

ЧАСТНОЕ ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ

«ШКОЛА «ТАУРАС»

197229, г. Санкт-Петербург, Лахтинский проспект, д.102, к.3, стр.1

<http://www.tauras-school.ru>; info@tauras-school.ru

ОКПО 01281685 ОГРН 1157800002590 ИНН/КПП 7814237643/781401001

НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ РАБОТА

«Получение электроэнергии с помощью АЭС»

Над проектом работал:

Крутиков Елисей, 8 класс
ЧОУ «Школа «Таурас», Россия, г. Санкт-Петербург

Руководитель проекта:

Пименова Александра Леонидовна,
учитель физики
ЧОУ «Школа «Таурас», Россия, г. Санкт-Петербург

Санкт-Петербург

2024

Оглавление

Введение

1. Изучение принципов работы атомной электростанции (АЭС), включая процессы ядерного распада, тепловые процессы и преобразование энергии.
2. Анализ технологий, используемых для получения электроэнергии на АЭС, включая ядерные реакторы, системы теплообмена и турбинные установки.
3. Изучение безопасности и экологических аспектов функционирования атомных электростанций.
4. Оценка преимуществ и недостатков использования атомной энергии для производства электроэнергии с точки зрения экономики, экологии и технических параметров.
5. Заключение
Используемые источники

Введение

Деятельность человека зависит от наличия источников энергии. Энергия нужна для отопления, для движения транспорта, для информационных технологий, на производстве, в сельском хозяйстве. Поэтому вопрос энергетики – один из самых важных в жизни любого государства.

Основной источник энергии – это топливо. Автомобили на бензиновых и дизельных двигателях используют энергию сгорания топлива; электромобили, как и другие электроприборы, расходуют электроэнергию, которую получают преимущественно преобразованием энергии сгорания топлива на электростанциях. Запасы топлива ограничены, поэтому остро стоит вопрос: где еще брать энергию? Мы уже знаем, что люди догадались извлекать энергию из атомного ядра. Оно состоит из положительно заряженных частиц, которые каким-то образом держатся вместе. Но если атомное ядро все-таки разделить на части, эти части будут отталкиваться и с большой скоростью разлетаться друг от друга – вот и кинетическая энергия, которую можно использовать.

Поэтому **целью данного проекта** является изучения принципа получения электроэнергии на АЭС и безопасного ее использования

Задачи проекта

1. Изучить принцип работы атомной электростанции (АЭС)
2. Проанализировать технологии, используемые для получения электроэнергии
3. Изучить безопасность и экологические аспекты функционирования атомных электростанций.
4. Оценить преимущества и недостатки использования атомной энергии
5. Исследовать перспективы развития ядерной энергетики

Гипотеза проекта:

Как управлять энергией, выделяющейся при распаде атомных ядер и безопасно ли это для человечества

