

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРАСНОАРМІЙСЬКИЙ ІНДУСТРІАЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ДЕРЖАВНОГО ВИЩОГО НАВЧАЛЬНОГО ЗАКЛАДУ
«ДОНЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»**

**СУЧАСНІ АСПЕКТИ МЕХАНІЗАЦІЇ ТА
АВТОМАТИЗАЦІЇ ЕНЕРГОЄМНИХ
ВИРОБНИЦТВ**

**ЗБІРНИК МАТЕРІАЛІВ
II регіональної науково-практичної конференції**

25 квітня 2013 р.

Красноармійськ – 2013

Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв. Збірник матеріалів II регіональної науково-практичної конференції, Красноармійський індустріальний інститут ДВНЗ ДонНТУ, 25 квітня 2013 р. – Донецьк: ТОВ «Цифрова типографія», 2013. – 300 с.

У збірнику представлені праці учасників II регіональної науково-практичної конференції «Сучасні аспекти механізації та автоматизації енергоємних виробництв», яку провела кафедра «Електромеханіки і автоматики» Красноармійського індустріального інституту ДВНЗ ДонНТУ. Основні напрямки роботи конференції – гірнича механіка, електрообладнання та енергопостачання сучасних енергоємних виробництв; геометричне та комп'ютерне моделювання об'єктів, явищ, процесів і технологій; геомеханічні проблеми розробки корисних копалин та охорона праці; соціальні, економічні та організаційні аспекти життєдіяльності енергоємних виробництв.

Редакційна колегія повідомляє, що автори публікацій несуть відповідальність за достовірність поданої інформації, зміст матеріалів, їх мовно-стилістичне оформлення.

ЗМІСТ

	стор.
Яцюк М.М.; Сименко О.В., к.т.н. (КП ДонНТУ) КАФЕДРА ЕЛЕКТРОМЕХАНІКИ І АВТОМАТИКИ: ПЕРШІ КРОКИ НА ШЛЯХУ СТАНОВЛЕННЯ	8
ГІРНИЧА МЕХАНІКА, ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ ТА ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ СУЧАСНИХ ЕНЕРГОЄМНИХ ВИРОБНИЦТВ	
Авраменко Н.О., Кроливець А.В.; Петелін Е.А. к.т.н. (КП ДонНТУ) СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ – ПОТЕНЦІАЛ РОЗВИТКУ ТА ЕНЕРГЕТИЧНА БЕЗПЕКА ПІДПРИЄМСТВА	10
Белогруд Д.Н.; Зиновьев С.Н., к.т.н. (КІИ ДонНТУ) ПРОБЛЕМЫ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ ВОДООТЛИВОВ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НАКЛОННЫХ ВЫРАБОТОК ШАХТ	15
Ганза А.И. (КІИ ДонНТУ) РАСЧЕТ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО ТРЕНИЯ И СКОЛЬЖЕНИЯ ФАЗ В ПОТОКЕ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ СМЕСИ ЭРЛИФТА	19
Гладкий А.И., Лященко Н.А.; Триллер Е.А., к.т.н., Зиновьев С.Н., к.т.н. (КІИ ДонНТУ) ПРИНЦИП РАБОТЫ И БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА	25
Гладкий А.И.; Чашко М.В., к.т.н. (КІИ ДонНТУ) АЛГОРИТМ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ SMART GRID	29
Еськова Д.В.; Чашко М. В., к.т.н. (КІИ ДонНТУ) ПРИМЕНЕНИЕ СОЛНЕЧНОЙ БАТАРЕИ ДЛЯ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ЛОКАЛЬНОГО ОБЪЕКТА	32
Калиниченко В.В. (КП ДонНТУ) ДЕЯКІ АСПЕКТИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ЕРЛІФТНИХ УСТАНОВОК	35
Калиниченко В.В., Івко С.Г. (КП ДонНТУ) ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ГІРНИЧИХ МАШИН	38
Кондратенко В.Г., к.т.н.; Процай М.С. (КІИ ДонНТУ) ИССЛЕДОВАНИЕ УРАВНОВЕШИВАЮЩЕЙ СИЛЫ ДИСКОВОГО РАЗГРУЗОЧНОГО УСТРОЙСТВА ШАХТНОГО ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА	41
Кондратенко В.Г., к.т.н.; Шведченко С.С., Карабка О.Д. (КП ДонНТУ) УДОСКОНАЛЕНІЙ РОЗВАНТАЖУВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ ШАХТНОГО ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСУ	45
Кононыхин С.В., к.т.н. (КІИ ДонНТУ) ИССЛЕДОВАНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ДВИЖЕНИЯ ЗУБКОВ ОДНОШАРОШЕЧНОГО ДОЛОТА С ВЕРТИКАЛЬНОЙ ЦАПФОЙ	48
Корольов А.І.; Рак О.М., к.т.н. (КП ДонНТУ) УРАХУВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ТРАНСФОРМАТОРА АПШ-4 ПРИ РОЗРАХУНКУ КОРОТКИХ ЗАМИКАНЬ В ШАХТНІЙ МЕРЕЖІ 127В	53
Коротких А.І., науковий керівник – Ганза А.И. (КІИ ДонНТУ) ДЕФОРМАЦИЯ ГАЗОЖИДКОСТНОГО ПОТОКА В ЭРЛИФТЕ	56
Кукшинов Д.Г., Яровий М.Д., Лисенко В.А. (КП ДонНТУ) РЕГУЛЮВАННЯ ШВИДКОСТІ МАГІСТРАЛЬНИХ КОНВЕЄРІВ	61

