm, курсив*) (текст ідентичний, середній обсяг – 500 друкованих знаків), де вказується назва статті, повне ім'я та прізвище автора, характеристика основної проблеми, мети, узагальнених результатів, та ключові слова.

Статті подаються у вигляді файлу формату *doc* для *Word for Windows* у незаархівованому вигляді на CD-диску. Шрифт *Times New Roman*, розмір – 10, інтервал – одинарний, поля: зліва – 30 мм; справа – 15 мм; зверху – 20 мм; знизу – 25 мм, відступ першої строчки – 127 мм, сторінки не пронумеровані. Таблиці слід виконувати в *Excel* чи *Word*, рисунки потрібно подавати у чорно-білому варіанті, вони мають бути згруповані. Для набору формул використовувати лише редактор формул *Microsoft Equation 3.0*.

Шрифт у заголовках, текстах, рисунках повинен співпадати. Ілюстрації, діаграми, схеми, таблиці та формули оформлюються відповідно до Порядку присудження наукових ступенів і присвоєння вченого звання старшого наукового співробітника (Постанова Кабінету Міністрів України від 24 липня 2013 р. №567).

Статті, які не відповідають наведеним вимогам, до друку не приймаються.

До статті **обов'язково** додаються:

- **електронні копії** статті, анотацій та авторської довідки на CD-диску та на e-mail: korneva.kntu@gmail.com, (назва файлу повинна відповідати прізвищу першого автора);
- **рукопис статті**, із підписами усіх вказаних авторів;
- **експертний висновок** щодо відсутності відомостей, заборонених для відкритого опублікування;
- **рецензія** доктора наук з рекомендацією до друку (*якщо серед авторів немає доктора наук за відповідним напрямом*);
- **заява авторів** на опублікування статті;
- **авторська довідка** (відомості про автора), прізвище, ім'я, по батькові (повністю); вчене звання, науковий ступінь; посада, місце роботи, контактні адреси і телефони, e-mail; назва статті; тематична рубрика.

Телефон редколегії (0552) 326907

Оплата в розмірі 35 грн за сторінку здійснюється за наступними реквізитами:

Банк ХОД ВАТ «Райффайзен Банк Аваль», м. Херсон

р/р 26002219875

МФО 380805

ЄДРПОУ 36838410

Одержувач: ТОВ «Академія інтелектуальних технологій»

Призначення платежу: За оформлення статті... (вказуються П.І.Б. авторів) у журналі «Вісник ХНТУ», без ПДВ.

Приклад оформлення рукопису для представлення в редакцію подано у додатку 1.

Додаток 1

**ПРИКЛАД ОФОРМЛЕННЯ РУКОПISУ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕННЯ У
РЕДАКЦІЮ (ПОДАНО ФРАГМЕНТ СТАТТІ)**

УДК 667.021.1

В.С. КОРОЛЕНКО, І.Ф. БОНДАРЬ
Херсонський національний технічний університет
С.О. ІВАНОВА
Українська інженерно-педагогічна академія, м. Харків

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ
ДЕФОРМУЮЧОГО ІНСТРУМЕНТУ ПРИ ГІДРОПРЕСУВАННІ ТРУБЧАТИХ
ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ КІНЦЕВИХ ЕЛЕМЕНТІВ**

У даній роботі розглянута кінцево-елементна модель процесу гідроекструзії трубчастих заготовок у середовищі високих гідростатичних тисків, необхідних для підвищення пластичності сталі 30ХН2МФА при холодному формоутворенні виробів. Результати моделювання показали можливість реалізувати процес при дії значного гідростатичного тиску (750 МПа) на вільну поверхню заготовки. При меншому тиску відбувається характерне руйнування ще на початкових етапах деформування на зовнішній поверхні заготовки. Натурні експерименти підтвердили адекватність комп'ютерного моделювання та ефективність запропонованого методу виготовлення високоточних довгомірних трубчастих виробів.

Ключові слова: гідропресування, гідроекструзія, деформування, матриця, моделювання, міцність, надійність, руйнування.

В.С. КОРОЛЕНКО, І.Ф. БОНДАРЬ
Херсонский национальный технический университет
С.А. ИВАНОВА
Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ
ДЕФОРМИРУЮЩИЙ ИНСТРУМЕНТ ПРИ ГИДРОПРЕССОВАНИЯ ТРУБЧАТЫЕ
ЗАГОТОВОК МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ**

В данной работе рассмотрена конечно-элементная модель процесса гидроэкструзии трубчатых заготовок в среде высоких гидростатических давлений, необходимых для повышения пластичности стали 30ХН2МФА при холодном формообразовании изделий. Результаты моделирования показали возможность реализовать процесс при действии значительного гидростатического давления (750 МПа) на свободную поверхность заготовки. При меньшем давлении происходит характерное разрушение еще на начальных этапах деформирования на внешней поверхности заготовки. Натурные эксперименты подтвердили адекватность компьютерного моделирования и эффективность предложенного метода изготовления высокоточных длинномерных трубчатых изделий.

Ключевые слова: гидропрессования, гидроэкструзии, деформирования, матрица, моделирование, прочность, надежность, разрушения.