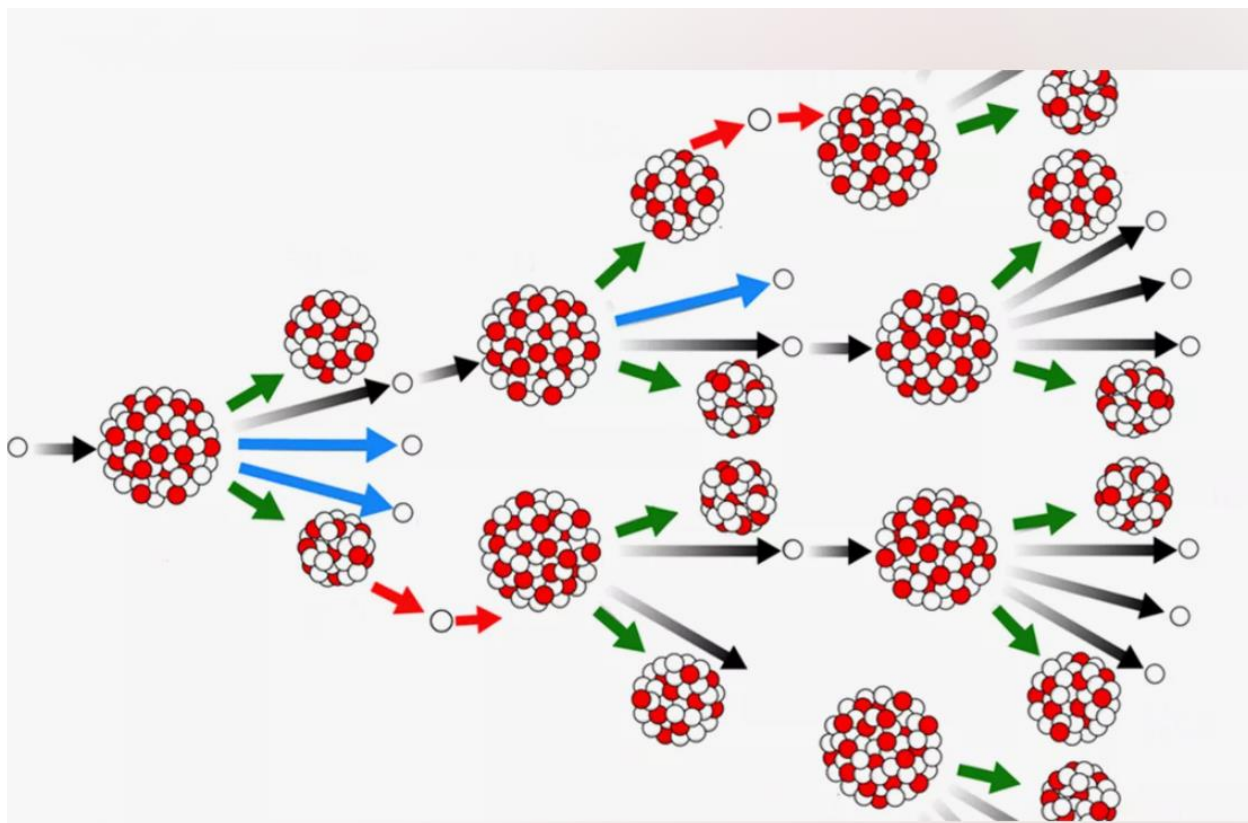
1. Принцип работы атомной электростанции (АЭС) основан на использовании ядерного распада для производства тепловой энергии, которая затем преобразуется в электрическую энергию. Процесс начинается с деления атомных ядер материала ядерного топлива, например, урана или плутония. При делении ядра этих материалов выделяется большое количество энергии в виде тепла и нейтронов.

Мы сосредоточились на получении энергии. Но смотрите, что происходит: от атомного ядра отщепляются (или наоборот присоединяются) протоны. А мы знаем, что химический элемент определяется количеством протонов в ядре.

Хорошо, мы знаем, как рассчитывать количество энергии, которое выделяется при распаде ядра. Но мы не сможем использовать эту энергию, пока не научимся влиять на ее выделение. Как заставить ядра распадаться с выделением энергии тогда, когда нам это нужно, так, чтобы это выделение не было неконтрольным?

Ядерная реакция может быть не произвольной, как радиоактивный распад, который мы рассчитывали, а спровоцированной каким-то воздействием. С этой точки зрения интересен распад ядер урана, который происходит при их бомбардировке нейтронами. Рассмотрим ядро . При его бомбардировке нейтронами оно распадается на два ядра других элементов, не так важно, каких именно, к тому же это плохо предсказуемо. Но главное, что оно распадается с выделением энергии и при распаде выделяется несколько нейтронов, обычно 2–3. И каждый из этих нейтронов может спровоцировать следующую такую реакцию, в результате которой тоже выделится несколько нейтронов, и так далее. Процесс будет нарастать лавинообразно. Такую ядерную реакцию назвали цепной (см. рис. 10).

