

На найближче майбутнє медицина ставить перед фізиками багато нових проблем. Насамперед це підвищення якості опромінювання хворих; розвиток та вдосконалення методів варіації інтенсивності випромінювання; збільшення точності визначення дози опромінювання вогнища; розвиток методів контролю дози в динаміці опромінювання; покращення чистоти ізотопів; вдосконалення методів підведення максимальної дози до вогнища.

Сучасними фізиками ведуться активні дослідження та розробки нових ідей та методів для променевої терапії: а саме, обговорюється можливість одночасного використання поперечного або продольного магнітного поля та пучка електронів, метод варіації енергії електронів в процесі опромінювання.

Основними напрямками розвитку радіаційних технологій та прискорювальної техніки в медицині є створення сучасних діагностичних комплексів (УЗД, МРТ, ЛТ, ПЕТ); створення систем дозиметричного контролю в режимі реального часу; розвиток комбінованих методів променевої терапії; широке розповсюдження лінійних прискорювачів [5].

#### ДЖЕРЕЛА

1. Медицинский линейный ускоритель [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.rusmedserv.com/radiology/linear-accelerator/>

2. Профессор И.Н.Бекман / Харьковская медицинская академия последипломного образования. / Курс лекций ЯДЕРНАЯ МЕДИЦИНА // Лекция 7. ЛУЧЕВАЯ ТЕРАПИЯ ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ РЕНТГЕНОЛОГИИ В г. ХАРЬКОВЕ (к 120-летию открытия Х-лучей).

3. Променева терапия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://tomocenter.com.ua/ua/lechenie/luchevaya-terapiya/>

4. Н.Н. Бурденко. / Журнал вопросы нейрохирургии // Современный классификационный подход к опухолям центральной нервной системы.

5. Мацко Д.Е., Олюшин В.Е., Улитин А.Ю. / Український медичний часопис // Современные подходы к лечению злокачественных опухолей головного мозга: возможности и перспективы. (2008)

УДК 616-72. 616-74

### ЭМУЛЬГИРОВАНИЕ И ДИСПЕРГИРОВАНИЕ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТВОРОВ МЕТОДОМ КАВИТАЦИИ

**Маничева Наталья Витальевна**

к.т.н., доцент

**Лещенко Никита Михайлович**

студент

Одесский национальный политехнический университет

г. Одесса, Украина

**Аннотация.** В статье описан метод создания лекарственных растворов при помощи ультразвуковой кавитации. Метод кавитации является незаменимым методом в создание лекарств, так как для получения нужных свойств определённого вида раствора, нужно правильно подбирать его составляющие, что сложно получить без специального физико-химического взаимодействия. Использование физико-химического взаимодействия на лекарственный раствор улучшает не только лечебные свойства препаратов, а может и увеличить его срок хранения.

**Ключевые слова:** кавитация, ультразвук, эмульгирование, диспергирование, ультразвуковые волны.

В силу того, что медицина «не стоит на месте», а стремительно развивается, появилась потребность в создании более сложных и эффективных лекарственных средств. Методы, которые использовали на тот момент, не справлялись с поставленной задачей, и тогда начали применять в медицине ультразвуковую кавитацию.

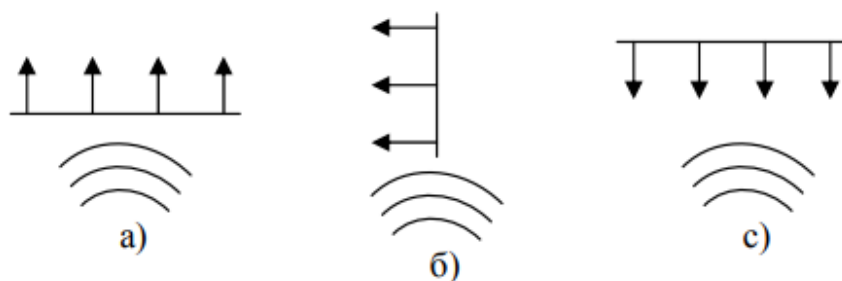
Первые шаги развития ультразвуковой техники появились во время Первой мировой войны. В 1914 году выдающийся французский физик-экспериментатор Поль Ланжевен испытал в лабораторном аквариуме технологически новый ультразвуковой излучатель. В ходе эксперимента было обнаружено, что во время воздействия ультразвуковых волн на рыб, они начинают вести беспокойно, но такое воздействие на них влечёт за собой летальный исход.

