

торированного спирта и получать новые фторсодержащие композиционные материалы. Основным аппаратом является реактор-модификатор, снабженный рубашкой. Технологический процесс включает в себя 5 основных стадий: стадия измельчения агломератов ПЭТФ, стадия смешения, стадия фильтрования для разделения измельченного порошка ПЭТФ от N_2 , стадия сушки модифицированного ПЭТФ, стадия разделения ПФС-2 от Гн.

Технологическая схема автоматизирована, основными контролируемыми параметрами являются давление, температура, расход, уровень, давление, количество оборотов перемешивающего устройства.

Разработанные новые фторсодержащие композиционные материалы на основе технологических отходов производства полиэфирных нитей, могут быть использованы в дальнейшем для получения кордных полиэфирных тканей и полиэфирных геосеток с повышенным уровнем эксплуатационных характеристик.

Литература.

1. Кудашев, С. В. Композиционные материалы на основе высокомолекулярных соединений и дисперсных систем органической и органоминеральной природы : монография / С. В. Кудашев, В. Ф. Желтобрюхов, Т. И. Даниленко; ВолгГТУ. – Волгоград : РПК «Политехник», 2015. – 160 с.
2. Кудашев, С. В. Полиэтилентерефталат : особенности модификации, структура и направления рециклинга: монография / С. В. Кудашев, В. Ф. Желтобрюхов, Т. И. Даниленко ; ВолгГТУ. – Волгоград: РПК «Политехник», 2014. – 148 с.
3. Молочнов, В. Утилизация отходов пластмасс [Электронный ресурс] / В. Молочнов. – Москва, 2013. – Режим доступа : <http://ztbo.ru>
4. Петухов, Б. В. Полиэфирные волокна : учеб. пособие / Б. В. Петухов ; Москва : Химия, 1976. – 272 с.
5. ЗАО «Газпромхимволокно» [Электронный ресурс]. URL: <http://gazpromhv.ru>
6. Беданов, А. Ю. Основные направления переработки и использования вторичного полиэтилентерефталата : монография / А. Ю. Беданов [и др.] ; Пластические массы. Москва, – 2007. – 261 с.
7. Брукс, Д. Производство упаковки из ПЭТФ / Д. Брукс, Дж. Джайлз // пер. с англ. под ред. О. Ю. Сабая. – Санкт Петербург : Профессия, 2006. – 368с.
8. Пилунов, Г. А. Переработка отходов полиэтилентерефталата / Г. А. Пилунов, З. А. Михитарова, Г. М. Цейтлин // Химическая промышленность сегодня. – 2001. – 262 с.
9. Жураев, А. Б. Пути утилизации бытовых отходов полиэтилентерефталата / А. Б. Жураев [и др.] // Пластические массы. – 2005. – 264 с.
10. Пономаренко, В. А. Фторсодержащие гетероцепные полимеры / В. А. Пономаренко, С. П. Круковский, А. Ю. Альбина. – М. : Наука. – 1973. – 271 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЙ СПОСОБ СТЕРИЛИЗАЦИИ ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*** А.В. Штейнле, к.м.н., доцент, * А.А. Волков, студент, * В.К. Антюфеев, студент

* Национальный исследовательский Томский политехнический университет,
634050, г.Томск, пр. Ленина, 30, тел. (3822)-60-64-85

** Сибирский государственный медицинский университет, Томск
634050, г.Томск, ул.Московский тракт 2, 30, тел. (3822)-53-04-23

E-mail: steinle@mail.tomsknet.ru

Аннотация. Ускоритель сильноточных импульсно-периодических электронных пучков прямого действия с выводом пучка ускоренных электронов в атмосферу позволяет осуществить стерилизацию нового перевязочного средства. Установлено, что гарантированной стерилизации всех раневых абсорбирующих повязок на основе наноструктурированного графита можно достичь только после облучения повязок электронным пучком с количеством импульсов не менее 25. Суммарные поглощенные дозы были равны: для раневых повязок из «Спанлейс» - $D=17\text{кГр}$; для раневых повязок из обеззоленного фильтра - $D=17\text{кГр}$.

Abstract. The object is searching for the safe and economical graphite-based adsorbent dressing sterilization method. Conclusion: to guarantee the full graphite-based adsorbent dressing sterilization it's necessary to use not less than 25 impulses of electron beam raying. The summarized absorbed dozes are: $D = 17 \text{ kGy}$ for a Spanlase-based dressing, $D = 13 \text{ kGy}$ for a dressing based on decalcified filter.