V.S. KOROLENKO, I. F. BONDAR
Kherson National Technical University
S.O. IVANOVA
Ukrainian Engineering and Pedagogical Academy, Kharkiv

**THE RESEARCH OF DEFLECTED MODE OF THE DEFORMING TOOL DURING THE
HYDRAULIC FORGING OF TUBULAR BLANKS BY THE METHOD OF FINITE ELEMENTS**

In this work, the finite element model of the hydrostatic extrusion process of tubular blanks in the medium of high hydrostatic pressure that are necessary for increase ductility of steel 30HN2MFA during the cold forming products, was considered. The modelling results showed the possibility to realize a process with effect of considerable hydrostatic pressure (750 MPa) on the free surface of blank. There is characteristic destruction still on the initial stages of deformation on the external surface at less pressure.

The full-scale experiments confirmed the adequacy of computer simulation and the efficiency of introduced method of manufacturing exacting long-measuring tubular products.

Keywords: hydraulic forging, hydrostatic extrusion, deformation, mould, modelling, strength, reliability, destruction.

Постановка проблеми

Товстостінні трубчасті вироби з прецизійними елементами внутрішнього профілю (6 ... 8 квалітет, при шорсткості 0.16 ... 0.64 мм) досить широко застосовуються в машинобудуванні, приладобудуванні та виробках спеціального призначення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Ефективність дії рідини під високим тиском на пластичність при механічних випробуваннях зразків і в процесах прямого видавлювання показана в роботах [1-3].

У зв'язку з цим, був запропонований перспективний метод отримання високоточних довгомірних трубчастих виробів з підвищеними експлуатаційними властивостями методом гідропресування на гладкій оправці [4, 5].

Формулювання мети дослідження

Метою роботи було вивчення можливості отримання довгомірних трубчастих заготовок методами холодного пластичного деформування.

Викладення основного матеріалу дослідження

Розрахунок матриці проводили в умовах, наближених до реальних, при максимальних значеннях зусилля видавлювання P (630 кН) і гідростатичного тиску q (750 МПа), яке впливає на матрицю. Вихідні дані для розрахунку матриці наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Задані вихідні дані для розрахунку матриці

№ з/п	Матеріал матриці	Модуль пружності, ГПа	Межа міцності, МПа	Твердість, HRC ₃
1	P18	228	2250	66
2

$$\varphi = N_k \frac{\cos(2 \cdot l \cdot \omega)}{\sqrt{j \cdot Q \cdot \alpha_i}}, \quad (1)$$

де φ – ... ;
 ...
 α_i – .

Висновки

1. За результатами чисельного експерименту були визначені необхідні параметри гідропресування, остаточна геометрична форма деформівної заготовки та її ПДВ.

2. Проведене моделювання показало, що даний процес можливо реалізувати із значним гідростатичним тиском на вільній поверхні заготовки (750 МПа), тоді як при меншому тиску відбувається характерне руйнування ще на початкових етапах деформування на зовнішній поверхні заготовки.

.....

Список використаної літератури

- Акофф Р. Л. Идеализированное проектирование : как предотвратить завтрашний кризис сегодня. Создание будущего организации / Акофф Р. Л., Магидсон Д., Эддисон Г. Д. ; пер. с англ. Ф. П. Тарасенко. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2007. – XLIII, 265 с.
- Петров П. П. Активність молодих зірок сонячної маси : дис.... доктора фіз., -мат. наук : 01.03.02 / Петров Петро Петрович. – К., 2005. – 276 с.
- Пат. 2187888 Российская Федерация, МПК Н 04 В 1/38, Н 04 J 13/00. Приемопередающее устройство / Чугаева В. И. ; заявитель и патентообладатель Воронеж, науч. – исслед. ин-т связи. – № 2000131736/09 ; заявл. 18.12.00 ; опубл. 20.08.02, Бюл. № 23 (II ч.).

**Рукописи для розгляду редколегією журналу приймаються (для попередньої експертизи)
у навчально-науковий відділ Херсонського національного технічного університету за
адресою:**

м. Херсон, Бериславське шосе, 24, каб. 413. Тел. (0552) 32-69-07.

E-mail: korneva.kntu@gmail.com

Редакційна колегія журналу «Вісник ХНТУ»

ВІСНИК

Херсонського національного технічного університету

Відповідальний за випуск	Резнік В.О., начальник редакційно-видавничого відділу
Макетування	Власенко А.Л. Карапетян Н.А.
Типографські роботи	Нерода В. М., Беляєва В.В.

Свідоцтво про державну реєстрацію засобу масової інформації –
серія КВ № 17371-6141 от 17.12.2010

Підписано до друку 31.10.2016 р. Формат 60x84 /16 Папір ксерокс.
Ум. друк. аркушів 20,9. Замовлення № 6530. Тираж 100 прим.

Матеріали друкуються в авторській редакції.
Відповідальність за достовірність даних, зазначених у статтях, несуть їх
автори.

Надруковано у видавництві
Херсонського національного технічного університету

© Херсонський національний технічний університет 2016

Адреса редакції: 73008, м Херсон, Бериславське шосе, 24, каб. 338, тел. (0552) 32-69-93.
E-mail: vidavnitztvo.hntu@yandex.ru