Уже через несколько лет, после эксперимента, начали активно применять ультразвук в медицине. Первыми, кто начал применять данный метод в медицине – это немецкие врачи. Они нашли ему применения для лечения заболевания уха у людей.

**Кавитация** – это процесс образования и последующего коллапса вакуумных пузырьков в потоке жидкости, сопровождающийся шумом и гидравлическими ударами, образованием полостей в жидкости (кавитационных пузырьков или пустот), которые могут содержать разреженный пар. Кавитация возникает в результате локального снижения давления в жидкости, которое может происходить либо при увеличении ее скорости (гидродинамическая кавитация), либо при прохождении высокоинтенсивной акустической волны во время полупериода разрежения (акустическая кавитация), есть и другие причины эффекта [1, с. 29].

**Ультразвук** – это механические колебания с частотой более 20 000 герц. Способность ультразвука дробить и измельчать различные вещества нашла применение в фармакологии – для приготовления смесей из лекарственных веществ [2, с. 11].

Направление ультразвукового излучения через мембрану показано на рисунке 1.



**Рис. 1. Способы направления ультразвукового излучения**

- а – по ходу потока, проходящего через мембрану;
- б – перпендикулярно потоку, проходящего через мембрану;
- с – против потока, проходящего через мембрану.

**Растворение твердого тела** представляет собой процесс погружения тела твердой формы в растворимое вещество, где тело переходит из твердого состояния в раствор. Если в растворе содержится два и более вещества, то его можно назвать гомогенным.

Чтобы растворить лекарственные вещества, используют: обычное перемешивание, либо растворение в ультразвуковом поле. Последний способ на порядок превосходит обычное перемешивание. Скорость растворения в ультразвуковом поле в значительной степени зависит от растворимости вещества (таблица 1). Но даже если речь идет о плохо растворимых веществах, процесс ускоряется в 2–3 раза.

**Диспергированием** называют процесс получения материалов сверхтонкой дисперсности (размеры частиц измеряются в микрометрах). Диспергирование широко

применяется при приготовлении лекарственных суспензий, которые отличаются равномерным распределением частиц в растворителе и продолжительностью хранения [3].

В фармацевтической промышленности широко используется выращивание штаммов антибиотиков на парафине. Для этого парафиноподобные вещества диспергируют в воде. Чем меньше размеры частиц, тем больше площадь поверхности, следовательно, уменьшается время технологического процесса и увеличивается выход готового продукта. Возможности механического перемешивания и парового барботажа не удовлетворяют требованию высокой дисперсности [4, с. 33].

Для получения сверхтонкого материала необходимо использовать специальные устройства, такие как, ультразвуковой диспергатор.

**Назначение диспергатора.** Ультразвуковой диспергатор используется для генерации ультразвуковых колебаний в жидкостях. Устройство может быть использовано для получения суспензий или эмульсий из различных веществ, для мытья небольших порций механических примесей, для извлечения, диспергирования, а также для обработки образцов волокнистых, кристаллических веществ, пыли и т.д.

**Принцип работы диспергатора** следующий: пьезоэлектрический излучатель преобразует электрические колебания, генерируемые транзисторным генератором, в упругие механические колебания соответствующей частоты. Через волновод эти колебания передаются на рабочую среду.

**Эмульгирование** – это процесс получения эмульсий. Осуществляется диспергированием одной жидкости в другой, механическим перемешиванием или конденсацией, т. е. выделением капельножидкой фазы у пересыщенных паров, растворов.

Для получения эмульсий применяются различные смесители – гомогенизаторы, коллоидные мельницы [3].

**Ультразвуковые гомогенизаторы** – это электромеханические и гидродинамические устройства, создающие упругие звуковые и ультразвуковые колебания в гомогенизируемой смеси.

