

блем с целью создания лечебно-профилактических средств различного происхождения, обладающих радиозащитными свойствами.

Литература: 1. Новые перспективные радиопротекторы растительного происхождения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://lektsii.org/16-76434.html>. – Дата доступа: 18.04.2022. 2. Современные подходы к фармакологической профилактике радиационных поражений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.medline.ru/public/art/tom11/art19.html>. – Дата доступа: 18.04.2022. 3. Радиационная биология. Радиоэкология [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sciencejournals.ru>. – Дата доступа: 17.04.2022

УДК 53.084

СУРОВЦЕВ Н. П., студент 3 курса, ФВМ

Научный руководитель **Ковалёнок Н. П.**, магистр образования, старший преподаватель

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

КОНСТРУКЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ РЕАКТОРА РБМК-1000

Введение. В России до настоящего времени работают еще десять РБМК, аналогичных тем, которые были установлены на Чернобыльской АЭС. Это три реактора на Ленинградской, три на Смоленской и еще четыре на Курской АЭС. Все реакторы этого типа были построены с 1976 по 1990 года и рассчитаны на 30-летний срок службы.

Материалы и методы исследования. В данной работе проведен обзор литературных данных по особенностям конструкции, принципах работы, эффективности и безопасности реакторов большой мощности канальных РБМК. Методологию исследования составили эмпирические и теоретические общенаучные методы: контент-анализ, изучение, обобщение, синтез, сравнение.

Результаты исследований. Реактор большой мощности канальный (РБМК-1000) – энергетический ядерный реактор, разработанный в Советском Союзе. Реактор РБМК канальный, гетерогенный, графита-водный, кипящего типа, на тепловых нейтронах, теплоносителем в котором выступает вода [2]. Разработка реакторов РБМК была начата в 60-х годах и некоторые конструкторские решения отрабатывались на опытных энергетических реакторах «Атом Мирный Большой», установленных на Белоярской АЭС. Разработка РБМК явилась значительным шагом в развитии атомной энергетики СССР, поскольку такие реакторы позволяют создать крупные АЭС большой мощности.

РБМК является реактором с не перегружаемыми каналами, то есть ТВС и технологический канал являются отдельными узлами. К установленным в

реактор каналам с помощью неразъемных соединений подсоединены трубопроводы – индивидуальные тракты подвода и отвода теплоносителя. Загружаемые в каналы ТВС крепятся и уплотняются в верхней части стояка канала. Таким образом, при перегрузке топлива не требуется размыкания тракта теплоносителя, что позволяет осуществлять ее с помощью соответствующих перегрузочных устройств без остановок реактора[2].

При создании реакторов такого типа решалась задача экономичного использования нейтронов в активной зоне реактора. С этой целью оболочки твэлов и трубы канала были изготовлены из слабо поглощающих нейтроны циркониевых сплавов. Схема установок РБМК одноконтурная. Пароводяная смесь после активной зоны попадает по индивидуальным трубам в барабаны-сепараторы, после которых насыщенный пар направляется в турбины, а отсепарированная циркуляционная вода после ее смешения с питательной водой, поступающей в барабаны-сепараторы от турбоустановок, с помощью циркуляционных насосов подается к каналам реактора[1].

Из двух типов реакторов на тепловых нейтронах – корпусных водородных и канальных водографитовых, использовавшихся в атомной энергетике Советского Союза, последние, оказалось проще освоить и внедрить в жизнь. Это объясняется тем, что для изготовления канальных реакторов могут быть использованы общемашиностроительные заводы и не требуется такого уникального оборудования, которое необходимо для изготовления корпусов водо-водяных реакторов.

Эффективность канальных реакторов типа РБМК в значительной степени зависит от мощности, снимаемой с каждого канала. Распределение мощности между каналами зависит от плотности потока нейтронов в активной зоне и выгорания топлива в каналах. Для повышения эффективности реакторов РБМК были изучены возможности увеличения предельной мощности каналов. В результате исследований оказалось возможным путем интенсификации теплообмена увеличить предельно допустимую мощность канала в 1,5 раза до 4500 кВт при одновременном повышении допустимого паросодержания до нескольких десятков процентов. Необходимая интенсификация теплообмена достигнута благодаря разработке ТВС, в конструкции которой предусмотрены интенсификаторы теплообмена. При увеличении допустимой мощности канала до 4500 кВт тепловая мощность реактора РБМК повышена до 4800 МВт, чему соответствует электрическая мощность 1500 МВт [2].

ТВС в РБМК состоят из двух частей – нижней и верхней, каждая из которых содержит 18 твэлов стержневого типа из таблеток спеченной двуокиси урана, заключенных в оболочку из циркониевого сплава. Высота активной части топлива в твэле 3,5 м, общая высота активной зоны в РБМК 7,0 м. Диаметр твэла 13,5 мм. В ТВС с интенсификацией теплообмена в решетках верхней части имеются устройства для турбулизации потока теплоносителя, что и обеспечивает интенсификацию теплообмена. Помимо топливных каналов в активной зоне РБМК имеется 179 каналов СУЗ. Для контроля за энергораспределением по высоте активной зоны предусмотрено 12 каналов с се-

мисекционными детекторами, которые установлены равномерно в центральной части реактора вне сетки топливных каналов и каналов СУЗ.

