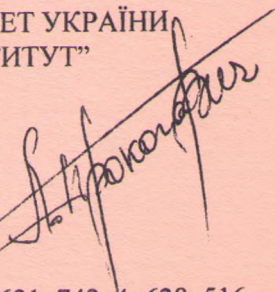


НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ”

ПРОКОПОВИЧ Лада Валеріївна



УДК 621. 742. 4: 628. 516

**ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНОЇ АКТИВНОСТІ ВІДВАЛІВ  
ЛИВАРНОГО ВИРОБНИЦТВА**

Спеціальність 05.16.04 - Ливарне виробництво

Автореферат  
дисертації на здобуття наукового ступеня  
кандидата технічних наук

КИЇВ - 1999

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана на кафедрі машин та технології ливарного виробництва Одеського державного політехнічного університету Міністерства освіти України.

Науковий керівник доктор технічних наук, професор  
Іванова Ліна Олександрівна,  
кафедра машин та технології ливарного  
виробництва Одеського державного  
політехнічного університету, зав. кафедрою

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, професор  
Дорошенко Степан Пантелесевич,  
кафедра ливарного виробництва чорних та  
кольорових металів Національного  
технічного університету України "КПІ",  
професор

доктор технічних наук, професор  
Селіванов Юрій Олександрович,  
кафедра технології металів Одеського  
інституту сухопутних військ, зав. кафедрою

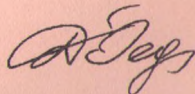
Провідна установа Запорізький державний технічний  
університет, кафедра ливарного  
виробництва, Міністерство освіти України,  
м. Запоріжжя

Захист відбудеться 5 жовтня 1999 р. о 15 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради К 26.002.12 при Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут" за адресою: 252056, м. Київ, проспект Перемоги, 37, корп. № 9, ауд. 203.

З дисертаційною роботою можна ознайомитись у бібліотеці Національного технічного університету України "Київський політехнічний інститут".

Автореферат розісланий "2" 09 \_\_\_\_\_ 1999 р.

Вчений секретар  
спеціалізованої вченої ради



Федоров Г.Є.

## ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

**Актуальність теми.** В нинішній час одним з основних джерел забруднення навколишнього середовища є ливарні технології. Підвищення екологічності технологічних процесів і матеріалів є важливою задачею, що стоїть перед сучасним ливарним виробництвом. При постійному скороченні та погіршенні земельного фонду України особливе значення набуває зниження негативного впливу ливарного виробництва на літосферу шляхом повернення в природні умови відпрацьованих формувальних та стержневих сумішей.

Але відсутність результатів об'єктивного аналізу екологічної ситуації на ливарних відвалах обмежує можливості розробки методів їхнього відновлення. Тому для пошуку шляхів відновлення відвалів необхідно розробити ефективні методи моніторингу даної екосистеми.

Не менш перспективним варіантом рішення проблеми ливарних відвалів є розробка способів їх утилізації, а також скорочення їхніх обсягів за рахунок зниження браку литва.

**Робота виконувалась у зв'язку з держбюджетними науково-дослідними роботами № 237-28 “Розробка моделі рідкого стану залізо-вуглецевих сплавів та підвищення службових властивостей литих заготовок” (№ держ. реєстрації 0195U020017) та № 322-28 “Підвищення якості та екологічності ливарних процесів”.**

**Метою** дисертаційних досліджень є підвищення екологічної безпеки ливарного виробництва по відношенню до літосфери шляхом розробки нових ефективних технічних та біологічних методів підвищення екологічної активності відпрацьованих формувальних і стержневих сумішей, а також зменшення їх витрати за рахунок зниження браку литва.

Для досягнення поставленої мети у дисертаційній роботі розв'язані такі задачі:

- проаналізована екологічна ситуація на ливарних відвалах;
- виявлений механізм самовідновлення екосистеми відвалів ливарного виробництва;
- досліджена імовірність попадання на відвали насіння рослин-меліорантів природним шляхом;
- розроблені способи відновлення відвальних сумішей у

природних умовах в якості ґрунтів різноманітних типів;

- досліджений вплив введення насіння рослин-меліорантів у формувальну суміш на екологічну активність після відпрацювання технологічного процесу;

- запропоноване і обґрунтоване застосування насіння рослин-меліорантів в якості добавки, що підвищує піддатливість формувальних сумішей.

**Наукова новизна одержаних результатів** полягає у розвитку та поглибленні теоретичних та методологічних основ формування біологічних та технологічних властивостей формувальних та стержневих сумішей з метою підвищення їхньої екологічної активності.

Нові наукові результати дослідження:

- підтверджений токсичний вплив відвалів ливарного виробництва на довкілля;

- вперше виявлений механізм самовідновлення екосистеми ливарних відвалів за рахунок вимивання з них токсичних речовин і формування на їхній поверхні рослинного покриву з присутністю рослин-меліорантів;

- розроблено імовірнісну модель попадання насіння рослин-меліорантів на відвали природним шляхом;

- розроблені ефективні методи відновлення відвальних сумішей в природних умовах в якості ґрунтів різноманітних типів;

- запропонований спосіб штучного введення насіння рослин-меліорантів у формувальну суміш на одній із стадій виробничого циклу з метою зменшення браку литва по гарячим тріщинам при підвищенні піддатливості форми;

- встановлений вплив температурних полів ливарної форми на виживання насіння і на утворення зони піддатливості;

- вперше встановлений вплив різноманітного насіння на піддатливість ливарної форми.