Разработанная коллективом авторов раневая абсорбирующая повязка на основе наноструктурированного графита НСГ (Патент РФ на изобретение № 2411960 «Раневая повязка», зарегистрировано 20 февраля 2011г.) в экспериментальных исследованиях проявила себя как высокоэффективное средство для лечения ран с обильным отделяемым. Благодаря двум вариантам оболочек (обеззоленный фильтр и нетканый материал «Спанлейс»), обладающими минимальными адгезивными свойствами и способностью пропускать сквозь себя раневое отделяемое повязка не прилипает к ране и, соответственно, не травмирует её, как это происходит с традиционными ватно-марлевыми повязками. Сорбционный слой прекрасно впитывает и эффективно удерживает раневое отделяемое, но при этом обеспечивает доступ воздуха к ране [1, 11, 12, 13].

Условием безопасности вновь разрабатываемого изделия медицинского назначения в т.ч. перевязочных средств является стерильность. Для стерилизации используют методы: термические – паровой и воздушный; химические – газовый и стерилизацию растворами; стерилизацию фильтрованием и радиационный метод стерилизации [3, 4, 5].

Радиационный метод рекомендован для финишной стерилизации готовых изделий из пластмасс, изделий одноразового использования в упаковке и постепенно вытесняет химическую стерилизацию. Для радиационной стерилизации применяется как электронное, так и тормозное рентгеновское излучение. Обычно используются радиационно-технологические ускорители электронов промышленного применения [6] или радионуклидные установки с источниками ионизирующего излучения закрытого типа [7]. Такая стерилизация медицинских изделий выгодно отличается своей эффективностью, экологической безопасностью, технологичностью (стерилизуется полностью готовое и упакованное изделие). А сам продукт после обработки, при условии соблюдения технологического регламента, не меняет своих свойств и является нетоксичным [8, 9, 10].

Данная работа посвящена радиационной стерилизации с использованием сильноточного импульсно-периодического электронного ускорителя прямого действия семейства СИНУС [2, 14]. Частота повторения импульсов могла варьироваться от единиц Гц до сотен Гц; энергия частиц, выведенного за алюминиевую фольгу толщиной 30 мкм, электронного потока порядка 200-250 кэВ; длительность импульсов 10 нс. В этом случае при облучении легких веществ (не металлов) на глубине до 0,1–0,2 мм реализуется прямое ионизирующее действие электронов на бактерии и микроорганизмы. Дополнительный вклад в радиационные повреждения, как известно, вносит образование первичных и относительно долгоживущих вторичных радикалов. Более ранние исследования с применением наносекундных сильноточных пучков [2, 14] указывали на то, что в присутствии влажной среды (клетки в питательном растворе) требуемая для стерилизации доза могла снижаться в несколько раз. В частности, на культурах клеток стафилококка в питательной суспензии, требуемая для стерилизации доза была меньше в 3 раза по отношению к стандартной дозе непрерывного излучения (25 кГр). Других эффектов, например, достоверного понижения критической дозы в связи с высокой мощностью дозы и возможной нелинейностью не отмечено. Важно, что в импульсно-периодическом режиме облучения нетрудно адаптировать временной интервал процесса к особенностям конкретного объекта так, чтобы стерилизуемый материал не нагревался более, чем на несколько градусов. Например, ускоренное внесение дозы при частоте повторения импульсов 100 Гц за 0,1 – 0,2 с приводит к максимальному нагреву типичных порошков около 10°C. При снижении частоты повторения импульсов нагрев минимален, – в пределе до значения порядка 1°C от одного импульса с характерной поглощенной дозой 1 кГр. Таким образом, стерилизации доступны термолабильные порошки. Невысокая энергия частиц позволяет создать местную биологическую защиту аппарата из свинца и обеспечить безопасность обслуживающего персонала от тормозного рентгеновского излучения без капитальных вложений в радиационную защиту производственного помещения.

Целью исследования являлось определение возможности использования сильноточных импульсно-периодических электронных ускорителей прямого действия для стерилизации нового перевязочного средства – абсорбирующей повязки на основе НСГ пучком ускоренных электронов, определение минимально допустимой дозы и режима стерилизующего излучения, а также определение возможных изменений физико-химических характеристик конструкционных материалов в процессе стерилизации.