Реактор размещен в бетонной шахте размером 21,6x21,6x25,5 м. Нижняя плита толщиной 2 м и диаметром 14,5 м состоит из цилиндрической обечайки и двух листов, в которые герметично вварены трубные проходки для топливных каналов и каналов управления. Нижняя плита, через сварную металлоконструкцию в виде креста опирается на бетонное основание шахты реактора. Реактор окружен боковой защитой в виде кольцевого бака с водой. Толщина верхней плиты 3 м, диаметр 17,5 м. Нижняя и верхняя плиты соединены между собой герметичным кожухом из листового проката толщиной 16 мм[2].

Внутри герметичного кожуха реактора, на нижней плите установлена графитовая кладка реактора, состоящая из 2488 вертикальных графитовых колонн, собранных из прямоугольных блоков высотой 200, 300, 500 и 600 мм, с основанием 250x250 мм и внутренним отверстием диаметром 114 мм. 1693 колонны предназначены для установки в них топливных каналов, 179 - для каналов СУЗ реактора, а остальные являются боковым отражателем. В отверстиях периферийных колонн установлены металлические охлаждаемые водой штанги, фиксирующие графитовую кладку при перемещениях в радиальном направлении. Для кладки реактора используется графит[1,2]. Внутренняя полость реактора заполнена прокачиваемой через кладку азотно-гелиевой смесью с небольшим избыточным давлением, благодаря чему обеспечивается нейтральная атмосфера для находящегося при высокой температуре графита, что предотвращает его выгорание. В результате добавки гелия увеличивается теплопроводность газовой смеси и улучшаются условия теплоотвода от графитовой кладки к теплоносителю внутри каналов. Газовая среда реактора служит также для вентиляции внутриреакторного пространства и для контроля целостности каналов. Откачка газа из реактора осуществляется из вваренных в верхнюю плиту проходок-стояков по индивидуальным импульсным трубкам, проложенным над верхней плитой. Газ в эти трубки поступает снизу кладки, проходя вдоль канала. В случае нарушения целостности канала газ увлажняется, что и определяется проводимым анализом влажности газа.

В вертикальные сквозные отверстия, образованные стояками нижней и верхней плит и отверстиями в графитовых колоннах, вставляются 1693 топливных канала и 179 каналов для стержней СУЗ реактора. Каналы представляют собой трубчатую конструкцию, состоящую из центральной, выполненной из циркониевого сплава части на высоте активной зоны, нижней и верхней концевых частей, выполненных из нержавеющей стали. К нижним частям каналов приварены трубопроводы для подхода в топливных каналах и для отвода в каналах СУЗ теплоносителя. Индивидуальные трубопроводы для отвода пароводяной смеси от каналов к сепараторам - пароводяные коммуникации диаметром 76 мм и толщиной стенки 4 мм образуют два ряда перед входом в каждый сепаратор. Между этими рядами установлены специ-

альные короба с биологической защитой, внутри которых перемещаются детекторы контроля герметичности оболочек твэлов.

Заключение. В целом для своего времени, реакторы типа РБМК являлись высокоэффективным типом реакторов, позволяющим выполнять план по производству электроэнергии. Однако, недостаточная осведомленность о внутри реакторных процессах (явление неравномерности термовыделения), а также разнообразные вариации систем защиты реакторов даже в пределах одного объекта, образует смешанное мнение об эксплуатационных возможностях данного типа реакторов. К сожалению, не взирая, на случаи аварий при эксплуатации реакторов, необходимые изменения в конструкцию внесены не были, соответственно и безопасность использования не была улучшена.

Литература: 1. Романенко, В. С. Некоторые вопросы физики РБМК / В. С. Романенко // Вопросы атомной науки и техники. – 1981. – Вып. 5 (128). – С. 8-16. 2. Шелегов, А. С. Физические особенности и конструкция реактора РБМК-1000 : учеб.пособие / А. С. Шелегов, С. Т. Лескин, В. И. Слободчук. – М. МИФИ, 2011. – 62 с.

ТЕЛЕЖЕНКОВ А.П., аспирант

Научный руководитель **Щукин М.В.**, канд. биол. наук, доцент
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии - МВА имени К.И. Скрябина», г. Москва, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ МИКОРИЗЫ НА КОЭФФИЦИЕНТЫ НАКОПЛЕНИЯ Cs-137 В *VACCINIUM MYRTILLUS* БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Введение. Авария на Чернобыльской АЭС 26 апреля 1986 г. привела к ухудшению экологической обстановки в лесных биоценозах Брянской области. Доминантным видом травянокустарничкового яруса брянских лесов является черника обыкновенная *Vaccinium myrtillus*. Черника обыкновенная - низкорослый кустарничек, высотой 10 - 50 см, цветет в мае. *V. myrtillus* широко применяются в медицинской и ветеринарной фармакологии. Актуальность работы обусловлена необходимостью изучения влияния разных концентраций искусственных радионуклидов на эколого-физиологические параметры природных популяций *V. myrtillus* в условиях радиоактивных загрязнений территорий РФ.

Цель исследования – изучить семенную продуктивность *V. myrtillus* в условиях радиоактивного загрязнения.

Материалы и методы исследований. Объект исследования - *V. myrtillus*. Для решения поставленных задач использовались современные методы исследования. Для представления полученных результатов в количе-