Рис. 10. Цепная реакция



Таким образом, влиять на нее можно на стадии, когда нейтроны, образовавшиеся в результате одного распада, провоцируют следующую. Если концентрация ядер урана-235 в веществе мала, то, пока выделившийся нейтрон достигнет следующего ядра, он столкнется с другими атомами, его энергия уменьшится и он «затеряется», цепочка прервется. Поэтому, чтобы цепная реакция поддерживалась, концентрацию урана-235 повышают, этот процесс назвали обогащением.

2. Анализ технологий, используемых для получения электроэнергии на АЭС, включая ядерные реакторы, системы теплообмена и турбинные установки.

Для получения электроэнергии на атомных электростанциях (АЭС) широко используются различные технологии, включая ядерные реакторы, системы теплообмена и турбинные установки. Рассмотрим основные технологии, применяемые на АЭС.



Ядерные реакторы:

Реактор на тепловых нейтронах: в этом типе реакторов для замедления быстрых нейтронов используется тепло, производимое реакцией деления. Это может быть обычная вода или графит.

Реактор на быстрых нейтронах: эти реакторы используют быстрые нейтроны для деления ядер. Они способны преобразовывать уран-238 в плутоний, который также может служить топливом для реактора.

Реакторы тяжелой воды: в таких реакторах в качестве модератора используется тяжелая вода (оксид дейтерия), что позволяет использовать природный уран в качестве топлива.

Системы теплообмена:

Теплообменники: тепло, выделяемое в реакторе, передается на воду, которая преобразуется в пар для привода турбин.

Конденсаторы: пар после привода турбин конденсируется обратно в воду, чтобы цикл мог начаться заново.

Турбинные установки:

Турбины: пар, произведенный в результате нагрева в реакторе, приводит в действие турбины, которые создают механическую энергию.

Генераторы: механическая энергия, произведенная турбинами, в конечном итоге преобразуется в электрическую энергию генераторами.

Эти технологии в совокупности обеспечивают производство электроэнергии на атомных электростанциях, и обеспечивают экономическую и безопасную генерацию электроэнергии для общества.

3. Изучение безопасности и экологических аспектов функционирования атомных электростанций.

Атомная энергетика является одной из самых молодых, но при этом мощных, поэтому продолжает пользоваться спросом в самых разных уголках планеты. Однако история уже не единожды продемонстрировала, какой непоправимый урон природе и здоровью людей может нанести неосторожное обращение с детищами ядерной физики. Поэтому все атомные электростанции сегодня оснащаются максимальным количеством технологий, обеспечивающих безопасность добычи энергии с помощью мирного атома - на сегодняшний день разработаны целые системы, призванные сделать процесс работы с реакторами эффективным и полезным для человечества, а не наоборот.



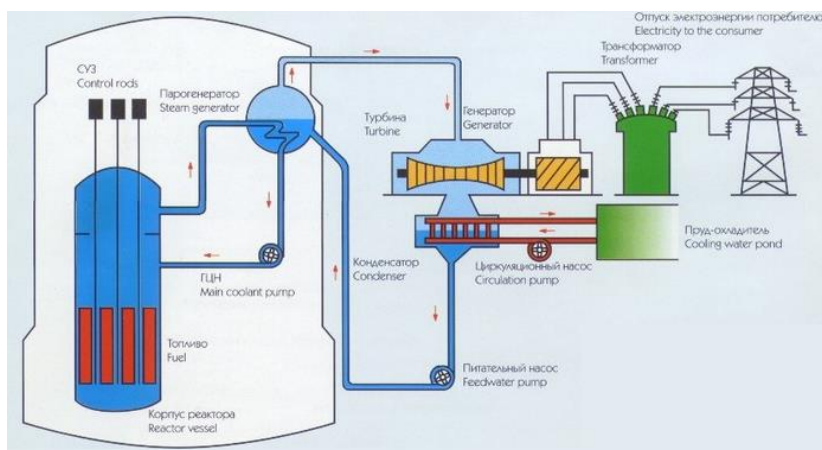
3.1 Поглощающие стержни внутри активной зоны реактора

