Министерство образования Российской Федерации

Алтайский край

г.Рубцовск

## МОУ гимназии №8

**Тема:** Ядерный топливный цикл

### Выполнил ученик 10 А класса

Царев Евгений

учитель: Сирица Л.В.

Рубцовск 2000 год

***План:***

1) Введение

2) Ядерный топливный цикл до АЭС:

1.Добыча руды.

2.Переработка руды.

3.Аффинаж.

4.Обогащение урана.

5.Изготовление топлива.

3) Ядерный реактор.

4) Ядерный топливный цикл после АЭС:

1.Хранение отработавшего топлива.

2.Три категории отходов, их хранение и переработка.

5) Вывод

***Введение:***

АЭС – только небольшая часть сложного многостадийного и чрезвычайно разветвленного топливо – энергетического комплекса самых разнообразных производств. На АЭС топливо поступает уже в виде конструкционных узлов – ТВС, готовых к монтажу в активной зоне реактора. Однако прежде чем добываемый из руд уран попадает в реактор, он должен последовательно пройти целый ряд технологических процессов на предприятиях, входящих в состав топливно-энергетического комплекса. К ним относятся, например, предприятия осуществляющие добычу топлива, его переработку, транспортировку и т.д.

Ядерный топливный цикл – это вся последовательность повторяющихся производственных процессов, начиная от добычи топлива и кончая удалением радиоактивных отходов. В зависимости от вида ядерного топлива и конкретных условий ядерные топливные циклы могут различаться в деталях, но их общая принципиальная схема сохраняется.

Бассейн

**АЭС**

# Производство

топлива

Захоронение

отработавшего

топлива

топлива

# Обогащение

урана

# Радиохимический

завод

Аффинаж

Захоронение радиоактивных

отходов

## Переработка

руды

# Рудник

План – схема: Производства ядерного топливного цикла. Рис.1

***1) Ядерный топливный цикл:***

***1.Добыча руды:***

Начальная стадия топливного цикла – горнодобывающее производство, т.е. урановый рудник, где добывается урановая руда.

Среднее содержание урана в земной коре довольно велико и расценивается как 75\*10-6 . Урана примерно в 1000 раз больше, чем золота и в 30 раз больше чем серебра. Урановые руды отличаются исключительным разнообразием состава. В большинстве случаев уран в рудах представлен не одним, а несколькими минеральными образованиями. Известно около 200 урановых и урансодержащих минералов. Наибольшее практическое значение имеют уранинит, настуран, урановые черни и др.

Добыча урановой руды, также как и других полезных ископаемых, осуществляется в основном либо шахтным, либо карьерным способом в зависимости от глубины залегания пластов. В последние годы стали применяться методы подземного выщелачивания, позволяющие исключить выемку руды на поверхность и проводить извлечение урана из руд прямо на месте их залегания.

***2.Переработка руды:***

Извлеченная из земли урановая руда содержит рудные минералы и пустую породу. Дальнейшая задача состоит в том, чтобы руду переработать – отделить полезные минералы от пустой породы и получить химические концентраты урана. Обязательные стадии при получении урановых химических концентратов – дробление и измельчение исходной руды, выщелачивание (перевод урана из руды в раствор). Очень часто перед выщелачиванием руду обогащают – различными физическими методами увеличивают содержание урана.

***3.Аффинаж:***

На всех этапах переработки урановых руд происходит определенная очистка урана от сопутствующих ему примесей. Однако полной очистки достичь не удается. Некоторые концентраты содержат всего 60 – 80%, другие 95 – 96% оксида урана, а остальное – различные примеси. Такой уран не пригоден в качестве ядерного топлива. Следующая обязательная стадия ядерного топливного цикла – аффинаж, в котором завершается очистка соединений урана от примесей и особенно от элементов, обладающих большим сечением захвата нейтронов (гафний, бор, кадмий и т.д.).

***4.Обогащение урана:***

Современная ядерная энергетика с реакторами на тепловых нейтронах базируются на слабообогащенном (2 – 5%) урановом топливе. В реакторе на быстрых нейтронах используется уран с еще большим содержанием урана-235 (до 93%). Следовательно прежде чем изготавливать топливо природный уран, содержащий только 0,72% урана-235, необходимо обогатить – разделить изотопы урана-235 и урана-238. Химические реакции слишком малочувствительны к атомной массе реагирующих элементов. Поэтому они не могут быть использованы для обогащения урана; необходимы физические методы разделения изотопов.

