

Радиационная устойчивость материалов для упаковок*

В настоящее время лучевая стерилизация медицинских и пищевых продуктов во многих странах становится отраслью промышленности. Бактерицидное действие ионизирующих излучений, их большая проникающая способность, незначительный подъем температуры при облучении медицинских или пищевых продуктов делают радиационную стерилизацию единственно возможным способом стерилизации новых материалов и препаратов, не выдерживающих обработки термическими, химическими или другими методами.

Основным положительным фактором, характеризующим этот метод стерилизации, является возможность стерилизовать нетермостойкие препараты и материалы, обрабатывать объекты различного объема в упаковке из бумаги, стекла, пластмассы, устанавливать источники облучения непосредственно в технологический поток производства, готовить медицинские принадлежности и препараты не в специальных антисептических условиях, что удорожает их стоимость, а в обычных условиях с последующей стерилизацией в уже упакованном виде.

Результаты проведенных работ показывают, что этот метод позволяет стерилизовать из медицинских препаратов хирургические шовные и перевязочные материалы, изделия для заготовки, хранения и переливания крови, пластмассовые шприцы и тубы с различными фармацевтическими препаратами для однократного пользования, различные хирургические

инструменты, синтетические протезы кровеносных сосудов, а также трубный материал (сосуды, кости, употребляемые для пересадок), различные системы для аппаратов искусственного кровообращения и искусственной почки, фармацевтические препараты (антибиотики, поливитаминные препараты, гормоны, многие ферменты, антикоагулянты, человеческая плазма, препараты крови и кровезаменители).

В пленки упаковываются следующие радиационно обрабатываемые пищевые продукты: сырые мясные полуфабрикаты из говядины, свинины и кроликов, потрошенные битые куры, кулинарно-подготовленные мясные продукты (мясо жареное, антрекот), а также бекон, рыба и продукты морского промысла. Каждое изделие помещают в герметичную упаковку и затем стерилизуют облучением. При таком многообразии стерилизуемых продуктов большое значение имеет выбор материалов для упаковок. Известно, что большинство упаковочных материалов сохраняет свои физико-механические свойства при дозах $2,5 \cdot 10^6$ рад. Однако такие материалы, как, например, полипропилен и упаковочные пленки из него, становятся тонкими при дозе $5 \cdot 10^6$ рад и могут применяться только с большой осторожностью.

По мнению большинства специалистов, газовая проницаемость облученных упаковочных материалов изменяется мало. По-видимому, ею можно пренебречь, хотя в отдельных работах указывается, что при дозах 10^6 рад в некоторых полимерах наблюдается начало деструкции, которая может привести к увеличению газовой проницаемости.

В таблице приводятся основные характеристики материалов, употребляемых для упаковки.

* По материалам Симпозиума МАГАТЭ по лучевой стерилизации медицинских продуктов (ВНР, Будапешт, 1967 г.).

Дозы облучения, при которых упаковочные материалы сохраняют свои физико-механические свойства

Материалы	Доза, рад	Примечание
Каучуки		
Поликарбонильные	Удовл. до $5 \cdot 10^8$	Наиболее радиационноустойчивый Хорошая стабильность То же » » Полидиметилсилоксан более стабилен, чем метилфенилсиликон Соляная кислота вызывает коррозию Разрушается даже при сравнительно небольших дозах
Натуральные	» » 10^8	
СБР Бутадиенстироловые	» » 10^8	
Нитриловые	» » 10^8	
Силиконовые	» » 10^7	
Неопреновые	» » 10^7	
Бутиленовые	Неудовл. менее 10^6	
Термостойкие пластики		
Полистирол	Удовл. до $5 \cdot 10^8$	Наиболее радиационноустойчивый Высокая радиационная стабильность То же Кислотостоек и более стабилен, чем поливинилхлорид При высоких дозах имеют тенденцию становиться хрупкими
Полиэтилен (высокого и низкого давления)	» » 10^8	
Нейлон 6 и нейлон 6:6	» » 10^8	
Поливинилхлорид ПВЦ сополимераны	» » 10^7	
Поликарбонаты	» » 10^7	