Чтобы ядерная реакция оставалась контролируемой, требуется обеспечить постоянное регулирования количества свободных нейтронов в активной зоне. Для этого туда при необходимости опускают специальных поглощающих стержней. Они в своём составе зачастую имеют карбид бора и борную кислоту. Последняя, в частности, присутствует в контуре охлаждения реактора. Ядро атома бора не даёт нейтронам продолжать участвовать в ядерной реакции. Таким образом, её можно замедлить погружением в активную зону реактора большего количества стержней, либо наоборот, ускорить, подняв часть из них вверх. Несмотря на то, что в обычном режиме стержни регулируются с пульта управления, в случае обесточивания АЭС их можно сбросить в активную зону вручную, так как они подвешиваются на электромагнитах - то есть, в случае аварийной ситуации цепная реакция может быть полностью остановлена.



3.2 Саморегулирование за счёт воды

Работа ядерной реакции в активной зоне фактически состоит в разогреве воды, чтобы получившийся пар приводил в действие турбины-генераторы электроэнергии. Так вот, большинство современных реакторов имеют конструкцию, предусматривающую возможность так называемого саморегулирования скорости реакции. Работает это следующим образом: при возрастании количества нейтронов и числа реакций деления пропорционально увеличивается также температура топлива и конструкционных материалов активной зоны, а потом и воды. Однако в случае с последней этот процесс приводит к понижению её плотности. А такая жидкость имеет большую способность к поглощению нейтронов, соответственно, и число реакций деления снижается. Физики-ядерщики называют этот эффект отрицательной обратной связью.



3.3 Система четырёх барьеров безопасности

Для защиты персонала станции и окружающей среды от радиоактивных продуктов деления и ионизирующего излучения, последние не должны покидать корпус реактора. Для этого предусмотрена система четырёх барьеров безопасности, каждый из которых выполняет функцию своеобразного фильтра для примесей различного размера. Первый барьер: так называемая топливная таблетка - спрессованный твёрдый диоксид урана. Она при сборке в ТВЭЛ запекается при высокой температуре, приобретая керамические характеристики, что позволяет ей задерживать часть радионуклидов. Второй: оболочка ТВЭЛ, которую изготавливают из циркония ядерной чистоты - в обычных условиях эксплуатации все продукты деления остаются внутри. Третий: корпус реактора - он имеет достаточно толстые стенки, чтобы не пропускать радионуклиды. Четвёртый: так называемый контеймент — внешняя железобетонная оболочка активной зоны. Она максимально герметична и имеет толщину стенок в один метр, позволяя защитить от радиоактивных веществ окружающую среду даже в условиях возникновения крупной аварии.



3.4 Точный расчёт опасности внешних угроз

Несмотря на то, что все АЭС строятся по аналогичным принципам, каждая из них рассчитывается как отдельный проект, так как из соображений безопасности построить две абсолютно одинаковые станции просто недопустимо. При проектировании инженеры чётко рассчитывают параметра строительных конструкций, трубопроводов и оборудования, исходя не только из практической необходимости, но и из места расположения. Так, если есть возможность, то АЭС размещают в зонах низкой сейсмоопасности, чтобы избежать разрушительного воздействия землетрясений или цунами. Другая проблема безопасности, над которой всегда тщательно работают — это защита от террористических угроз: станции охраняются специальными подразделениями или армией, проход на территорию осуществляется при тотальном контроле и только через пропускные пункты, а посетителей ожидает досмотр личный вещей для изъятия при необходимости запрещённых предметов.

4. Оценка преимуществ и недостатков использования атомной энергии для производства электроэнергии с точки зрения экономики, экологии и технических параметров.

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ:

В мире существует большой спектр различных электростанций: атомные электростанции (АЭС), электростанции, работающие на органическом топливе (ТЭС), гидроэлектрические станции (ГЭС), ветроэлектростанции (ВЭС), солнечные электростанции (СЭС) и др.