Основным промышленным методом производства обогащенного урана является *газодиффузионный*. Также существует *центробежный* метод, основанный на использовании высокоскоростных газовых центрифуг.

***5.Изготовление топлива:***

Обогащенный уран служит исходным сырьем для изготовления топлива ядерных реакторов. Ядерное топливо применяется в реакторах в виде металлов, сплавов оксидов карбидов, нитридов и других топливных композиций, которым придается определенная конструкционная форма. Конструкционной основой ядерного топлива в реакторе является тепловыделяющий элемент – твэл, состоящий из топлива и покрытия. Все твэлы конструкционно объединяют в ТВС.

Предприятия, производящие реакторное топливо, представляют собой промышленные комплексы, технологический цикл которых включает следующие этапы: получение порошка диоксида урана из гексафторида, изготовление спеченных таблеток, подготовку трубчатых оболочек твэлов и концевых деталей, упаковку топливных таблеток в оболочки, установку концевых деталей, герметизацию (сваркой), подготовку и комплектованию деталей для ТВС, упаковку топливных таблеток в оболочки, изготовление ТВС, разборку забракованных твэлов, ТВС и переработку отходов. Товарный продукт на данной стадии топливного цикла является ядерное топливо в виде, пригодном для непосредственного использования в реакторе.

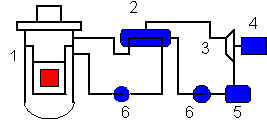
***2) Ядерный реактор:***

Ядерный реактор - это техническая установка, в которой осуществляется самоподдерживающаяся цепная реакция деления тяжелых ядер с освобождением ядерной энергии. Ядерный реактор состоит из активной зоны и отражателя, размещенных в защитном корпусе. Активная зона содержит ядерное топливо в виде топливной композиции в защитном покрытии и замедлитель. Топливные элементы обычно имеют вид тонких стержней. Они собраны в пучки и заключены в чехлы. Такие сборные композиции называются сборками или кассетами.

Вдоль топливных элементов двигается теплоноситель, который воспринимает тепло ядерных превращений. Нагретый в активной зоне теплоноситель двигается по контуру циркуляции за счет работы насосов либо под действием сил Архимеда и, проходя через теплообменник, либо парогенератор, отдает тепло теплоносителю внешнего контура.

Перенос тепла и движения его носителей можно представить в виде простой схемы:

1.Реактор



2.Теплообменник, парогенератор

3.Паротурбинная установка

4.Генератор

5.Конденсатор

6.Насос

Схема ядерного реактора. Рис.2.

***3) Ядерный топливный цикл после АЭС:***

Сейчас уже трудно поверить, что в самые первые годы после зарождения атомной энергетики практически все радиоактивные отходы (РАО) выбрасывались почти как обычный мусор. Однако именно в атомной промышлен- ности проблему отходов впервые осознали и начали решать по – настоящему серьезно. Суммарный мировой объем РАО по сравнению с обычными отходами чрезвычайно мал. Пробуем оценить его хотя бы в первом приближении. Известно, что из реактора ВВЭР – 1000 (электрическая мощность – 1ГВт) ежегодно выгружается 23т отработавшего ядерного топлива с содержанием продуктов деления 40кг/т, то есть 920 кг в год. За год в мире накапливается около 300тонн РАО. Если прибавить отходы энергоустановок атомных подводных лодок и т.п., их общее количество будет ничтожным по сравнению с десятками и сотнями миллионов тонн традиционных отходов.

***1.Хранение отработавшего топлива:***

Выгоревшие тепловыделяющие элементы – твэлы, только что извлеченные из реактора (конечно, с помощью дистанционных манипуляторов), содержат высокоактивные изотопы. Работать с таким материалом очень опасно. Поэтому твэлы прежде всего направляют в бассейн выдержки – (хранилище), имеющейся при каждой АЭС. Там они проводит от 3 до 10 лет, пока не распадутся короткоживущие нуклиды. После этого активность отработавшего ядерного топлива определяется продуктами деления (ПД) с большим временем распада. Среди них главный вклад вносят стронций – 90 (период полураспада Т=29,2 года), криптон – 85 (10,8 года), технеций – 99 (213тыс. лет) и цезий – 137 (28,6 года). А кроме долгоживущих ПД, остаются еще и трансурановые элементы – актиноиды: нептуний, плутоний, америций, кюрий; все они, как известно, радиоактивны, с очень большими периодами полураспада (десятки и сотни тысяч лет).

