

Применение мощных радиационных установок в промышленности

Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ) с 27 по 31 мая 1963 г. в г. Зальцбурге (Австрия) провело конференцию по применению мощных источников радиации в промышленности.

В работе конференции участвовало около 200 человек, представляющих научные организации и промышленные фирмы 24 стран.

За это время было заслушано и обсуждено 42 доклада, посвященных результатам изучения воздействия ионизирующих излучений на химические превращения и имеющих потенциальное промышленное значение: радиационной полимеризации и катализу, использованию кинетической энергии осколков деления и излучения, образуемого в реакторе, экономическим вопросам и опыту эксплуатации радиационных установок, а также созданию радиоизотопных источников тока. Остановимся на наиболее интересных сообщениях иностранных авторов.

Значительный интерес у участников конференции вызвал доклад К. Хаяси и др. (Япония), посвященный результатам исследования радиационной полимеризации альдегидов и кетонов. Авторы показали, что формальдегид очень легко можно превратить в полиоксиметилен — продукт с высоким молекулярным весом, если полимеризацию вести под действием облучения в жидкой фазе при низкой температуре. При этом скорости полимеризации пропорциональны мощности дозы в первой степени и концентрации мономера в первой или второй степени. Ацетальдегид и пропиональдегид с трудом полимеризуются в чистой жидкой среде, но легко полимеризуются в присутствии гамма-окиси алюминия. При полимеризации в твердом состоянии и соответствующих условиях получают кристаллические полимеры, устойчивые к термообработке.

Е. Табата и др. (Япония) сообщили данные о сополимеризации олефиновых мономеров с тетрафторэтиленом под действием излучения. При облучении этилена и пропилена состав полученных сополимеров непрерывно менялся в зависимости от молярной концентрации компонентов в мономерной смеси.

М. Штейнберг и П. Коломбо (США) исследовали кинетику полимеризации газообразного этилена под воздействием гамма-излучения Co^{60} . Было показано, что скорость образования полимера Q в г/л·ч, выраженная через давление P в диапазоне от 150 до 600 атм, и интенсивность излучения I в диапазоне от 17 000 до 920 000 рад/ч при температуре 30—50° С определялась по уравнению:

$$Q = 6,26 \cdot 10^{-4} P^{1,02} I^{0,42}$$

В. Казьоти и др. (Италия) показали, что при облучении в твердой фазе гамма-лучами происходит полимеризация фосфонитрихлоридов.

Результаты исследования влияния облучения на полимеризацию этилена, этилен-пропиленовых смесей и пропилена в водных растворах серебряных солей при умеренном давлении были доложены С. Резингером и др. (ФРГ). В то время как из пропилена получались масла или воски, из этилена получались твердые полимеры с высоким молекулярным весом. Выход превысил 25 полиэтиленовых единиц на литр в час. При мощности дозы $7,1 \cdot 10^3$ рад/час это соответствует значению G , равному $0,6 \cdot 10^3$.

А. Армстронг мл. и др. (США) в докладе «Применение ядерного облучения для модифицирования текстильных материалов, привитая сополимеризация под действием радиации виниловых мономеров и волокнистых полимеров» доложили методику, которая дает возможность проводить радиационное прививание летучих виниловых мономеров к волокнистым полимерам в унифицированной форме. Эта методика состоит во введении органического соединения из паровой фазы, причем процесс прививки мономеров может происходить как во время облучения с помощью источника Co^{60} , так и после предварительного облучения волокнистого материала. Предпринимались попытки выяснить длительность существования свободных радикалов, образующихся при облучении. При этом было показано, что свободные радикалы продолжают сохраняться в некоторых волокнах спустя еще 15—20 ч после облучения, даже при комнатной температуре.

Авторы высказали предположение, что модификация волокон с помощью облучения может стать экономически выгодной, если будет разработана методика, позволяющая увеличить скорость диффузии мономера в волокнистой структуре.