Для приготовления раневых повязок в нестерильных условиях порцию НСГ графита массой от 0,015 до 0,055 г помещали в оболочки в виде подушечки. Оболочка - проницаемый слой, контактирующий с раневой поверхностью, был представлен двумя вариантами: обеззоленный фильтр и нетканым материалом на основе полиэтилентерефталата, целлюлозы и вискозы или их комбинаций «Спанлейс». Оболочки формировались методом термической сварки или с использованием клея БФ-

6. Готовые подушечки повязок помещались в полиэтиленовый пакет, который герметизировался термосвариванием.

Стерилизация осуществлялась подбором режимов на электронном ускорителе. Раневые повязки равномерно укладывались на конвейер под выведенный за фольгу электронный пучок с энергией частиц 230 кэВ и длительностью импульсов 10нс. Частота работы ускорителя составляла 2 Гц. Эта частота может быть увеличена для повышения производительности установки. Во время стерилизации обрабатываемый образец находился в неподвижном состоянии. Толщина пакетов с раневыми повязками при измерении микрометром составила 0,6мм, количество импульсов варьировалась в диапазоне 4-75. Зона облучения была закрыта местной биологической защитой. Параметры стерилизации: максимальная энергия электронов E_{max} – 230 кэВ; максимальный импульсный ток пучка J – 4,5 кА; эффективная длительность импульса τ – 6 нс; сечение выводимого эл. пучка S – 0,015м², поток энергии на поверхность раневых повязок, которые находились на расстоянии 15-ти мм. от выводящего окна, за один импульс был равен 400 Дж/ м².

Мы предполагали, что средняя длина пробега электронов была близка к толщине раневой повязки. Поэтому полученная величина поглощенной дозы вполне соответствует уровням, требуемым для достаточно надежной стерильности облучаемых объектов [2, 14]. Высокая интенсивность дозы в каждом импульсе, а также кратковременность сеанса облучения и служили причиной указанного выигрыша.

После стерилизации проводились бактериологические исследования обработанных повязок. Исследуемые образцы помещали в пробирки с транспортной питательной средой на основе среды для контроля стерильности и в течение суток после стерилизации доставляли в бактериологическую лабораторию. Экспериментальный материал засеивали на неселективные (кровяной агар) и селективные (желточно-солевой агар, среды Эндо, Сабуро, анаэробный кровяной агар с желчью и канамицином и др.) питательные среды продолжительностью 14 суток с использованием количественных методов исследования. В исследованиях руководствовались Приказами МЗ СССР № 720 от 31.07.1978г. и № 535 от 22 апреля 1985г.

Кроме того, после определения гарантированного режима стерилизации, подтвержденного бактериологическими исследованиями на 14-е сутки, была изучена принципиальная возможность изменения поглотительной и абсорбционной способностей предложенной нами абсорбирующей повязки на основе НСГ на 10-е сутки после стерилизации по методике Абаева Ю.К. [1].

Статистическая обработка результатов исследования осуществлялась методами, используемыми в биологии и медицине с использованием программы Microsoft Office Excel 2007. Показатели с нормальным распределением приведены в их среднем значении (M)±стандартное отклонение (σ). Статистическую значимость различий определяли с помощью непараметрического критерия Фридмана, с расчетом коэффициента конкордации Кендала, при дисперсионном анализе повторных измерений. Различия считали статистически значимыми при уровне доверительной связи свыше 95%.

Бактериологические исследования продолжительностью 14 суток, для обнаружения грамположительной, грамотрицательной микрофлоры и грибов, обработанных электронным пучком раневых абсорбирующих повязок, при самом малом количестве импульсов, равно 4, уже на вторые сутки, исследования выявили бактериальный прирост в 4-х повязках из 5-ти. В оставшейся повязке на пятые сутки был обнаружен прирост плесени. При стерилизации количеством импульсов 8 в 3-х повязках обнаружен бактериальный прирост на 4-е сутки, в 12-ти - на 5-е сутки. При стерилизации количеством импульсов 12 в 8-ми повязках обнаружен бактериальный прирост на 5-е сутки, в 6-ти соответственно на 7-е и в 1-й повязке обнаружен прирост плесени на 8-е сутки. При стерилизации количеством импульсов 16 в 3-х повязках обнаружен бактериальный прирост на 6-е сутки, в 7-ми - на 8-е и в 4-х случаях на 9-е сутки, одна повязка после 14-ти суток исследования была стерильной. При стерилизации количеством импульсов 20 в 1-й повязке был обнаружен прирост плесени на 7-е сутки, на 4-х повязках был бактериальный прирост к 9-м суткам, 10 повязок после 14-ти суток исследования были стерильными.