И хотя за 10 лет после выгрузки активность содержимого твэлов уменьшается примерно в 10 раз по сравнению с той, что была через полгода, она и тогда составляет 325 тыс. кюри на тонну. После выдержки в бассейне отработавшее топливо перевозят на радиохимический завод для извлечения оставшегося урана, а также плутония. Для этого, как правило, используется технология водного растворения, и в результате почти все РАО становятся жидкими.

Долго держать их в таком виде, даже в специальных емкостях, рискованно. Ведь за счет оставшихся радионуклидов эти жидкости постоянно нагреваются.

Активность РАО станет пренебрежимо малой, если снизится, по крайней мере, на шесть порядков по сравнению с начальной. Легко подсчитать, что через 10 периодов полураспада Т она уменьшится в 1024 раза, а через 20Т – еще во столько же раз. Это означает, что, например, стронций и цезий следует хранить в контролируемых условиях 300 – 600 лет. Такие огромные сроки не могут не вызвать сомнений – ситуация в столь отдаленном будущем представляется слишком неопределенной. Не смотря на сложность и дороговизну переработки и хранения, проблему РАО нельзя считать решенной окончательно. Не говоря уж о том, что не достигнута полной безотходности или замкнутости цикла, главным методом обезвреживания опасных продуктов остается ожидание их самопроизвольного распада.

***2.Три категории отходов, их хранение и переработка:***

Отходы делятся на три категории:

1. Материалы типа А с коротким периодом полураспада (менее 30 лет) и слабой радиоактивностью.
2. “ Мусор” типа В, который тоже имеет малый период полураспада и обладает малой радиоактивностью.
3. Отходы категории С наиболее опасные – в них таится 95% общей радиоактивности.

Вопрос о хранении РАО первого типа практически решен. Ведь, собственно говоря, речь идет о таких компонентах, как фильтры, детали систем охлаждения и т.п., которые не имеют собственной радиоактивности – только наведенную. Излучение таких блоков сравняется с естественным фоном “всего лишь” через три столетия, в течение которых, требуется серьезное наблюдение.

Отходы типов В и С образуются непосредственно при выработке электроэнергии на АЭС. Когда заложенный в реактор оксид урана через три - четыре года извлекают как отработанное топливо, в нем содержится еще 95,5% урана и только 3,5% продуктов распада; кроме того, уран – 238, поглощая нейтроны, превращается в плутоний (1%) или другой элемент семейства актиноидов с большей, чем у урана атомной массой.

***Что же с ними делать?***

Можно оставить все как есть, – заключенное в упаковку отработанное топливо хранится в траншеях, ожидая окончательного складирования. Сортируют топливо на специальных заводах, который после сложных химических и механических операций выдает уран, плутоний и… бетонные и стеклянные блоки.

Они начинены отходами класса С, размолотыми в парашек, утрамбованными и смешанными с компонентами стекла на молекулярном уровне. Блоки хранятся на заводе в вентилируемых колодцах.

Отходы класса В – топливо и отбросы повторной переработки – помещают в металлические футляры, а потом замуровывают в бетон. Если применить прессование под давлением, то объем отходов можно уменьшить в 4 раза.

Хранение отходов типа В и С из – за долгого периода полураспада нельзя оставить на поверхности земли, придется ждать не три сотни, а сотни тысяч лет, до их безопасного состояния.

После продолжительных дебатов ученых (в некоторых Европейских странах) было решено хранить отходы в толще геологических слоев, дабы надежно укрыть их на тысячелетия от внешних повреждений (эрозия, землетрясения, климатические изменения), и антропогенных.

Вывод:

Еще не так давно слова “атомная энергетика” и “научно-технический прогресс” сливались в неразрывное целое. И тому было немало причин. Молодая отрасль требовала прорыва в будущее. Она стимулировала развития целого ряда новых направлений в физике, химии, биологии. Более того, открывалась очень радужная перспектива решения энергетических проблем, в первую очередь замены традиционных видов топлива принципиально иным – компактным, “бездымным” и, что особенно важно, практически неисчерпаемым. Именно по этому атомная энергетика сразу получила приоритетное развитие во многих промышленно развитых странах.

Однако со временем ситуация изменилась. Чернобольский взрыв породил во всем мире бурные дискуссии. Предлагалось разом закрыть все АЭС “пока не поздно”. Но когда поостыл горячий “чернобольский след”, прекратились яростные споры. Как-то незаметно все стали реалистами. Закрыть существующие АЭС никто уже всерьез не требует, – но ведь их триумфальное шествие по планете отныне не предвидится. Судя по всему, они сохранили ограниченное значение, причем особое внимание будет уделяться именно вопросам их безопасности и экологической чистоты.