ГЛАДКИЙ А.И., ЛЯЩЕНКО Н.А.; ТРИЛЛЕР Е.А., к.т.н.,
ЗИНОВЬЕВ С.Н., к.т.н. (КИИ ДонНТУ)
**ПРИНЦИП РАБОТЫ И БЕЗОПАСНАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ
ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА**

Розглянуті основні питання безпеки, будови та роботи атомних електростанцій і ядерних реакторів, а саме реактора типу ВВЕР.

Введение. Опасна ли ядерная энергетика? Этим вопросом особенно часто стали задаваться в последнее время, особенно после аварий на атомных электростанциях Фукусима-1 и Чернобыльской АЭС. И если опасность все же имеется, то каким образом можно уменьшить риск неприятных последствий аварии? И где же причина того или иного фактора опасности? Ответу на эти вопросы и посвящена данная статья.

В данной статье будут освещены основные вопросы устройства и работы атомных электростанций и ядерных реакторов, разъяснены причины их опасности.

Общее устройство электростанции. Принципиальная схема тепловой электростанции представлена на рис.1. Стоит иметь в виду, что в ее конструкции может быть предусмотрено несколько контуров - теплоноситель от тепловыделяющего реактора может не идти сразу на турбину, а отдать свое тепло в теплообменнике теплоносителю следующего контура, который уже может поступать на турбину, а может дальше передавать свою энергию следующему контуру. Также в любой электростанции предусмотрена система охлаждения отработавшего теплоносителя, чтобы довести температуру теплоносителя до необходимого для повторного цикла значения. Если поблизости от электростанции есть населенный пункт, то это достигается путем использования тепла отработавшего теплоносителя для нагрева воды для отопления домов или горячего водоснабжения, а если нет, то излишнее тепло отработавшего теплоносителя просто сбрасывается в атмосферу в градирнях (из себя они представляют широкие конусообразные трубы). Конденсатором отработавшего пара на неатомных электростанциях чаще всего служат именно градирни.

Атомные электростанции относятся к тепловым, так как в их устройстве имеются тепловыделители, теплоноситель и генератор электрического тока - турбина. Существуют как одноконтурные АЭС, так и двух-трех-контурные (это зависит от типа ядерного реактора) [1].

Ядерный реактор. Как уже указывалось, тремя обязательными элементами для реакторов на тепловых нейтронах являются тепловыделитель, замедлитель и теплоноситель. На данном рисунке представлена типичная схема активной зоны.