**Практичне значення одержаних результатів** полягає у тому, що вперше доведена можливість застосування насіння різноманітних рослин в якості біодобавки до формувальних сумішей, що сприяє не тільки підвищенню їхньої екологічної активності, але і покращує технологічні властивості. Для практичного використання результатів досліджень розроблена номограма, яка дозволяє визначати оптимальну кількість біодобавки в залежності

від властивостей конкретного виливка, а також розроблені рекомендації по підборі складу добавки. Біодобавка, що пропонується, пройшла успішну апробацію на одеському ливарному заводі "Центролит" при виробництві експериментальної партії виливків зі зменшенням браку литва по гарячим тріщинам з 7,5 до 3,2 %.

**Особистий внесок здобувача** полягає в аналізі екологічного стану відвалів ливарного виробництва, виявленні механізму самовідновлення екосистеми ливарних відвалів, виборі, вдосконаленні та розробці математичних і експериментальних методів дослідження. Автор розробила імовірнісну модель попадання насіння рослин-меліорантів на відвали природним шляхом. Запропонувала методи відновлення відвальних сумішей в природних умовах та метод підвищення піддатливості ливарної форми, провела їх лабораторні випробування та приймала участь в їх виробничій апробації.

**Апробація результатів дисертації.** Матеріали дисертації доповідалися та обговорювалися на науково-технічних конференціях "Пути повышения качества и экономичности литейных процессов" (м. Одеса, 1994-1996); "Экологичность технологических процессов и охрана окружающей среды" (м. Одеса, 1997); "Пути повышения качества и экологичности литейных процессов" (м. Одеса, 1998); IV семінарі "Моделирование в прикладных научных исследованиях" (м. Одеса, 1997), науковому семінарі кафедри "Охорона праці і безпека життєдіяльності" Одеського політехнічного університету (м. Одеса, 1998), науковому семінарі кафедри "Ливарне виробництво чорних і кольорових металів" Національного технічного університету України "КПІ" (м. Київ, 1998).

**Публікації.** За темою дисертації опубліковано 17 друкованих праць, у тому числі 6 статей в науково-спеціалізованих журналах та збірниках.

**Структура дисертації.** Дисертаційну роботу викладено на 117 сторінках машинописного тексту; вона складається зі вступу, п'яти розділів, висновків по роботі, додатків та списку із 140 літературних джерел. Робота містить 9 таблиць, 47 рисунків.

## ОСНОВНИЙ ЗМІСТ

У **вступі** наведено загальну характеристику роботи, яка підкреслює її актуальність, відповідність державним науковим програмам, наукову новизну та практичне значення.

У **першому розділі** розглядаються екологічні аспекти проблеми відвалів ливарного виробництва. Основну масу відходів ливарного виробництва складають відпрацьовані формувальні та стержневі суміші. Так, наприклад, для виробництва 1 т чавунних виливків витрачається біля 6 т формувальних матеріалів; при цьому у відвал вивозиться 0,7...1,2 т відпрацьованих сумішей і біля 150 кг шлаку. Ці відходи займають значні площі земельного фонду України, а також порушують складні первинні біогеоценози природного ландшафту.

Існуючі засоби утилізації і регенерації відпрацьованих формувальних сумішей не дозволяють повністю вирішити цю проблему. Утилізація не може охопити весь обсяг даних відходів, а регенерації зазнають лише біля 1 % сумішей. Крім того, навіть найдосконалі методи регенерації не дозволяють використати формувальні піски в технологічному процесі нескінченно, і в решті-решт вони опиняються на відвалах.

Знаходячись у відвалах і являючись техногенним утворенням, відпрацьовані формувальні суміші не можуть вписатися у біосферні процеси, бо матеріали, що застосовуються в технологічних процесах, не сприяють відновленню цих сумішей у природних умовах. Це робить ливарне виробництво небезпечним по відношенню до літосфери.

Підвищити екологічну безпеку ливарного виробництва по відношенню до літосфери можна шляхом розробки та впровадження технічних і біологічних методів підвищення екологічної активності відпрацьованих формувальних сумішей, а також зменшення їхньої витрати за рахунок зниження браку литва.

У **другому розділі** описуються методи дослідження. При проведенні експериментів використовували стандартні методики з біотестування води РД-118-02-90, хімічного аналізу ґрунтів (ГОСТ 10555-75, ГОСТ 17319-76, ГОСТ 26483-85, ГОСТ 26428-85), а також оригінальні методики з проведення фітоіндикації, визначення імовірності попадання насіння на відвали, дослідження біологічної активності відвалів, визначення виживання насіння

у ливарній формі після заливки металом, визначення піддатливості ливарної форми.

Обробку результатів досліджень проводили на ЕОМ за допомогою оригінальних програм в середовищі програмування Delphi, а також прикладних програм Microsoft Exel, Copyright © BONH Software 1993.

У третьому розділі представлено результати дослідження екосистеми відвалів ливарного виробництва. В світлі сучасних уявлень про біосферу і ноосферу відвали ливарного виробництва можна розглядати як елемент системи "біосфера-техносфера". Виступаючи в якості елемента цієї системи, ливарні відвали самі є системою, яка включає в себе різноманітні підсистеми, тобто у даному випадку ми маємо діло з системним об'єктом, дослідження якого повинно виходити з елементів, що зумовлюють його структуру, з природи цих елементів, а також з їхньої якісної та кількісної визначеності.

Біомоніторинг відвалів ливарного виробництва підтвердив, що відвали є складною, відкритою екологічною системою, яка складається з багатьох елементів (рис. 1). Взаємозв'язки між елементами цієї екосистеми вдалося виявити в результаті моніторингу відвалів одеського заводу "Центроліт". Моніторинг проводили з застосуванням біологічних методів дослідження довкілля.