При стерилизации в режимах с количеством импульсов 25, 50 и 75 все раневые повязки на основе НСГ были стерильными.

В результате бактериологических исследований было установлено, что гарантированной стерилизации всех раневых абсорбирующих повязок на основе НСГ можно достичь только после облучения повязок электронным пучком с количеством импульсов не менее 25. Суммарные поглощенные дозы были равны: для раневых повязок из «Спанлейс»- $D=17кГр$; для раневых повязок из обеззоленного фильтра – $D=13Гр$. Обе суммарные поглощенные дозы были ниже аналогичных при

применении γ -излучения для стерилизации бинтов. Вышеуказанные цифры не окончательные и могут изменяться в будущем при более детальном подборе режимов обработки (стерилизации) для повязок на основе НСГ с различными видами оболочек.

Исследования сорбционных свойств абсорбирующих повязок на основе НСГ до и через 10 суток после стерилизации не выявили достоверных отличий в поглотительной и абсорбционной способностях. Потеря привеса после центрифугирования поглотившей в себя цельную кровь повязки как до, так и после стерилизации уменьшилась в 1,4 раза.

В мире функционируют около 1500 центров и установок (на базе ускорителей электронов и на базе изотопных гамма-источников) для радиационной стерилизации медицинских изделий и обработки пищевых продуктов. Стоимость обрабатываемой продукции составляет сотни миллиардов долларов. В России ещё в 2010 г. действовало 12 радиационно-технологических установок (РТУ) – против более 100 центров радиационной обработки материалов, работавших в СССР до начала 90-х годов прошлого века. Из этих 12 РТУ только 7 – промышленного масштаба, на которых ежегодно стерилизуется более 250 видов медицинских изделий однократного применения общим объёмом ~ 1 млрд. шт. Из 7 действующих РТУ промышленного масштаба 2 требуют перезарядки источников ^{60}Co . Остальные 5 промышленными радиационно-технологическими установками не являются. Они «работают» более 20 лет в режиме «периодического ремонта», физически устарели, поэтому от них в ближайшее время необходимо отказаться. Таким образом, задействованные сегодня мощности РТУ России в десятки раз ниже необходимых для радиационной стерилизации медицинских изделий однократного применения, в результате чего отечественная медицинская промышленность не в состоянии производить их в необходимом количестве.

К сожалению, за последние два десятилетия выход из этой ситуации был найден не в развитии отечественного производства установок для радиационной стерилизации, а в увеличении импорта готовых к применению медицинских изделий однократного применения, срок хранения которых – не более 3-х лет. Большинство импортируемых изделий и их аналогов – шприцы однократного применения, хирургический, стоматологический и гинекологический инструментарий; шовный материал (кетгут); перевязочные материалы (бинты, вата, пластыри, повязки); системы для инфузий и гемотрансфузий, инфузионных и диффузионных растворов; одноразовая медицинская одежда и бельё; катетеры и многое другое – производились ранее на территории СССР. Сегодня Россия во многом зависит от импортных поставок целого перечня медицинских изделий однократного применения. Зависимость отечественного здравоохранения от импорта медицинских изделий однократного применения с гарантийным сроком хранения не более 3-х лет требует, наряду с бесперебойным характером поставок, постоянного «освежения» их запасов. Недостаточный уровень отечественного производства медицинских изделий однократного применения, в условиях применения политических и экономических санкций, может привести к гуманитарной катастрофе и создает угрозу безопасности страны.

Поэтому оснащение медицинской промышленности современными эффективными установками для стерилизации медицинских изделий однократного применения в ходе модернизации отечественной экономики позволит значительно расширить номенклатуру выпускаемых медицинских изделий однократного применения и довести их выпуск в России до реальных потребностей практического здравоохранения.

Таким образом, стерилизация абсорбирующих раневых повязок на основе нанографита с помощью сильноточных импульсно-периодических электронных ускорителей прямого действия позволяет осуществлять производство повязок в нестерильных условиях, не меняет их поглотительную и сорбционную способность нанографита, является экологически безопасным при соблюдении технологического регламента.

Литература.

