

СРАВНЕНИЕ ЧАЭС И БЕЛАЭС

Пухачева Н.С., студент гр.448001

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
г. Минск, Республика Беларусь*

Андрианова Е.В. – ассистент кафедры физики

Аннотация. В данной статье проводится сравнительный анализ Чернобыльской атомной электростанции (ЧАЭС) и Белорусской атомной электростанции (БелАЭС). Исследуются исторические аспекты, проектные характеристики, технологии генерации электроэнергии и вопросы безопасности, а также экологические последствия эксплуатации этих объектов. Особое внимание уделяется урокам, извлеченным из аварии на ЧАЭС и их влиянию на проектирование и строительство БелАЭС. В статье рассматриваются также социальные и экономические аспекты функционирования обеих станций, а также восприятие атомной энергетики обществом в странах их расположения. Выводы подчеркивают значимость продолжающихся исследований и обсуждений по вопросам атомной энергетики, ее роли в обеспечении энергетической безопасности и устойчивом развитии регионов.

Ключевые слова. Атомная электростанция, атомная энергетика, Чернобыльская атомная электростанция, ЧАЭС, Белорусская атомная электростанция, БелАЭС, безопасность.

Устройство ЧАЭС:

Проектирование Чернобыльской атомной электростанции предусматривало строительство шести энергоблоков, среди которых два были запланированы с использованием реакторов большого мощности канального типа (РБМК) первого поколения, а остальные — второго поколения. Однако возведение пятого и шестого блоков было остановлено после трагических событий, произошедших 26 апреля 1986 года.

На этапе разработки реакторов РБМК первого поколения системы безопасности либо отсутствовали, либо имели значительные недостатки. Это привело к тому, что первые энергоблоки РБМК-1000 имели недостаточное количество защитных систем, в результате чего потребовалась серьезная модернизация данных установок.

Активная зона реактора размещена внутри графитовой кладки, которая имеет диаметр около 12 метров и высоту приблизительно 7 метров. Структура кладки состоит из колонн блоков с вертикальными отверстиями для установки технологических каналов, которые необходимы для функционирования реактора.

Каждый технологический канал представляет собой сварную трубную конструкцию с диаметром около 6 см в активной зоне. Эти каналы предусмотрены для размещения кассет с тепловыделяющими элементами (ТВЭЛами) и для подачи теплоносителя, то есть воды. В общей сложности в реакторе насчитывается 1661 технологический канал.

Топливная кассета состоит из двух последовательно соединенных тепловыделяющих сборок, каждая из которых содержит 18 тепловыделяющих элементов. ТВЭЛ представляет собой трубку с высотой 3,6 метра, диаметром 13,5 мм и стенкой толщиной 0,9 мм, внутри которой находятся 200 таблеток диоксида урана.

Управление реактором осуществляется с помощью поглощающих стержней, равномерно распределенных по его конструкции, выполненных из боросодержащих материалов. Эти стержни известны как стержни системы управления и защиты (СУЗ). В составе всего системы имеется 211 стержней, каждый из которых расположен в специальном канале и управляется индивидуальным сервоприводом. Для каналов стержней СУЗ предусмотрена отдельная система водяного охлаждения, что обеспечивает дополнительную безопасность и эффективность функционирования реактора.

Устройство БелАЭС:

Современные атомные реакторы ВВЭР-1200 обладают рядом ключевых характеристик, которые обеспечивают их высокую энергоэффективность и безопасность. Эти реакторы создавались с учетом последних достижений в области ядерной энергетики и используют комплексный подход к обеспечению безопасности, что делает их надежным выбором для эксплуатации.

Одной из особенностей ВВЭР-1200 является наличие многоуровневой системы безопасности, которая включает как активные, так и пассивные элементы. Такой подход значительно усиливает устойчивость реакторов к различным угрозам, как внешним, так и внутренним. Контейнерная оболочка, окружающая реактор и другие важные элементы, защищает от возможных утечек радиоактивных веществ в атмосферу, минимизируя потенциальные риски в случае аварийных ситуаций. Это особенно важно, учитывая повышенные требования к безопасности современных атомных станций.