Так, наприклад, біотестування водоймища показало, що вода в ньому виявляє гострий токсичний вплив на живі організми: всі тестоб'єкти (гуппі) гинуть в цій воді за 15 хвилин. Це пояснюється тим, що хімічні речовини, що забруднюють відвали, поступово вимиваються з них у водоймище при фільтруванні атмосферних опадів і змиві поверхневим стоком. Ці опади не тільки утворюють водоймище, але й призводять до накопичування шкідливих речовин в ньому. Червоно-коричневе забарвлення води говорить про наявність в ній сполучень заліза. Засолення водоймища, в свою чергу, призвело до засолення ґрунту, що прилягає до відвалів. Це свідчить про те, що відвали негативно впливають не тільки на літосферу, але й на гідросферу.

З іншого боку, вимивання всіх шкідливих речовин з відвалів сприяє появі на них трав'янистих фітоценозів. І хоча перші рослини з'являються на відвалах лише згодом приблизно 5 років

після відсіпки, це дозволило застосувати ще один біологічний метод дослідження довкілля - фітоіндикацію.

Фітоіндикація на рівні рослинного суспільства показала, що найбільш свіжі, 5-річні відвали характеризуються скудною, погано розвитою рослинністю. Рослини 10-річних відвалів відрізняються більшою різноманітністю, але всі види представлені лише 2-3 екземплярами. 30-річні відвали характеризуються густим покривом здорової, добре розвитої рослинності з переважним домінуванням двох видів - *Anisantha tectorum* і *Senecio vernalis*.

Фітоіндикація в поєднанні з результатами хімічного аналізу показала, що зі часом у відвалах зменшується кількість шкідливих хімічних сполучень, а кількість гумусу, навпаки, збільшується (до 5 %), що сприяє кращому розвитку рослинності.

Таким чином, результати моніторингу показують, що в екосистемі, що досліджується, відбуваються процеси самоорганізації та самовідновлення, які перетворюють відвали з техногенного утворення в ґрунт певного типу (піщаний, піщано-глинистий, суглинистий та ін.).

Через те, що в процесах самовідновлення важливу роль грає рослинність, виникає питання про імовірність появи рослин на відвалах природним шляхом. У результаті комп'ютерного моделювання, ґрунтованого на теорії імовірності, встановили, що імовірність попадання на відвали всіх трьох видів рослин-меліорантів, що ростуть на сусідньому лузі, складає лише біля 13 %. В реальних умовах ця імовірність ще нижче (практично доходить до нуля).

Низька імовірність попадання насіння рослин-меліорантів не тільки перешкоджає появі в них біологічної активності, але й гальмує процес її накопичування в часі. Про це свідчать результати порівняльних спостережень за зростанням пшениці на відвалах різних підприємств півдня України. Зростання сходів на відвалах значно (майже в 2 рази) відставало від зростання на родючому ґрунті (рис. 2). Причому це практично не залежить ані від складу відвалів, ані від часу, протягом якого вони знаходились в природних умовах.

Таким чином, незважаючи на те, що екосистема ливарних відвалів самовідновляється, відновні процеси протікають в ній надзвичайно поволі (30-40 і більш років).



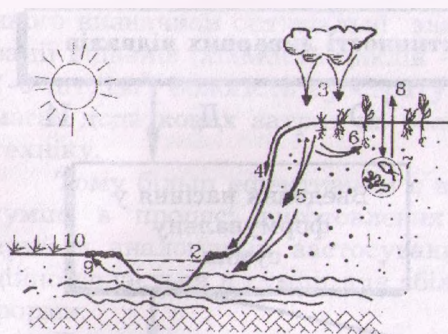


Рис. 1. Схема зв'язків в екосистемі відвалів ливарного виробництва:  
 1 - відвали; 2 - стічні води; 3 - опади;  
 4 - злив солей поверхневим стоком;  
 5 - фільтрація води з вимиванням солей;  
 6 - поглинання частини солей рослинами; 7 - утворення гумусу, мінералізація органічних залишків;  
 8 - гумус сприяє зростанню рослин;  
 9 - засолення ґрунту; 10 - луґ

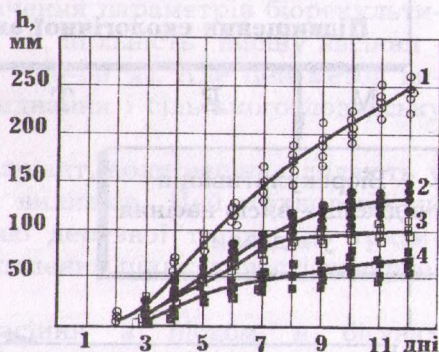


Рис. 2. Зростання сходи пшениці на відвалах одеського заводу "Центроліт":  
 1 - родючий ґрунт;  
 2 - 30-річні відвали;  
 3 - 10-річні відвали;  
 4 - 5-річні відвали

Щоб прискорити ці відновні процеси необхідно відпрацьованим формувальним сумішам придати біологічну (екологічну) активність ще до вивезення у відвал.

У четвертому розділі розглядається підвищення біологічної активності відпрацьованих формувальних сумішей. Пропонуються такі шляхи підвищення екологічної активності відпрацьованих формувальних сумішей:

- висів насіння рослин-меліорантів у відвали;
- добавлення їх у суміш перед вивезенням у відвал;
- добавлення насіння у суміш, що бере участь у технологічному процесі, тобто на стадії виробничого циклу (рис. 3).

