

УДК 621.311

ЯДЕРНЫЙ ТОПЛИВНЫЙ ЦИКЛ NUCLEAR FUEL CYCLE

Н.Е. Пурлан

Научный руководитель –С.Г. Гапанюк, старший преподаватель
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
nik.petrashevitch@gmail.com

N. Purlan

Supervisor -S. Hapanuk, Senior Lecturer
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: Общие сведения о АЭС, Топливные циклы, Подготовка урана, Принцип работы АЭС, Основное оборудование для АЭС.

Abstract: General information about nuclear power plants, Fuel cycles, preparation of uranium, the principle of operation of nuclear power plants, the main equipment for nuclear power plants.

Ключевые слова: АЭС, атомная промышленность, цикл ядерного топлива, топливные циклы, теплотехническое оборудование.

Keywords: Nuclear power plants, nuclear industry, nuclear fuel cycle, fuel cycles, heat engineering equipment.

Введение

Атомная промышленность – современный и быстро развивающийся способ производства электричества. [3]

Любая станция - закрытая зона на расстоянии от населенного горного массива. На ее территории есть несколько зданий. Самое важное строительство – производство реактора, около него машинный зал, из которого управляют реактором и созданием безопасности.

Схема АЭС невозможна без ядерного реактора. Ядерный реактор - структура АЭС, которая разработана, чтобы организовать цепную реакцию подразделения нейтронов с обязательным распределением энергии при этом процессе.

Цикл ядерного топлива - вся последовательность повторяющегося производства, начинающегося с добычи топлива (включая производство электроэнергии) и заканчивающегося с удалением радиоактивных отходов. В зависимости от типа ядерного топлива и особых условий, циклы ядерного топлива могут отличаться по деталям, но их общая схематическая диаграмма остается.

Уран - является главным ядерным топливом. Поэтому все стадии и процессы цикла ядерного топлива определены физическими и химическими свойствами этого элемента.

В виде руды уран в АЭС не используется, руда не реагирует. Для использования урана на АЭС сырьё перерабатывается в порошок – закись окись урана, и после оно становится урановым топливом.

Порошок урана превращается в металлические «таблетки» — он прессуется в маленькие колбочки, которые жгут в течение дня при температурах больше чем 1 500 градусов Цельсия.

Эти таблетки урана также прибывают в ядерные реакторы, где начинают взаимодействовать друг с другом и, в конечном счете, дают людям электроэнергию.

В одном ядерном реакторе одновременно работают приблизительно 10 миллионов таблеток урана.

Перед размещением таблеток урана в реакторе они располагаются в металлических трубах — ТВЭлы, трубы соединяются между собой в связках и формируют ТВС— тепловыделяющие сборки.

Любая атомная электростанция независимо от типа состоит из:

теплотехнического оборудования и трубопроводов, которые его соединяют.

К теплотехническому оборудованию относят:

- реакторная установка;
- парогенераторная установка;
- турбогенераторная установка;
- конденсационная установка;
- конденсата-питательный тракт;

Все это оборудование соединяют трубопроводы и формируют однородный организм, который должен работать без ошибок, поэтому даже малейший сбой может привести к несчастному случаю.

Основная часть

Огромное преимущество АЭС - своя относительная экологическая чистота. На ТЭС суммарные годовые выбросы вредных веществ, в которые входят сернистый газ, оксиды азота, оксиды углерода, углеводороды, альдегиды и золовая пыль, на 1000 МВт установленной мощности составляют от примерно 13 000 тонн в год на газовых и до 165 000 тонн на пылеугольных ТЭС. Подобные выбросы на АЭС возникают в редких случаях задействования резервных дизельных генераторов. ТЭС мощностью 1000 МВт потребляет 8 миллионов тонн кислорода в год для окисления топлива, АЭС же не потребляют кислорода. [2]

Кроме того, больший удельный (на единицу сделанной электроэнергии) выброс радиоактивных материалов даёт угольная станция. Уголь всегда содержит натуральные радиоактивные материалы, при сгорании угля они почти полностью попадают во внешнюю среду. В то же время удельная активность выбросов теплоэлектростанции в несколько раз выше, чем для АЭС.