Дополнительно, реакторы ВВЭР-1200 демонстрируют улучшенные характеристики теплообмена и автоматизации. Эти усовершенствования являются значительным шагом вперед по сравнению с предыдущими моделями, поскольку они способствуют повышению общей эффективности работы реакторов. Правильное и безопасное управление теплообменом позволяет оптимизировать процессы, что непосредственно влияет на уровень производимой электроэнергии.

Основные системы управления на Белорусской АЭС включают в себя автоматизированную систему, предназначенную для мониторинга всех параметров работы и безопасности реактора. Эта система управления реактором представляет собой сложное технологическое решение, которое способен осуществлять целый ряд функций, начиная от контроля температуры и давления, до мониторинга состояния систем безопасности. Она обеспечивает надежный и непрерывный анализ состояния реактора, что является критически важным для поддержания рабочих параметров и предотвращения возможных инцидентов.

Системы охлаждения на БелАЭС организованы на основе двухконтурной циркуляции воды. Здесь первичный контур отвечает за охлаждение активной зоны реактора, в то время как вторичный контур предназначен для производства пара, который в свою очередь используется в паровых турбинах для генерации электричества. Процесс генерации электрической энергии — это многопоточный процесс: тепловая энергия, полученная от реактора, преобразуется в механическую на турбине, а затем в электрическую. Этот подход делает реакторы ВВЭР-1200 значительно более эффективными и производительными.

Система безопасности Белорусской АЭС включает в себя несколько ключевых механизмов. Одним из самых важных аспектов является аварийное охлаждение, которое разработано с целью обеспечения охлаждения активной зоны реактора в критических ситуациях, таких как отключение систем активного охлаждения. Это позволяет значительно снизить риск перегрева и потенциального разрушения реактора. Контроль радиационной безопасности также играет важную роль; регулярный мониторинг радиационного фона обеспечивает защиту как для работников станции, так и для окружающих территорий. Элементы пассивной безопасности, такие как системы естественной циркуляции, позволяют осуществлять охлаждение реактора без активного вмешательства со стороны человека, что существенно повышает уровень защиты в случае чрезвычайных ситуаций.

Экологическая безопасность является одним из краеугольных аспектов проектирования и строительства БелАЭС. В этом плане уделяется внимание строгим требованиям к управлению экологической безопасностью, включая управление отходами, оценку воздействия на окружающую среду и разработку технологий для минимизации экологических рисков. Все эти меры подчеркивают приверженность станции к устойчивому развитию и защите окружающего мира. В современных условиях, когда вопросы экологии становятся особенно актуальными, такое внимание к экологической безопасности демонстрирует серьезный подход к ответственному обращению с ядерной энергией и ее последствиями.

Сравнение мощности и систем защиты ЧАЭС и БелАЭС:

Мощность:

Проектная генерируемая мощность ЧАЭС составила 6000 МВт. На момент трагедии в апреле 1986 года в эксплуатации находились четыре энергоблока, каждый из которых был оснащен реакторами РБМК-1000. Совокупная мощность этих блоков была равна 4000 МВт, что характеризовало ЧАЭС как мощное энергетическое предприятие своего времени.

На сегодняшний день Белорусская АЭС оборудована двумя энергоблоками, основанными на реакторах ВВЭР-1200. Каждый из этих блоков обладает мощностью в 1200 МВт. Таким образом, общая мощность БелАЭС составляет 2400 МВт. При сравнении видно, что мощность одного энергоблока Белорусской АЭС в 1,2 раза превышает мощность энергоблоков, которые работали на Чернобыльской АЭС. Это свидетельствует о том, что современные технологии позволяют достигать более высокой эффективной генерации энергии, даже с меньшим числом энергоблоков.