**Принцип работы гомогенизатора.** Ультразвуковой гомогенизатор использует ультразвуковую плотность высокой мощности на поверхности зондов для воздействия на жидкости.

Радиочастотный генератор преобразует напряжение сети 50 или 60 Гц в высокочастотное напряжение 20 кГц. Напряжение переменного тока регулируется и выравнивается. Напряжение постоянного тока затем преобразуется в высокочастотное напряжение, которое приводит к постоянной высокой частоте и, таким образом, также к ультразвуковой мощности с «прямым звуком». Ультразвуковой преобразователь с высокоэффективной ультразвуковой вибрационной системой с пьезоэлектрическим преобразователем преобразует электрическую энергию, генерируемую генератором, в механические колебания той же частоты (20 кГц).

Лекарственные препараты, созданные при помощи кавитации, разделяют на два вида: эмульсию и суспензию.

**Суспензии** представляют собой дисперсные системы, состоящие из диспергирующей среды (вода, растительное масло, глицерин и т. д.) и дисперсной фазы (твердые фармацевтические частицы, которые практически не растворимы в этой жидкости). Подвесы делятся на внешние и внутренние применения. Некоторые суспензии используются парентерально. Следует иметь в виду, что суспензию следует вводить внутримышечно или в полость тела.

Суспензионные препараты. Как правило, суспензии чаще всего встречаются в антибиотиках у детей. Это Amoksiklav, Zinnat, Klazid, Suprax и другие лекарства.

Удобство индивидуальной дозировки для детей, приятный вкус и длительный срок хранения порошкообразных антибиотиков дают этим лекарствам неоспоримые преимущества.

На втором месте по популярности находятся противоязвенные и против изжоги лекарства. Примеры лекарств включают в себя Espumisan, Relzer, Motilium и Gaviscon. Эта лекарственная форма может ускорить наступление терапевтического эффекта для данных лекарств.

Чтобы обеспечить высокую эффективность лекарственного средства, суспензии должны иметь высокую стабильность агрегатов – способность контролировать конденсацию частиц и создание агломератов, кинетическую стабильность – для предотвращения осаждения частиц и поддержания равномерного распределения частиц во всем объеме препарата. Суспензии должны обладать небольшой скоростью седиментации.

Под **эмульсией** понимают жидкую лекарственную форму, в которой нерастворимые в воде жидкости (жирные масла, бальзамы) собираются в форме крошечных капель в водной среде.

Наиболее важное различие между эмульсиями и суспензиями и другими лекарственными формами заключается в том, что эмульсии могут быть типа **масло/вода** и **вода/масло**. Эмульсии могут расслаиваться, но должны быть легко восстановлены путем смешивания. Для обеспечения стабильности в эмульсию добавляются эмульгаторы.

Для лекарственных растворов изготавливают эмульсию двух типов: масляную и семенную.

В свою очередь масляную эмульсию приготавливают из масел жидкой среды: миндального, касторового, рыбьего жира и др.

Для достижения эмульсия из двух составляющих: воды и масла, второе необходимо эмульгировать, то есть разбить его на мельчайшие капли. Чтобы достичь данного эффекта необходимо масло смешать со специальным веществом – эмульгатором. В качестве эмульгаторов используются камеди, например, абрикосовая камедь, а также желатоза.

В основном эмульсия применяется в лекарственных растворах для наружного применения: Fenistil, Beranthen, Locoid и другие. Равномерно наносятся на кожу, быстро впитываются, высыхают, не оставляют жирного блеска и не оставляет пятен на одежде.

**Преимущество** этого метода заключается в том, что процесс растворения веществ ускоряется в несколько раз; применение кавитационных технологий позволяет повысить качество мягких лекарственных форм суспензионного и эмульсионного типов.

**Недостатком** данного метода является то, что для изготовления лекарственных растворов применяется дорогостоящее оборудование, а в следствие чего и повышается стоимость самого лекарственного раствора.