Роль атомной энергетики как альтернативного варианту использованию ископаемого топлива в настоящее время существенно возрастает. В отличие от подавляющего большинства электростанций ядерной энергетике свойственна стабильность цен на электроэнергию в течение длительного периода времени, т. к. АЭС практически не зависит от источников топлива из-за небольшого объёма его использования. Структура затрат на производство электроэнергии в атомной энергетике существенно отличается от структуры формирования цен в других видах энергетике. Это связано с тем, что себестоимость атомной электроэнергии определяется в основном капитальными вложениями в

строительство АЭС, в отличие от нефти, газа и угля, где преобладают топливные затраты. Основной недостаток ядерной энергетики заключается в тяжелых последствиях аварий, для исключения которых АЭС оборудуются сложнейшими системами безопасности с многократными запасами и резервированием.

В последние годы происходит существенное повышение цен на нефть. Это, в свою очередь, вызывает рост цен на электроэнергию, вырабатываемую ТЭС, использующими органическое топливо. По оценкам Организации по экономическому сотрудничеству и развитию (ОЭСР), атомная электроэнергия заметно дешевле электроэнергии, выработанной на нефти, а также на угле и газе при высоких затратах на их добычу и транспортировку. При сопоставлении ядерного топлива с углем и газом, при низких затратах на добычу и транспортировку органического топлива, цена электроэнергии примерно одинакова. Сравнение себестоимости электроэнергии, производимой с использованием различных видов топлива, представлено на рис. 1.

Топливная составляющая в общей стоимости электроэнергии, вырабатываемой АЭС не более 25%, а для ТЭС, работающих на органическом топливе, на уровне 50-80 %. Данное обстоятельство приводит к повышенной устойчивости цены на атомную электроэнергию по отношению к колебаниям цены на топливо. Наглядно это показано на рис. 2.

Стоит отметить и энергоёмкость урана по сравнению с органическим топливом. Из одного килограмма низкообогащенного урана (до 4% по урану-235), используемого в ядерном топливе (при полном расщеплении ядер урана-235) выделяется энергия, эквивалентная сжиганию примерно 100 тонн высококачественного каменного угля или 60 тонн нефти (рис. 3).

Темпы развития атомной энергетики неразрывно связаны с прогнозами развития экономики России, а также зависят от увеличения доли АЭС в традиционных сферах применения электроэнергии и освоения новых рынков. К последним можно отнести: обеспечение электропривода транспорта и аккумуляции газа; энергообеспечение производства сжиженного газа, алюминия, водорода и др.; теплопроизводство (включая использование сбросного тепла АЭС).

Инвестиции в атомную энергетику, подобно инвестициям в другие области производства электроэнергии, экономически оправданы, если выполняются два условия: стоимость киловатт-часа не больше, чем при самом дешевом альтернативном способе производства, и ожидаемая потребность в электроэнергии, достаточно высокая, чтобы произведенная энергия могла продаваться по цене, превышающей ее себестоимость. В начале 1970-х годов мировые экономические перспективы выглядели очень благоприятными для атомной энергетики: быстро росли как потребность в электроэнергии, так и цены на основные виды топлива – уголь и нефть. Что же касается стоимости строительства АЭС, то почти все специалисты были убеждены, что она будет стабильной или даже начнет снижаться. Однако в начале 1980-х годов стало ясно, что эти оценки ошибочны: рост спроса на электроэнергию прекратился, цены на природное топливо не только больше не росли, но даже начали снижаться, а строительство АЭС обходилось значительно дороже, чем предполагалось в самом пессимистическом прогнозе. В результате атомная энергетика повсюду вступила в полосу серьезных экономических трудностей, причем наиболее серьезными они оказались в стране, где она возникла и развивалась наиболее интенсивно, – в США.