Системы защиты:

С точки зрения систем защиты, конструкция реакторов на Чернобыльской АЭС, тип которых РБМК, содержала несколько серьезных недостатков. Ключевые риски, связанные с их проектированием и эксплуатацией, включали:

- Отсутствие защитной оболочки: это позволяло радиоактивным веществам свободно выходить в атмосферу при аварийных ситуациях.
- Низкий уровень автоматизации систем безопасности: системы контроля и защиты не обеспечивали необходимого уровня автоматизации, что ограничивало возможности быстрого реагирования на внештатные ситуации.
- Уязвимость к человеческой ошибке: поскольку многие процессы требовали значительного вмешательства человека, это создавало дополнительные риски для безопасности.

Эти отрицательные факторы стали ключевыми в катастрофе 1986 года, что продемонстрировало необходимость пересмотра подходов к проектированию и эксплуатации атомных станций.

Совершенно иначе устроена Белорусская АЭС, которая строится с учетом всех уроков, извлеченных из трагического опыта Чернобыльской аварии. Она включает в себя ряд усовершенствованных систем безопасности:

- Защитная оболочка реакторов ВВЭР-1200: эта оболочка способна выдерживать значительные внешние воздействия и предотвращать утечки радиоактивных веществ.

- Многоуровневая система безопасности: включение как активных, так и пассивных систем позволяет обеспечить комплексную защиту от различных аварийных ситуаций, таких как пожары или сильные землетрясения.

- Современные системы мониторинга и управления: высокий уровень автоматизации значительно снижает риск человеческого фактора, обеспечивая оперативный контроль за состоянием реактора и его систем безопасности.

Сравнительный анализ мощностей и систем безопасности показывает, что Белорусская АЭС существенно превосходит Чернобыльскую как по уровню генерируемой мощности, так и по уровню безопасности. Современные технологии, внедренные в проектирование и эксплуатацию БелАЭС, в значительной степени снижают риски, связанные с эксплуатацией атомных станций. Учитывая ошибки прошлого, можно надеяться на более безопасное использование атомной энергии в будущем, что является важным аспектом для всех стран, рассматривающих ядерную энергетику как источник электроэнергии.

МАГАТЭ и современные меры безопасности атомных электростанций:

Атомные электростанции являются важными источниками электроэнергии, но их эксплуатация сопряжена с рисками, связанными с возможными авариями и радиационными воздействиями. Международное агентство по атомной энергии (МАГАТЭ), основанное в 1957 году, способствует безопасному и мирному использованию ядерной энергии, формируя международные стандарты и обеспечивая техническую помощь для государств-участников. МАГАТЭ занимается разработкой и обновлением перестраховочных стандартов, таких как "Основные требования безопасности" и "Рекомендации по безопасному проектированию атомных реакторов". Эти документы охватывают проектирование реакторов, управление рисками, а также обучение персонала. Основное внимание уделяется внедрению пассивных систем безопасности, которые могут функционировать без вмешательства человека в условиях сбоя, а также обеспечению устойчивости атомных электростанций к природным и техногенным катастрофам.

Современные атомные электростанции проектируются с учетом передовых технологий безопасности, направленных на минимизацию потенциальных рисков. Такие системы безопасности обеспечивают надежную защиту, включая возможность охлаждения реактора в случае аварийных ситуаций без внешнего вмешательства. Применяются многоуровневые подходы, сочетающие как активные, так и пассивные меры защиты.

МАГАТЭ имеет важное значение для формирования стандартов безопасности на атомных электростанциях, и современные технологии значительно повышают уровень безопасности и надежности этих объектов. Применение передовых методов на примере Белорусской АЭС подчеркивает стремление к минимизации рисков, связанных с эксплуатацией ядерной энергии, и открывает новые горизонты для устойчивого энергетического будущего.

Список использованных источников:

1. Чернобыльская авария и её последствия // [Электронный ресурс] https://eti.su/articles/over/over_1645.html
1. РУП «Белорусская атомная электростанция» // [Электронный ресурс] <https://belaes.by>
2. Информация об аварии на Чернобыльской АЭС и её последствиях, подготовленная для МАГАТЭ // [Электронный ресурс] magate-1.narod.ru/1.html