Вкратце, в современной медицине этот метод можно и нужно использовать, так как частицы фармацевтической субстанции в виде эмульсий и суспензий, которые измельчаются до очень небольших частиц (0,1÷0,5 мкм), приобретают новые качества. Например, можно приготовить эмульсию из рыбьего жира без определенного запаха и вкуса. При помощи ультразвуковых волн были разработаны высокоактивные эмульсии касторового масла и вазелина, рыбьего жира и лечебных грязей, которые успешно применяются в медицинской практике. Препараты можно выпускать в качестве сухого полуфабриката, что позволяет увеличить время хранения действующего вещества.

#### ИСТОЧНИКИ

1. Маничева Н.В., Клименко В.В. Использование кавитации при очистке медицинского оборудования / В.В. Клименко, Н.В. Маничева // Фізика та медицина у сучасному житті. Матеріали Всеукраїнської науково-технічної конференції «Фізика та медицина у сучасному житті», м. Одеса, 17–19 трав. 2019 р. / Одеський національний політехнічний університет. – Одеса, 2019. – Вип. 5. – С. 29-30.

2. Шаповалов И.П., Кошечая Е.С. Использование физических приборов в медицинских исследованиях / Е.С. Кошечая, И.П. Клименко // Матеріали IV Всеукраїнської науково-технічної конференції «Фізика та медицина у сучасному житті», 25-27 квітня 2018 року, м. Одеса, Україна – С. 11-12.

3. Ускорение процессов в жидкостях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://alexplus.ru/> / Ускорение процессов в жидкостях.

4. Дудзінський, Ю. М. Струминні акустичні випромінювачі для біотехнологій / Ю.М. Дудзінський, Н. В. Манічева, А. В. Жукова // Біомедична інженерія. 2017. – № 4: матеріали першої міжуніверситетської науково-практичної конференції «Сучасний стан та перспективи біомедичної інженерії» – С. 33-35.

## **ОПТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА ГЛАЗА И НЕКОТОРЫЕ ЕЕ НЕДОСТАТКИ**

**Дудзинский Юрий Михайлович**

доктор ф-м.н., профессор

**Биднык Марина Юрьевна**

студент

Одесский национальный политехнический университет

г. Одесса, Украина

Глаз человека является своеобразным оптическим прибором, занимающим в оптике особое место. Это объясняется, во-первых, тем, что многие оптические инструменты рассчитаны на зрительное восприятие, во-вторых, глаз человека (и животного) как усовершенствованная в процессе эволюции биологическая система приносит в рамках бионики некоторые идеи по конструированию и улучшению оптических систем. Для медиков глаз не только орган, способный к функциональным нарушениям и заболеваниям, но и источник информации о некоторых неглазных болезнях. Остановимся кратко на строении глаза человека:

Глаз человека представляет собой сложную оптическую систему, которая по своему действию аналогична оптической системе фотоаппарата. Глаз имеет почти шарообразную форму и диаметр около 2,5 см. Снаружи он покрыт защитной оболочкой белого цвета – склерой. Передняя прозрачная часть склеры называется роговицей. На некотором расстоянии от нее расположена радужная оболочка, окрашенная пигментом. Отверстие в радужной оболочке представляет собой зрачок. В зависимости от интенсивности падающего света зрачок рефлекторно изменяет свой диаметр приблизительно от 2 до 8 мм, т.е. действует подобно диафрагме фотоаппарата. Между роговицей и радужной оболочкой находится прозрачная жидкость. За зрачком находится хрусталик – эластичное линзоподобное тело. Особая мышца может изменять в некоторых пределах форму хрусталика, изменяя тем самым его оптическую силу. Остальная часть глаза заполнена стекловидным телом. Задняя часть глаза – глазное дно, оно покрыто сетчатой оболочкой, представляющей собой сложное разветвление зрительного нерва с нервными окончаниями – палочками и колбочками, которые являются светочувствительными элементами. Лучи света от предмета, преломляясь на границе воздух–роговица, проходят далее через хрусталик (линзу с изменяющейся оптической силой) и создают изображение на сетчатке.

Рассмотренные выше элементы глаза в основном относятся к его *светопроводящему аппарату*.

Оптической системе глаза свойственны некоторые специфические недостатки. В нормальном глазу при отсутствии аккомодации задний фокус совпадает с сетчаткой – такой глаз называют эмметропическим; глаз называют аметропическим, если это условие не