Таким образом, роль атомной энергетики как альтернативного варианта использованию ископаемого топлива в настоящее время существенно возрастает. Что касается промышленного применения возобновляемых природных источников энергии (солнечной, ветровой, приливной и др.), то при их главных преимуществах – доступности и относительно широкой распространенности, главная проблема в их использовании для производства электроэнергии состоит в их нестабильности и непредсказуемости

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕИМУЩЕСТВА АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ:

Источники излучений, действию которых мы все подвержены: естественная радиация, радиация при медицинских процедурах, искусственное облучение

Основными факторами воздействия атомной электростанции на окружающую среду региона являются: радиационный (через образующиеся в процессе работы АЭС жидкие, газообразные, аэрозольные и твердые радиоактивные отходы); тепловой (при сбросе в залив используемой для охлаждения лаэсовских агрегатов морской воды); химический (жидкие отходы с токсичными веществами, образующимися при технологических операциях). Из всех этих факторов важнейшим для атомной станции и отличительным от тепловой является радиационный.

Атомная энергия более чистая, чем вы думаете!

Излучения естественны. Радиоактивность есть повсюду в природе. Многие имеют стереотипное представление об атомной энергии, связывая её с работой промышленности, которая якобы производит огромные количества высокорadioактивных отходов, сбрасываемых в окружающую среду. Вид атомной электростанции с огромными бетонными башнями, над которыми поднимаются в небо белые облака (это сооружения для охлаждения воды, называемые градирнями), порождает чувство безумного страха перед огромной силой, которая заключена в них. А что если все взорвется?

Людей беспокоит, что облака над градирнями содержат ядовитые химикаты или даже радиоактивные вещества. Однако это совсем не так. Облако над градирней - не более чем скопление мельчайших капель воды, влажный воздух, и это облако, точно такое же, как и все другие облака в небе.

Состав же автомобильных выхлопов, дыма промышленных предприятий и обычных теплоэлектростанций, где сгорает мазут, каменный уголь или природный газ, совершенно другой. В этих выбросах содержится много ядовитых веществ, которые никак нельзя считать полезными для окружающей среды (табл. 3).

При производстве электроэнергии на АЭС образуются радиоактивные вещества, попадание которых в окружающую среду может привести к опасным для человека последствиям. Поэтому необходимо по возможности полностью исключить радиационное воздействие на работников станции, население и окружающую среду. При проектировании станции предусматривают барьеры безопасности для предотвращения радиоактивных выбросов в окружающую среду

Заключение

В заключение, получение электроэнергии на атомных электростанциях (АЭС) является одним из самых эффективных и экологически безопасных способов производства электричества. Атомная энергия является надежным источником электроэнергии, поскольку реакторы способны работать непрерывно в течение долгого времени без необходимости повышения мощности или очистки топлива.

Однако, необходимы соответствующие меры безопасности при эксплуатации АЭС, чтобы предотвратить аварии, такие как Чернобыль или Фукусима, которые имеют серьезные последствия для окружающей среды и здоровья людей. Необходимо также обеспечить правила для управления и хранения радиоактивных отходов, чтобы минимизировать их воздействие на окружающую среду.

За последние десятилетия разработки и исследования в области ядерной энергетики значительно улучшили безопасность и эффективность этих установок. Большинство стран признают значение атомной энергетики в мировом энергетическом балансе и продолжают строить и модернизировать АЭС.

Тем не менее, рост разработки возобновляемых источников энергии, таких как солнечная и ветровая энергия, создает новые возможности для диверсификации производства электроэнергии. Использование атомной энергии должно быть частью более широкой стратегии смешанного энергоснабжения, чтобы обеспечить стабильность и устойчивость электросетей.

В итоге, получение электроэнергии на атомных электростанциях является одним из ключевых способов обеспечения энергетической безопасности и снижения выбросов парниковых газов. Однако, необходимо продолжать исследования и инновации для повышения безопасности и эффективности АЭС, а также проводить качественную экологическую оценку, чтобы минимизировать их негативное воздействие на окружающую среду и здоровье людей.

Используемые источники

<https://novate.ru/blogs/040222/61825/?ysclid=ls1isslrk5960445667>

<https://yandex.ru/video/preview/619990093423202064>

<https://studfile.net/preview/1942380/page:37>

<https://rosatom.ru/production/generation>