В докладе Джеймса Кента и др. (США) «Производство древесно-пластмассовых составов с помощью гамма-облучения» изложено описание осуществленного в промышленном масштабе метода получения древесно-пластмассовых «сплавов» с помощью гамма-облучения.

Процесс состоит из двух стадий: пропитки выбранного участка древесины мономером и полимеризации мономера путем облучения.

Для экспериментов брали образцы сечением $10,16 \times 10,16$ см и длиной 152,4 см. После пропитки часть из них использовалась для изучения распределения мономера в древесине, а другие образцы направлялись на облучение. Было показано, что имеется возможность регулировать содержание мономера в древесине. Физико-механические испытания, проведенные на древесно-пластмассовых «сплавах», показали, что твердость, предел эластичности при сжатии, размерная стабильность и некоторые другие свойства возрастают, но наблюдается некоторое увеличение хрупкости по сравнению с немодифицированной древесиной.

Значительное внимание участники конференции уделили вопросам радиационно-химического синтеза.

Е. Кэрнер фон Густорф (ФРГ) в докладе «Радиационно-химический синтез комплексных соединений металлов переменной валентности» изложил результаты исследования: радиационно-химического синтеза новых π -комплексов, которые с трудом или совсем нельзя получить другими методами, в том числе получение ангидрида малеиновой кислоты с тетракарбонилем железа и др.; новых химических реакций с полученными при радиационно-химическом синтезе π -комплексами (например: полимеризация виниловых соединений при комнатной температуре и катализирующей системе, образованной из органических галогеновых соединений и метилового эфира метакриловой кислоты + тетракарбонил железа, винилацетата + тетракарбонил железа и т. д.); а также синтеза при облучении π -комплексов и карбонильных соединений металлов переменной валентности, таких, как облучение π -комплексов с помощью γ -источника Co^{60} в среде галогенированных углеводородов.

Председатель фирмы «Дау кемикл компани» (США) Е. Хармер сообщил о промышленном процессе получения этилбромидов под действием гамма-облучения, освоенном этой компанией. В этом процессе в качестве инициатора реакции применен Co^{60} активностью 2000 *кюри*. Производительность установки составляет 450 *т* в год.

Г. Р. Холл и М. Р. Галли (Англия) в докладе «Облучение метана осколками деления» изложили результаты работ по влиянию излучений осколков деления на газообразный метан и обнаружению реакций, протекающих между метаном и другими газами, которые могли бы представить промышленный интерес.

Очень чистый метан авторы облучали при давлениях от 5 до 50 *атм* и температуре 30° С в кварцевых ампулах с помощью осколков деления обогащенной окиси урана, покрытой платиновой фольгой. Было обнаружено 12 углеводородов от этана до *n*-гексана.

Д. А. Ландсманом и М. Д. Дэйвисом (Англия) сделана попытка определить условия максимального выхода NO_2 при радиоллизе воздуха. Было установлено, что величина $G(\text{NO}_2)$ изменяется с давлением, достигая максимума в интервале от 30 до 40 *атм*. При дозе 100 *мегарад* выход NO_2 не зависел от температуры в интервале от 150 до 500° С.

Результаты изучения механизма облучения в связи с возможностью проведения процесса получения гидрозина из аммиака и других азотсодержащих соединений были доложены Ф. Лэмпом (США). Показали, что большая часть реакций ионизации в широком энергетическом интервале приводит к образованию водородных радикалов и ионов NH_2^+ .

Коэффициент поглощения энергии осколков деления для ряда урансодержащих стекловолокон и фольги, представляющей собой сплав металла с ураном, определялся Майер-Штейнбергом и др. (США) с помощью дозиметра с газообразной закисью азота.

Двумерные урансодержащие элементы, представляющие собой диски диаметром в 3 *микрона* из стекловолокна, содержащего обогащенный уран, облучались в кварцевых ампулах, наполненных закисью азота под давлением примерно 3 *атм*. Найдено, что количество поглощенной энергии от осколков деления в десять раз выше, чем при облучении в ядерном реакторе.