Введення насіння у формувальну суміш з метою підвищення її біологічної активності аналогічне біорекультивации порушених земель, що звичайно проводиться в декілька циклів і полягає у висадці рослин-меліорантів з наступним їх заорюванням у даний ґрунт. Через те, що даний процес проходить у декілька циклів і вимагає врахування багатьох факторів, виникла необхідність в експериментально-статистичному моделюванні, в результаті

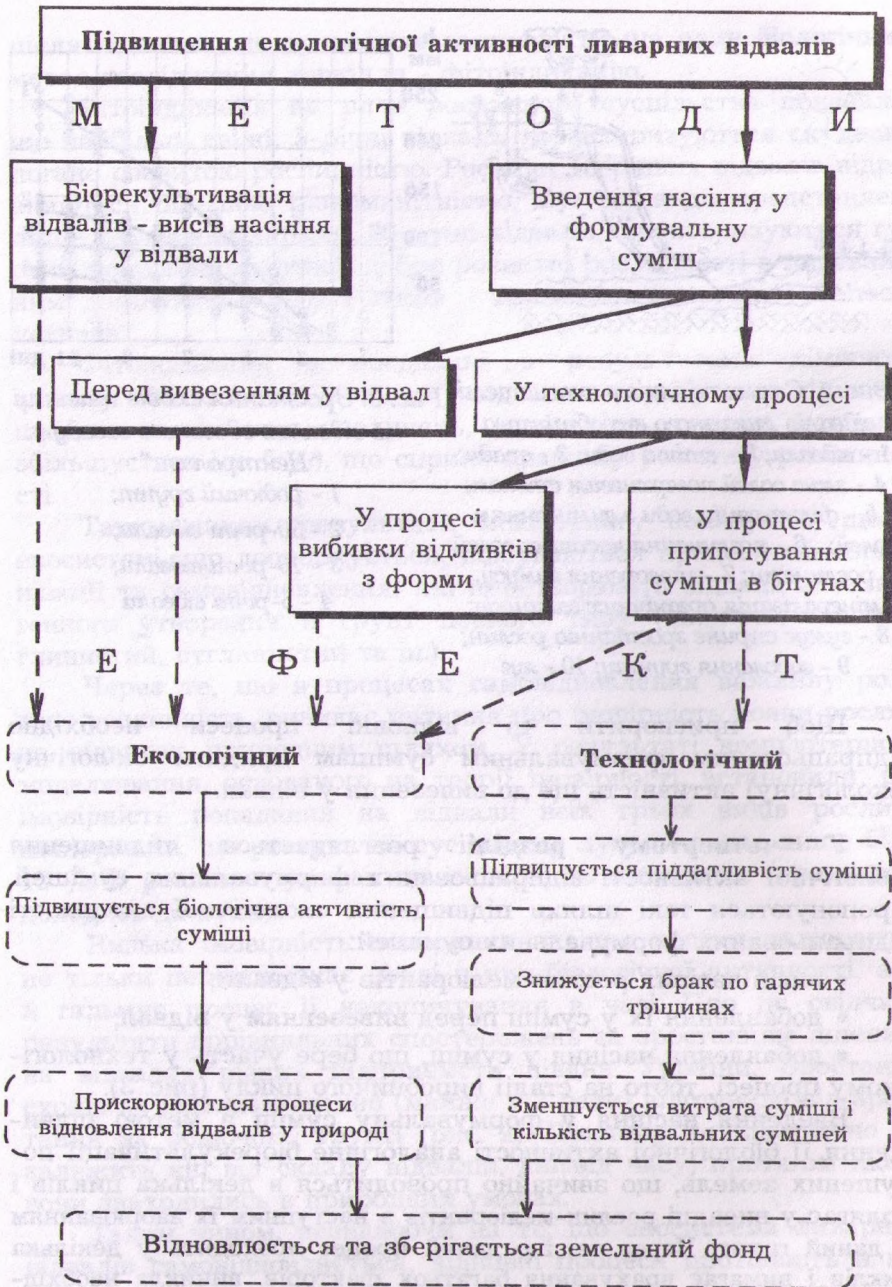


Рис. 3. Методи підвищення екологічної активності ливарних відвалів

якого визначили оптимальні значення параметрів біорекультивациі відвалів (кількість циклів - 10, щільність висіву насіння - 7-8 шт/дм<sup>2</sup>, вологість субстрату - 40-50 %). Але цей метод вимагає додаткових затрат на обладнання і сільськогосподарську техніку.

Тому більш ефективним є варіант, коли насіння додають у суміш в процесі виготовлення виливків. Цей технологічний прийом аналогічний застосуванню деревної тирси, що традиційно додається в суміш для збільшення піддатливості ливарної форми.

Процес перемішування насіння з піском в бігунах аналогічний скарифікації насінного матеріалу, що звичайно проводиться для підвищення схожості насіння. Тому замішування у формувальну суміш, а також операція формовки не тільки не шкодять насінню, а й навпаки, сприяють підвищенню їхньої активності.

Однак наступна операція - заливка форми металом - призводить до загибелі частини насіння із-за перегріву. Для визначення зон форми, в яких насіння виживе або вигорить після заливки металу, розглянули розподіл температури в сирій піщано-глинястій формі.

Комп'ютерне моделювання температурних полів, а також висадка насіння безпосередньо у ливарну форму дозволили виділити 3 характерні зони: I - зону повного вигорання насіння (зону піддатливості); II - зону часткового вигорання насіння; III - зону повного виживання насіння.