Материалы	Доза, рад	Примечание
Эфиrhoцеллюлозные ацетаты или нитриты	» » 10^7	Ацетаты менее стабильны, чем нитроцеллюлоза
Полипропилен	» » $2,5 \cdot 10^6$	Становится ломким
Полиметилметакрилат	» » $2,5 \cdot 10^6$	Темнеет, становится коричневым и хрупким
ПТФЭ тейлон или факон	Неудовл. даже менее 10^6	Растворим в кислотах, более стоек в отсутствие воздуха
Полиацетат-полиформальдегид, или сополимеры	То же	Становится хрупким
Термостойкие смолы		
Эпоксидная смола	Удовл. до $5 \cdot 10^8$	Очень стабильна, особенно когда содержит амины
Фенолформальдегид «Бекелит»	» » 10^8	Хорошая стабильность, в то же время изменяет цвет
Тиоформальдегидные смолы УФ	» » 10^7	То же
Полиэфирные смолы, модифицированные стиролом	» » 10^8	Хорошая стабильность
Текстильные материалы		
Полиэфирные волокна «Терилен» или «Дакрон»	» » 10^7	Стабилен к облучению
Ацетатцеллюлоза «Дикель» или «Трикель»	» » 10^7	Потеря прочности
Акриловые волокна «Орлон», «Актилен», «Куртель»	» » 10^7	При низких дозах наблюдается поперечная сшивка
Шерсть и шелк	» » 10^7	Потеря прочности, шелк менее стабилен
Вискоза	» » 10^7	Значительно стабильнее, чем хлопок
Хлопок	» » $2,5 \cdot 10^6$	20% потери прочности при дозе 10^6 рад

Б. ЖУКОВ

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

● Семинар-совещание представителей отраслевых министерств, базовых и заводских изотопных лабораторий, посвященный вопросам применения радиоизотопных методов и приборов для контроля и автоматизации технологических процессов, был проведен в феврале 1968 г. на ВДНХ СССР и организован В/О «Изотоп» совместно с павильоном «Атомная энергия» ВДНХ СССР. В совещании приняли участие 160 человек. Были прочитаны доклады об обеспечении народного хозяйства изотопной продукцией, приборами технологического и дозиметрического контроля, радиационными установками, средствами защитной техники и о ценах на изотопную продукцию. Выступающие отметили, что базовые изотопные лаборатории стали более квалифицированно решать задачи внедрения радиоизотопной техники; улучшилось снабжение потребителей изотопами, радиоизотопными и до-

зиметрическими приборами, а также защитной техникой; промышленность получила для контроля и автоматизации технологических процессов более совершенные гамма-релейные приборы ГР-6; ГР-6В, ГР-7 и ГР-7В, радиоизотопный следящий уровень УДАР-5, отражательный гамма-толщиномер ТОР-1 для измерения толщины стенок труб и различных емкостей и другие приборы. В 1968 г. планируется промышленный выпуск агрегатной унифицированной системы радиоизотопных релейных приборов. Большое внимание уделяется применению радиоактивных изотопов при изучении технологических процессов в промышленности.

● Симпозиум МАГАТЭ по производству электроэнергии при помощи МГД-генераторов состоится в Варшаве с 24 по 30 июля 1968 г. Программа симпозиума была обсуждена на заседании Оргкомитета (фев-

раль 1968 г., Вена), в работе которого приняли участие ведущие специалисты по магнитогиродинамическому преобразованию из девяти стран. Были рассмотрены и окончательно отобраны доклады. На симпозиуме предполагается рассмотреть результаты последних достижений по физическим свойствам магнитогиродинамической рабочей жидкости, исследованию магнитогиродинамических потоков и процессов преобразования энергии, установкам открытого и закрытого цикла, жидкометаллическим МГД-преобразователям, новым видам МГД-установок и проблемам материалов.

Предстоящий форум ученых явится продолжением ставших уже традиционными симпозиумов по производству электроэнергии при помощи МГД-генераторов, состоявшихся в 1962 г. в Ньюкасле, 1964 г. в Париже и 1966 г. в Зальцбурге. На симпозиуме предполагается сде-