Через реактор с помощью насосов (обычно называемых циркуляционными) прокачивается теплоноситель, поступающий потом или на турбину (в РБМК) или в теплообменник (в остальных типах реакторов). Нагретый теплоноситель теплообменника поступает на турбину, где теряет часть своей энергии на выработку электричества. Из турбины теплоноситель поступает в конденсатор для пара, чтобы в реактор поступал теплоноситель с нужными для оптимальной работы параметрами. Также в реакторе имеется система управления им (на рисунке не показана), которая состоит из набора стержней диаметром в несколько сантиметров и длиной, сопоставимой с высотой активной зоны, состоящих из высокопоглощающего нейтроны материала, обычно из соединений бора. Стержни располагаются в специальных каналах и могут быть подняты или опущены в реактор. В поднятом состоянии они способствуют разгону реактора, в опущенном - заглушают его. Приводы стержней регулируются независимо друг от друга, поэтому с их помощью можно конфигурировать активность реакции в различных частях активной зоны [2].

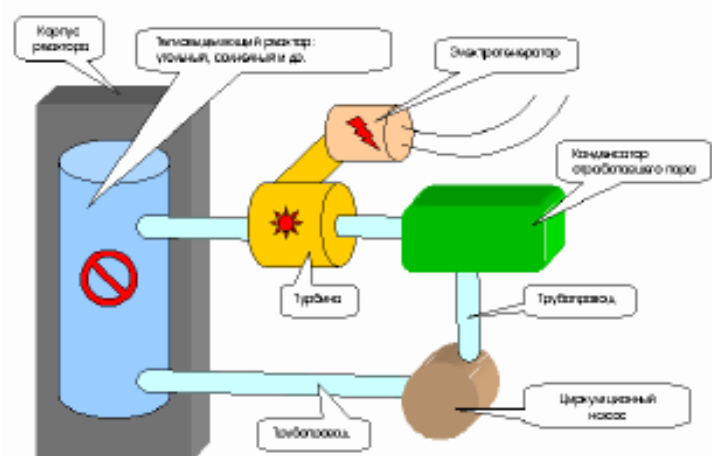


Рисунок 1 – Принципиальная схема тепловой электростанции

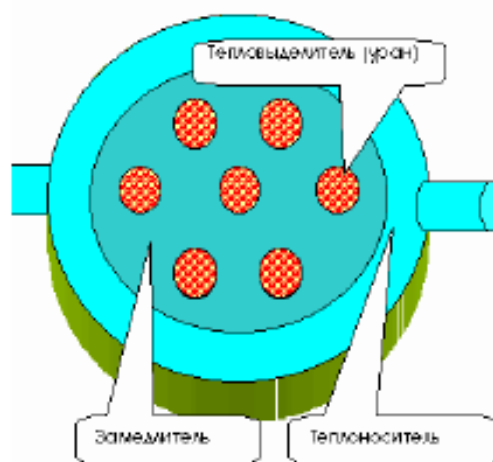


Рисунок 2 – Схема активной зоны ядерного реактора

Реакторы ВВЭР. Реакторы ВВЭР являются самым распространенным типом реакторов в Украине. Весьма привлекательны дешевизна используемого в них теплоносителя-замедлителя и относительная безопасность в эксплуатации, несмотря на необходимость использования в этих реакторах обогащенного урана. Из самого названия реактора ВВЭР следует, что у него и замедлителем, и теплоносителем является обычная легкая вода. В качестве топлива используется обогащенный до 4,5% уран. Принципиальная схема реактора ВВЭР представлена на рисунке 3.