Кількісне співвідношення цих зон показує, що в ливарній формі гине зовсім незначна кількість насіння (до 20 %), що забезпечує достатню їхню кількість для формування екологічної активності суміші. З технологічної точки зору найбільший інтерес представляє зона I - зона піддатливості.

У **п'ятому розділі** представлено результати дослідження піддатливості формувальних сумішей. Вплив насіння на піддатливість суміші оцінювали за розробленою методикою, основою на різності між ускладненою та вільною усадками. Ця методика дозволила визначити основні показники, що характеризують піддатливість форми:

- відносну деформацію форми при твердінні виливка;
- напруження, що виникають у формі;
- модуль пружності форми.

Краща піддатливість спостерігалася при доданні тирси, а також насіння нагідок (*Calendula L.*) і грициків (*Capsella bursa pastoris M.*). Найменшу піддатливість показали суміші з додатком насіння пшениці. Це пояснюється тим, що насіння нагідок і грициків наближаються за своїми властивостями до деревної тирси і стружки, тобто вони сухі і невеликих розмірів, в той час, як насіння пшениці більше і містить велику кількість органічної вологи, що перешкоджає їхньому швидкому вигоранню в момент заливки. Але для формування біологічної активності суміші необхідно присутність насіння різних сімейств, в тому числі і злакових. Тому доцільно застосовувати суміш різноманітного насіння або суміш насіння з тирсою.

Це повністю підтвердила виробнича апробація, що проводилася на одеському заводі "Центролит" при виробництві експериментальної партії виливків "решітка". Матеріал вилівка - СЧ20 (С - 3,47 %, Si - 1,18 %, Mn - 0,61 %, P - 0,185 %, S - 0,083 %), маса вилівка - 16 кг.

Конструкція цієї решітки має слабкі місця по відношенню до ускладненої усадки, внаслідок чого спостерігається великий брак по гарячим тріщинам і жолобленню - 7,5 %.

Для зменшення кількості браку виливків "решітка" по гарячим тріщинам на експериментальній ділянці цеху дрібного чавунного лиття ОЛЗ "Центролит" виробляли форми з піщано-глинястих сумішей з різною кількістю біододатків. Оптимальною виявилася суміш складу: відпрацьована формувальна суміш - 89,5 %, пісок формувальний - 5,5 %, бентоніт - 1 %, зв'язуюче КО - 0,5 %, вода технічна - 3 %, тирса деревна - 0,15 %, біододаток - 0,15 %. Біододаток являв собою суміш насіння рослин-меліорантів в рівних пропорціях.

Як показали результати експериментального лиття, вміст до 0,4 % насіння сприяє зниженню браку виливків, як і вміст деревної тирси. Найбільш ефективним є введення суміші насіння з деревною тирсою. В цьому випадку досягається подвійний ефект - підвищується піддатливість форми і зростає біологічна активність відпрацьованої суміші. Подальше збільшення кількості добавок призводить до збільшення відсотка браку. Це пояснюється тим, що при підвищенні кількості добавки зменшується міцність форми, що призводить до обвалу форми та її забиванню.

Крім того, при переході до виготовлення виливків іншої конфігурації з іншим співвідношенням площ металу і форми, а також марки чавуну, кількість добавки, сприятлива зниженню браку литва по гарячим тріщинам, змінюється.

З урахуванням цих факторів за експериментальними даними, обробленими за допомогою програми Microsoft Excel, побудовано номограму (рис. 4). Ця номограма дозволяє визначити кількість додатку (суміш насіння з деревною тирсою 1:1) в залежності від марки сірого чавуну і співвідношення  $F_m/F_\phi$ .

Застосування біододатку, що підвищує піддатливість формувальної суміші, дозволило знизити брак по гарячим тріщинам з 7,5 до 3,2 %. Очікуваний економічний ефект за рахунок зниження браку виливків складає приблизно 55 грн. на тону придатного литва.

## ВИСНОВКИ

1. Аналіз літературних джерел показав, що в оцінці впливу відвалів ливарного виробництва на довкілля існують протиріччя. Сучасні методи утилізації і регенерації відпрацьованих формувальних сумішей не можуть охопити весь обсяг відходів, а матеріали, що застосовуються в технологічних процесах, не сприяють відновленню цих сумішей в умовах відвалів.

2. Біомоніторинг ливарних відвалів підтвердив, що вони є активним антропогенним фактором, що негативно впливає на довкілля, і неспроможні до швидкої адаптації до біосферних процесів.

3. Результати фітоіндикації показали, що в екосистемі ливарних відвалів відбуваються процеси самовідновлення і самоорганізації, в яких важливу роль грає рослинність.

4. Виявлений механізм самовідновлення екосистеми ливарних відвалів, що перетворює відвали з техногенного утворення в ґрунт певного типу. Цей механізм заснований на кругобігу речовин і взаємозв'язку всіх елементів даної екосистеми.

5. Розроблено методика порівняльного аналізу біологічної активності відвалів ливарного виробництва.