Единственный фактор, в котором АЭС уступают в экологическом плане традиционному КЭС — тепловое загрязнение, вызванное значительными расходами технической воды для охлаждения конденсаторов турбин, которое в АЭС немного выше из-за более низкой эффективности (не больше, чем 35%). Однако этот фактор важен для водных экосистем, и современные АЭС обычно имеют собственные искусственно созданные кулеры водохранилищ или вообще охлаждены с кулерами. Также некоторые АЭС устраняют часть тепла для

потребностей нагревания и поставки горячей воды городов, которая уменьшает непроизводительные тепловые потери.

Существуют действующие и перспективные проекты по использованию «лишнего» тепла в энергобиологических комплексах (рыбоводство, выращивание устриц, обогрев теплиц и пр.). Кроме того, в перспективе возможно осуществление проектов комбинирования АЭС с ГТУ, в том числе в качестве «надстроек» на существующих АЭС, которые могут позволить добиться аналогичного с тепловыми станциями КПД.

Для большинства стран включая Россию производство электроэнергии на АЭС не более дорогое, чем на пылеугольных и тем более на газомазутных ТЭС. Преимущество АЭС в стоимости сделанной электроэнергии особенно примечательно во время так называемых энергетических кризисов, которые начались с начала 70-х лет. Понижение цен на нефть автоматически уменьшает конкурентоспособность АЭС.

Затраты на строительство АЭС отличаются в зависимости от проекта. По оценкам на 2007 год, сделанного на основе проектов, осуществленных в 2000-х годах, ориентировочно равны 2300 \$ за кВт электрической мощности, эта цифра может снижаться при массовости строительства (для ТЭС на угле 1200 \$, на газе — 950 \$). Прогнозы 2012 года на стоимость проектов, осуществляемых в настоящее время, сходятся на цифре 2000 \$ за кВт (на 35 % выше, чем для угольных, на 45 % — газовых ТЭС). По состоянию на 2018 год российские проекты на основе российских ВВЭР-1000/1200 обходятся примерно в 140 000 руб (\$2200) за кВт установленной мощности, зарубежные проекты на основе российских ВВЭР-1000/1200 в 2 раза дороже. [1]

Главный недостаток АЭС — серьезные последствия аварий, для исключения которых АЭС оборудованы самыми трудными системами безопасности с повторными запасами и бронированием, обеспечивающим исключение расплавления активной зоны даже в случае максимальной проектной аварии. В то же время в мире есть реакторы, у которых нет важных систем безопасности, которые были необходимыми стандартами безопасности 1970-х годов.

Серьезная проблема для АЭС - их устранение после выработки ресурса, она может составить до 20% от стоимости их строительства.

По ряду технических причин для АЭС крайне нежелательна работа в манёвренных режимах, то есть покрытие переменной части графика электрической нагрузки.

Также недостатком АЭС являются трудности переработки отработавшего ядерного топлива.

Заключение

Неблагоприятное воздействие на окружающую среду зависит от того, какое топливо используется в тепловых установках.

Наиболее вредны продукты горения угля и тяжелых нефтепродуктов, природный газ менее агрессивен.

ТЭС являются основными источниками электроэнергии в России, США и большинстве европейских стран.

Однако есть исключения, например, в Норвегии электроэнергия вырабатывается в основном на гидроэнергетических станциях, а во Франции 70% электроэнергии вырабатывается на атомных энергетических растениях.

Тем не менее, несмотря на недостатки, эта область считается перспективной, поэтому ведутся текущие исследования по дальнейшему совершенствованию и развитию атомной энергетики.

Литература

1. АЭС. [Электронный ресурс]/общие сведения. -Режим доступа: https://chernobylguide.com.turbopages.org/chernobylguide.com/s/ru/princip_raboty_aes.html Дата доступа : 23.02.2021.

2. Атомные электростанции. [Электронный ресурс]/ плюсы и минусы АЭС. -Режим доступа: <https://chernobyl-zone.info/atomnye-elektrostantsii.html> Дата доступа : 23.02.2021.

3. Атомная электростанция. [Электронный ресурс]/ Атомная электростанция. -Режим доступа: https://wiki2.org/ru/Атомная_электростанция Дата доступа : 15.03.2021.