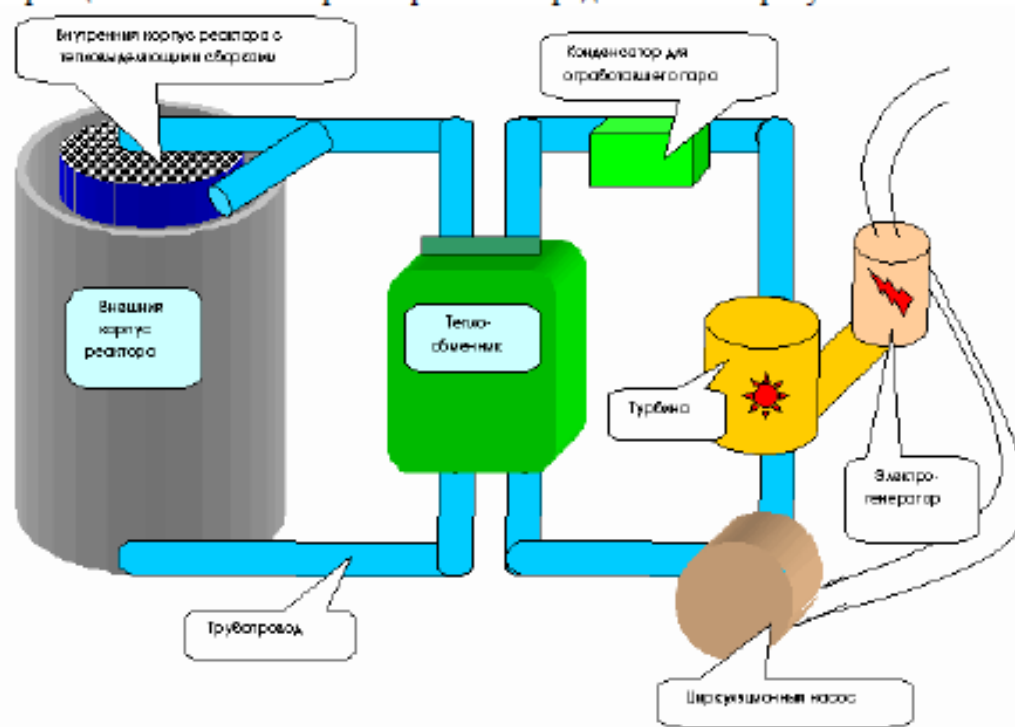


Рисунок 3 – Схема реактора ВВЭР

Как видно из схемы, он имеет два контура. Первый контур, реакторный, полностью изолирован от второго, что уменьшает радиоактивные выбросы в атмосферу. Циркуляционные насосы (насос первого контура на схеме не показан) прокачивают воду через реактор и теплообменник (питание циркуляционных насосов происходит от турбины). Вода реакторного контура находится под повышенным давлением, так что несмотря на ее высокую температуру (293 градуса - на выходе, 267 - на входе в реактор) ее закипания не происходит. Вода второго контура находится под обычным давлением, так что в теплообменнике она превращается в пар. В теплообменнике-парогенераторе теплоноситель, циркулирующий по первому контуру, отдает тепло воде второго контура. Пар, генерируемый в парогенераторе, по главным паропроводам второго контура поступает на турбины и, отдав часть своей энергии на вращение турбины, после чего поступает в конденсатор. Конденсатор, охлаждаемый водой циркуляционного контура (так сказать, третий контур), обеспечивает сбор и конденсацию отработанного пара. Конденсат, пройдя систему подогревателей, подается снова в теплообменник [3].

Энергетическая мощность большинства реакторов ВВЭР в нашей стране – 1000 мегаватт (МВт).