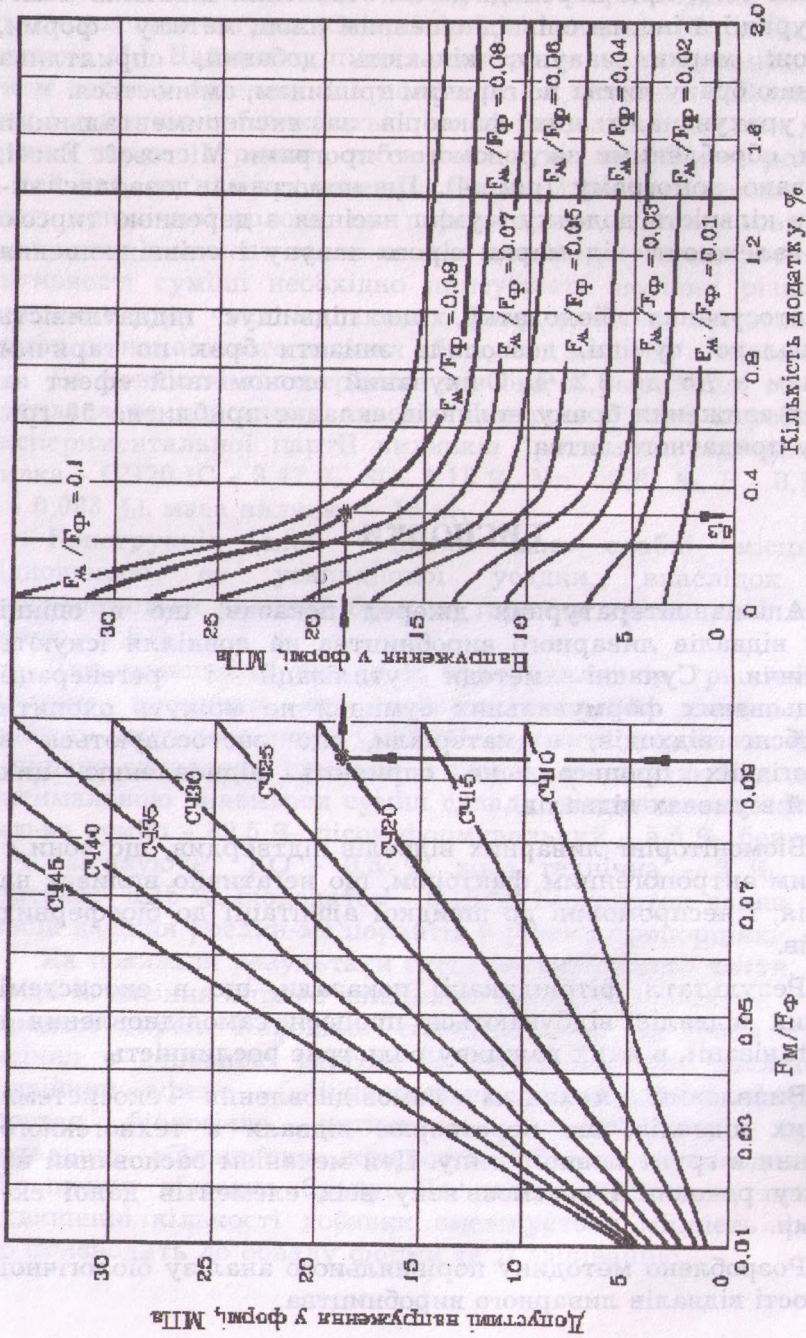


Рис. 4. Номограма для визначення необхідної кількості біодобавок в формуваній суміші для збільшення підатливості форми

6. Встановлено, що ливарні відвали мають низьку екологічну активність у порівнянні з родючими ґрунтами. Причому низька екологічна активність спостерігається у будь-яких відвалах, незалежно від їхнього складу і часу, протягом якого вони знаходились у природних умовах. Мала кількість і видовий склад трав'янистих фітоценозів відвалів не сприяють нарощуванню цієї активності.

7. Розрахунком за допомогою комп'ютерної моделі визначено імовірність попадання насіння рослин-меліорантів на відвали природним шляхом, що складає 10-30 %. Встановлені фактори, що знижують цю імовірність в природних умовах у порівнянні з ідеальними умовами комп'ютерного моделювання практично до нуля.

8. Запропоновано 3 шляхи підвищення біологічної активності відпрацьованих формувальних сумішей:

- висів насіння рослин-меліорантів у відвали;
- додавання їх в суміш перед вивезенням у відвал;
- додавання насіння в суміш, що бере участь в технологічному процесі, тобто на стадії виробничого циклу.

При цьому третій метод дасть не тільки екологічний, але й технологічний ефект.

9. Встановлено, що замішування у формувальну суміш в бігунах, а також операція формовки не тільки не шкодять насінню, а навпаки, сприяють підвищенню активності насінного матеріалу.

10. Розроблено методику визначення виживання насіння у ливарній формі після заливки металом.

11. Встановлено, що після заливки форми металом виживання насіння, замішаного у формувальну суміш, складає 70—100 %, а втрати їх на стадії вибивки ледве досягають 5 %, що забезпечує достатній їхній вміст у відпрацьованій суміші для формування її біологічної активності.

12. Експериментально-статистичне моделювання процесу формування біологічної активності ливарних відвалів показало, що оптимальними значеннями факторів, що впливають на цей

процес,  $\epsilon$ : кількість циклів біорекультивації - 10, щільність висіву насіння - 7-8 шт/дм<sup>2</sup>, вологість субстрату - 40-50 %.

13. Дослідження впливу різноманітних добавок на піддатливість формувальної суміші показали, що насіння, введене в суміш, може підвищити її піддатливість.

14. Розроблено методику визначення піддатливості ливарної форми.

15. За основними показниками піддатливості ливарної форми ( $\sigma_f$ ,  $\epsilon_f$  і  $E_f$ ) встановлено, що краща піддатливість спостерігається при доданні в суміш тирси, а також насіння нагідок (*Calendula L.*) і грициків (*Capsella bursa pastoris M.*).