Эти же авторы для измерения превращения N_2 и O_2 в NO_2 применяли двумерные элементы из стекловолокна и урановых сплавов. Величина выхода NO_2 , образующегося в результате поглощения энергии осколков деления, определялась как функция давления до 68 *атм*, температуры до 400° С, толщины фольги и толщины оболочки фольги. Несколько сообщений было

посвящено использованию гамма-облучения для медикаментов, инструментария и медицинских препаратов.

В докладе А. Бриньолфссона др. (Дания) «Промышленная стерилизация облучением на линейном ускорителе электронов в Рисо» описывается установка, применяемая с 1961 г. для радиационной промышленной стерилизации медицинских приборов (шприцев, катетеров, установок по переливанию и внутривенному вливанью крови и приборов для исследования легких и сердца). Объем обработки постоянно возрастает: количество пакетов, обработанных в течение первых трех месяцев 1963 года, составляет приблизительно 3000. В одном пакете могут помещаться, например, 900 шприцев, каждый объемом 2 миллилитра.

Для облучения используется линейный ускоритель, который дает устойчивый пучок электронов с энергией 10 *Мэв* и средней мощностью 5 *квт*.

Радиационная установка с кобальтовым источником активностью 40 000 *кюри*, предназначенная для стерилизации кетгута, которая функционирует с начала 1963 г., описана в докладе Б. Дпрака (Англия) «Экономический расчет установки для облучения».

Доклад С. Г. Кроуфорда (Англия) «Разработка и эксплуатация установки гамма-облучения промышленного типа для стерилизации медицинских материалов» был посвящен описанию установки для облучения с помощью кобальтового источника активностью 50 000 *кюри*, на которой в настоящее время производится в промышленных масштабах стерилизация медицинских материалов (пластмассовых шприцев и других медицинских материалов аналогичной плотности).

Установка начала функционировать в ноябре 1962 г. В докладе приводится описание опыта эксплуатации основных характеристик и особенностей конструкции установки, приборов, обеспечивающих защиту обслуживающего персонала и метода загрузки.

Ряд докладов был посвящен проблеме создания и использования радиоизотопных источников тока.

В работе конференции приняла участие делегация советских ученых (В. Л. Карпов, П. М. Баркалов, Б. Л. Цейтлин и др.), которая представила 7 докладов, вызвавших оживленную дискуссию.

Конференция прошла на высоком техническом уровне и дала возможность широкого обмена информацией и мнениями о радиационных процессах и оборудовании, используемом в различных странах, а также о характере экспериментального и практического применения радиации в ближайшие годы. Труды конференции будут изданы МАГАТЭ.

В. Синицын

Гамма-установка для облучения зерна

Одной из главных причин потерь зерна и зернопродуктов при хранении является уничтожение их различными всевозможными вредителями. Существующие методы дезинсекции далеко не всегда эффективны, особенно при внутренней зараженности зерна. Применение некоторых из них, например химических, сопряжено с необходимостью обрабатывать зерно относительно большими количествами ядохимикатов, что не всегда приемлемо. В связи с этим в СССР и в ряде зарубежных стран ведутся работы по созданию процессов радиационной обработки зерна и зернопродуктов, не вызывающей остаточных явлений и обеспечивающей полную безопасность обслуживающего персонала.

Для решения вопроса о промышленном применении лучевой дезинсекции во Всесоюзном научно-исследовательском институте зерна была построена и в 1963 г. сдана в эксплуатацию мощная облучательная γ -установка с источником общей активностью 35 *тыс. г-экв* Ra . Установка размещена в отдельном двухэтажном здании с большим подвалом (рис. 1). В число ее основных помещений входят: рабочий зал с бассейном, колодезем облучателя и аварийным хранилищем источников излучения; диспетчерская, машинные залы и казематы с лабиринтами. Кроме того, имеется лаборатория, мастерская и помещения, в которых установлены питающие устройства, бункеры для зерна и т. п.