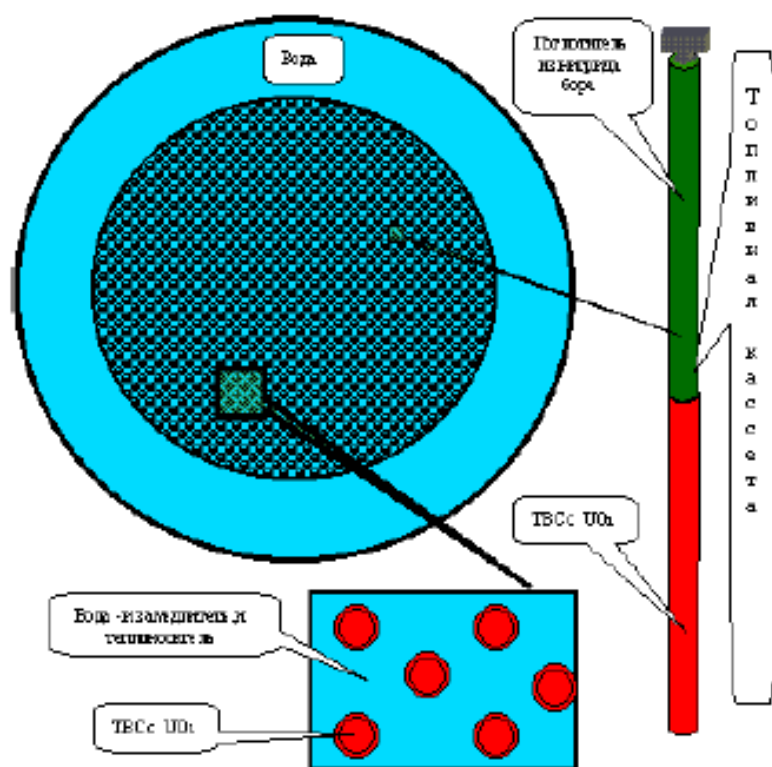


Рисунок 4 – Строение активной зоны реактора ВВЭР

Строение активной зоны реактора ВВЭР показано на рисунке 4. Она имеет прочный наружный стальной корпус, могущий в случае непредвиденных обстоятельств локализовать возможную аварию. Корпус полностью заполнен водой под высоким давлением. В середине активной зоны расположены ТВС с шагом в 20-25 см. Некоторые ТВС дополнены сверху поглотителем из бороциркониевого сплава и нитрида бора и способны находится в активной зоне или бороциркониевой частью, или урановой – таким образом осуществляется регулирование цепной реакции. Вода подается в реактор снизу под давлением. Сверху реактор закрыт стальной крышкой, герметизирующей его корпус и являющейся биозащитой.

Факторы опасности ядерных реакторов. Факторы опасности ядерных реакторов достаточно многочисленны. Перечислим лишь некоторые из них.

Возможность аварии с разгоном реактора. При этом вследствие сильнейшего тепловыделения может произойти расплавление активной зоны реактора и попадание радиоактивных веществ в окружающую среду. Если в реакторе имеется вода, то в случае такой аварии она будет разлагаться на водород и кислород, что приведет к взрыву гремучего газа в реакторе и достаточно серьезному разрушению не только реактора, но и всего энергоблока с радиоактивным заражением местности.

Аварии с разгоном реактора можно предотвратить, применив специальные технологии конструкции реакторов, систем защиты, подготовки персонала. **Радиоактивные выбросы в окружающую среду.** Их количество и характер зависит от конструкции реактора и качества его сборки и эксплуатации. Очистные сооружения могут уменьшить их. Впрочем, у атомной станции, работающей в нормальном режиме, эти выбросы меньше, чем, скажем, у угольной станции, так как в угле тоже содержатся радиоактивные вещества, и при его сгорании они выходят в атмосферу. **Необходимость захоронения отработавшего реактора.** На сегодняшний день эта проблема не решена, хотя есть много разработок в этой области. *Радиоактивное*

облучение персонала. Можно предотвратить или уменьшить применением соответствующих мер радиационной безопасности в процессе эксплуатации атомной станции. Ядерный взрыв ни в одном реакторе произойти в принципе не может [4].

Выводы. Атомная энергетика – активно развивающаяся отрасль. Очевидно, что ей предназначено большое будущее, так как запасы нефти, газа, угля постепенно иссякают, а уран – достаточно распространенный элемент на Земле. Но следует помнить, что атомная энергетика связана с повышенной опасностью для людей, которая, в частности, проявляется в крайне неблагоприятных последствиях аварий с разрушением атомных реакторов. В связи с этим необходимо закладывать решение проблемы безопасности (в частности, предупреждение аварий с разгоном реактора, локализацию аварии в пределах биозащиты, уменьшение радиоактивных выбросов и др.) еще в конструкцию реактора, на стадии его проектирования.

Стоит также рассматривать другие предложения по повышению безопасности объектов атомной энергетике: строительство атомных электростанций под землей, отправка ядерных отходов в космическое пространство.

Список литературы

1. И.Х. Ганев. Физика и расчет реактора. Учебное пособие для вузов. М, 1992, Энергоатомиздат.
2. Л.В. Матвеев, А.П. Рудик. Почти все о ядерном реакторе. М., 1990, Энергоатомиздат. Орлов Антон Александрович, 1998 г., ММА им. Сеченова.
3. Левин В. Е. Ядерная физика и ядерные реакторы. 4-е изд. – М.: Атомиздат, 1979.
4. Ядерная энергетика. Проблемы и перспективы, экспертные оценки. М.: ИАЭ им. И.В.Курчатова, 1989.