16. Розроблені рекомендації по підбору насіння для добавки у формувальну суміш.

17. Апробація формувальних сумішей з доданням насіння рослин-меліорантів підтвердила висновки про покращення такої технологічної властивості ливарної форми, як піддатливість, і дозволила переконатися в правильності теоретичних роз-рахунків.

18. Експериментально-промислова апробація показала, що до практичного застосування може бути рекомендована формувальна суміш такого складу: відпрацьована формувальна суміш - 89,5 %; пісок формувальний - 5,5 %; бентоніт - 1%; КО - 0,5 %; вода технічна - 3 %; тирса деревна - 0,15 %; біододаток (насіння) - 0,15 %.

19. Введення біододатку у формувальну суміш на стадії виробничого циклу не вимагає додаткового обладнання і, зв'язаних з цим, економічних затрат.

20. Для практичного застосування запропоновано номограму, що дозволить визначити кількість добавки в залежності від властивостей конкретного виливка.

21. З застосуванням формувальної суміші з біододатком виготовлено експериментальну партію чавунних виливків "решітка", брак яких по гарячим тріщинам знизився з 7,5 до 3,2 %.



## СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Иванова Л.А., Прокопович Л.В. Биомониторинг отвалов литейного производства // Литейное производство. - 1996. - № 7. - С. 21.
2. Иванова Л.А., Прокопович Л.В. Анализ экологической ситуации на отвалах литейного производства // Металл и литье Украины. - 1996. - № 11-12. - С. 51-53.
3. Иванова Л.А., Блюхер Б.Г., Прокопович Л.В. Проблема комплексного подхода к мониторингу экосистем в литейном производстве // Труды Одесского политехнического университета. - Одесса, 1997. - Вып. 1. - С. 31-32.
4. Иванова Л.А., Прокопович Л.В. Восстановление отработанных формовочных смесей в технологическом процессе и в природных условиях // Труды Одесского политехнического университета. - Одесса, 1997. - Вып. 2. - С. 143-144.
5. Иванова Л.А., Прокопович Л.В. Литейное производство как элемент системы техносферы - биосфера // Экотехнологии и ресурсосбережение. - 1997. - № 4. - С. 48 - 52.
6. Иванова Л.О., Прокопович Л.В., Прокопович И.В. Моделирование процессу біорекультивациї відвалів ливарного виробництва // Труды Одесского политехнического университета. - Одесса, 1998. - Вып. 2. - С. 207-208.
7. Иванова Л.А., Прокопович Л.В., Прокопович И.В. Об экологичности шликерной технологии // Пути повышения качества и экономичности литейных процессов. - Одесса: Совпін, 1994. - С. 37-38.
8. Иванова Л.А., Прокопович Л.В., Абмаев С.В. Исследование биологических свойств литейных отвалов // Пути повышения качества и экономичности литейных процессов. - Одесса: Совпін, 1995. - С. 4-5.
9. Иванова Л.А., Прокопович Л.В., Прокопович И.В. Снижение загазованности среды при литье по газифицируемым моделям //

Пути повышения качества и экономичности литейных процессов. - Одесса: Совпин, 1995. - С. 18.

10. Иванова Л.А., Прокопович Л.В. Биологическая детоксикация продуктов деструкции пенополистироловой модели // Охрана окружающей среды. - Черкассы, 1995. - Вып. 2. - С. 3-5.

11. Иванова Л.А., Прокопович Л.В. О необходимости рекультивации литейных отвалов // Охрана окружающей среды. - Черкассы, 1996. - Вып. 1. - С. 14-15.

12. Иванова Л.А., Прокопович Л.В. Литейные отвалы как синергетический объект исследования // Пути повышения качества и экономичности литейных процессов. - Одесса: Совпин, 1996. - С. 108-113.

13. Иванова Л.А., Прокопович Л.В. Биологические методы повышения экологической безопасности литейного производства // Пути повышения качества и экономичности литейных процессов. - Одесса: Совпин, 1996. - С. 115-118.

14. Иванова Л.А., Прокопович Л.В. Процессы самоорганизации в экосистеме литейных отвалов // Экологичность технологических процессов и охрана окружающей среды. - Одесса, 1997. - С. 75-79.

15. Иванова Л.А., Прокопович И.В., Прокопович Л.В. Моделирование процесса биорекультивации литейных отвалов // Экологичность технологических процессов и охрана окружающей среды. - Одесса, 1997. - С. 81-85.

16. Иванова Л.А., Прокопович Л.В., Прокопович И.В., Замятин Н.И. Моделирование температурных полей литейной формы и их влияние на биодобавки // Материалы IV семинара "Моделирование в прикладных научных исследованиях". - Одесса: ОГПУ, 1997. - С. 91-92.

17. Иванова Л.А., Прокопович Л.В., Прокопович И.В., Каспревич П.В. Вероятностная модель появления растительности на отвалах литейного производства // Материалы IV семинара "Моделирование в прикладных научных исследованиях". - Одесса: ОГПУ, 1997. - С. 93-95.

**Прокопович Л.В. Підвищення екологічної активності відвалів ливарного виробництва. - Рукопис.**

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.16.04 - ливарне виробництво. - Національний технічний університет України "КПІ", Київ, 1999.