1. Абаев Ю.К. Хирургическая повязка. –Мн.: Беларусь, 2005. – 150с.
2. Васильев Н. В., Горн А.К., Месяц Г.А., Качушкина Г.Г., Сахаров Е.С. Использование сильноточных наносекундных электронных пучков для целей поверхностной стерилизации //Докл. АН СССР, 1980, 253, №5, с. 1120-1222.
3. Воробьёв В.М., Штейнле А.В., Ратькин А.В. и др. Перспективы адсорбирующей повязки на основе наноструктурированного графита на рынке перевязочных средств России // Бюлл. сиб. мед. 2010. Том 9. № 2. С. 71-76.
4. Государственная фармакопея СССР XI издания. Выпуск 2. «Общие методы анализа. Лекарственное растительное сырьё».

5. ГОСТ Р ИСО 11137-2000 «Стерилизация медицинской продукции. Радиационная стерилизация. Требования к валидации и текущему контролю»
6. ГОСТ 26278-84 «Ускорители заряженных частиц промышленного применения. Типы и основные параметры»
7. ГОСТ 27212-87 «Радионуклидные установки с источниками ионизирующего излучения закрытого типа. Общие технические требования».
8. ГОСТ Р 15.013-94 «Медицинские изделия»
9. ГОСТ Р 50325-92 «Изделия медицинского назначения. Методика дозиметрии при проведении процесса радиационной стерилизации»
10. Руководство Р.6.4/3.5.4.1040-01 «Общие требования к технологическому регламенту радиационной стерилизации изделий медицинского назначения однократного применения»
11. Рязанцева Н.В., Хандорин Г.П., Хасанов О.Л. и др. Экспериментальное обоснование эффективности раневой адсорбирующей повязки на основе наноструктурированного графита // Бюлл. сиб. мед. 2009. Том 8. № 4. С. 60-63.
12. Штейнле А.В., Хандорин Г.П., Гаврилин Е.В. и др. Чрескостный остеосинтез и нанотехнологии в лечении сочетанных огнестрельных костно-артериальных повреждений // Сиб. мед. журн. 2009. Том 24, Вып. 1, № 2 С. 45-54.
13. Штейнле А.В., Рязанцева Н.В., Гаврилин Е.В. и др. Чрескостный остеосинтез и нанотехнологии в лечении сочетанных огнестрельных костно-венозных повреждений конечностей // Сиб. мед. журн. 2009. Том 24, Вып. 1, № 3 С. 92-102.
14. Bugaev S.P., Korovin S.D., Kutenkov O.P., Landl V.F., Mesyats G.A., Sakharov E.S. /Surface Sterilization Using Low-Energy Nanosecond Pulsed Electron Beams // Proc. of 10th Int. Conf. on High Power Particle Beams, San Diego. -1994. -CA. - P.817-820.

ВОЗДЕЙСТВИЕ ВИБРАЦИИ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

М.И. Халимова, студент гр.17Г60, В.А. Мошонкина, студент гр. 17Г60

Научный руководитель: Гришагин В.М.

Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского

Томского политехнического университета

652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26

E-mail: valentina.moshonkina@mail.ru

Аннотация. В данной статье рассмотрено понятие вибрации и ее классификации. Влияние вибрации на организм человека, а так же способы защиты и профилактика вибрационной болезни.

Abstract. This article discusses the concept of vibration and its classification. Influence of vibration on the human body, as well as methods of protection and prevention of vibration disease.

Проблема защиты человека от вибрации, как вредного фактора среды обитания, представляет комплексную задачу. На ее решение направлены усилия многих специалистов – физиков, врачей, инженеров, и биологов. Медицинскими исследованиями доказано, что длительные вибрационные нагрузки даже при низком уровне могут вызвать виброболезнь, которая поражает нервную, сердечно-сосудистую и двигательную системы человека. В настоящее время среди профзаболеваний виброболезнь стоит на втором месте по распространенности (20 % профессиональных инвалидов). Кроме этого, под действием вибрации рассеивается внимание, снижаются функциональные возможности человека-оператора, повышается утомляемость. В ходе технического прогресса, указанная проблема обостряется из-за широкого внедрения средств малой механизации (электро- и пневмоинструмент), а также техпроцессов, основанных на эффекте вибрации (вибрационное перемещение штучных грузов и сыпучих тел, измельчение и дробление материалов, уплотнение насыпных сред, упрочнение изделий, интенсификация ряда физических процессов и химических реакций).

Понятие вибрации, ее классификация

Понятие вибрация пока не получило точного научного определения. Но все же можно указать на некоторые признаки, которые выделяют вибрацию в классе механических колебаний:

- относительно малые амплитуды колебаний;
- относительно большая их частота;
- широкий, хаотичный спектр колебаний.