Дисертацію присвячено питанням підвищення екологічної безпеки ливарного виробництва по відношенню до літосфери. На основі результатів біомоніторингу виявлений механізм самовідновлення екосистеми ливарних відвалів, що перетворює їх з техногенного утворення в ґрунт. Запропонований новий ефективний метод підвищення екологічної активності відпрацьованих формувальних і стержневих сумішей, а також зменшення їхньої витрати за рахунок зниження браку литва, що полягає в доданні в ці суміші насіння рослин-меліорантів. Промислова апробація показала ефективність використання насіння різноманітних рослин в якості біододатку для підвищення піддатливості ливарної форми.

Ключові слова: ливарні відвали, екологічна активність, насіння, рослини-меліоранти, формувальна суміш, піддатливість.

**Prokopovich L.V. The increasing of ecological activity of foundry dumps. - Manuscript.**

Thesis for the degree of Doctor of Philosophy by speciality 05.16.04 s casting engineering. - National Technical University of Ukraine "KPI", Kiev, 1999.

The thesis is devoted to increasing of ecological safety of foundry in relation to lytosphere. On the basis of biomonitoring results the selfrecovery mechanism of the foundry dumps ecosystem converting them from man-cavsed formation in soil is detected. The new effective method of the ecological activity increasing of wasted moulding and core mixtures side by side with the method of their expenditure reduction at the expense of lowering discard of casting based on adding of land-improving plant seeds in these mixtures are offered. The industrial approbation has shown efficiency of different plants seeds application as the biocomponent for increasing of the mould pliability.

Key words: foundry dumps, ecological activity, seeds, land-improving plant, moulding mixture, pliability.

**Прокопович Л.В. Повышение экологической активности отвалов литейного производства. - Рукопись.**

Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.16.04 - литейное производство. - Национальный технический университет Украины "КПИ", Киев, 1999.

Диссертация посвящена вопросам повышения экологической безопасности литейного производства по отношению к литосфере. Основную нагрузку на литосферу литейное производство оказывает своими твердыми отходами, которые представляют собой отработанные формовочные и стержневые смеси. Современные методы утилизации и регенерации этих смесей не могут охватить весь объем отходов, а материалы, применяемые в технологических процессах, не способствуют их восстановлению в условиях отвалов.

Биомониторинг литейных отвалов подтвердил, что они являются активным антропогенным фактором, который негативно влияет на окружающую среду. Вместе с тем, результаты фитоиндикации показали, что в экосистеме литейных отвалов происходят процессы самовосстановления и самоорганизации, которые превращают отвалы из техногенного образования в почву определенного типа. Выявленный механизм самовосстановления отвалов основан на кругообороте веществ, важную роль в котором играет растительность.

Установлено, что литейные отвалы обладают низкой экологической активностью, которая замедляет их адаптацию в биосферных процессах. При этом низкая экологическая активность не зависит ни от состава отвалов, ни от времени, в течение которого они находились в природных условиях. Малое количество и видовой состав растительности отвалов не способствуют наращиванию этой активности.

Поэтому предложен новый эффективный метод повышения экологической активности отработанных формовочных и стержневых смесей, а также уменьшения их расхода за счет снижения брака литья, заключающийся в добавлении в эти смеси семян растений-мелиорантов. Этот метод предусматривает три варианта:

- высев семян растений-мелиорантов в отвалы;
- добавление их в смесь перед вывозом в отвал;
- добавление семян в смесь, участвующую в технологическом процессе, т.е. на стадии производственного цикла.

Ввод семян в формовочную смесь с целью повышения ее биологической активности аналогичен биорекультивации нарушенных земель, которая обычно проводится в несколько циклов и заключается в высадке растений с последующей их запашкой в почву. Но этот метод требует дополнительных затрат на оборудование и сельскохозяйственную технику.

Поэтому наиболее эффективным представляется вариант, когда семена добавляются в смесь в процессе изготовления отливок. Этот технологический прием аналогичен применению древесных опилок, которые традиционно добавляются в смесь для повышения податливости литейной формы. Исследования показали, что процесс перемешивания семян с песком в бегунах, а также операция формовки не только не вредят семенному материалу, но и способствуют повышению его активности.

Однако последующая операция - заливка формы металлом - приводит к гибели части семян из-за перегрева. Для определения зон формы, в которых семена выживут или выгорят после заливки, рассмотрели распределение температуры в сырой песчано-глинистой форме. Компьютерное моделирование температурных полей, а также высадка семян непосредственно в литейную форму позволили выделить три характерные зоны: I - зону полного выгорания семян (зону податливости); II - зону частичного выгорания семян; III - зону полного выживания семян. Количественное соотношение этих зон показывает, что в литейной форме гибнет совсем незначительная часть семян (до 20 %), что обеспечивает достаточное их количество для формирования экологической активности смеси.

С технологической точки зрения наибольший интерес представляет зона I - зона податливости. Влияние семян на податливость литейной формы оценивали по разработанной методике, основанной на разности между затрудненной и свободной усадками.

Промышленная апробация показала, что содержание в смеси семян различных растений способствует снижению брака литья по горячим трещинам, как и содержание древесных опилок. Но наиболее эффективным является сочетание опилок с семенами, так как в этом случае достигается двойной эффект - повышается податливость смеси и увеличивается биологическая активность отработанной смеси.

Ключевые слова: литейные отвалы, экологическая активность, семена, растения-мелиоранты, формовочная смесь, податливость.

---

Підписано до друку 30. 06. 99. Формат 60 84/16.  
Папір газетний. Друк офсетний. 1,2 ум. друк. арк.  
1,00 обл.-вид. арк. Тираж 100 пр. Зам. № 34

---

Одеський державний політехнічний університет,  
270044, Одеса, пр. Шевченка, 1

**Віддруковано в друкарні «ТЕС» тел. 42-90-98**