

2. Pustovalova, M. P. Solar energy [Electronic resource] / M. P. Pustovalova; Sci. adv. S. N. Chegrincev, T. G. Petrasheva
3. Казанов А. М. Резервирование теплоснабжения электрическими теплогенераторами / А. М. Казанов; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во НТЛ, 1999. — 148 с.: ил. — ISBN 5-89503-0505.
4. Сибикин, . Альтернативные источники энергии: . — Москва: РадиоСофт, 2014. — с.: ил. +. — . — Библиогр.: с. — Заказано в издательстве. — ISBN ***.
5. Гапоненко, С. А. Анализ схем электроснабжения с альтернативными источниками энергии / С. А. Гапоненко // Энергетика: экология, надежность, безопасность: Труды четвертого Всероссийского студенческого научно-практического семинара, Томск, 24-26 апреля 2002 г. / Томский политехнический университет; Электротехнический институт; Региональный центр энергосбережения. — Томск: Изд-во ТПУ, 2002. — С. 9-12.
6. Энергосбережение. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Альтернативные виды топлива : каталог 00.40.01 - 02 / Институт промышленного развития "Информэлектро"; сост. Э. Л. Бондаренко; Н. В. Высоколова. — Москва: Информэлектро, 2002. — 36 с.: ил. — ISBN 5-7801-0200-7.

Разработка технологических решений демонтажных работ при выводе из эксплуатации ПУГР АВ-1 ФГУП «ПО МАЯК»

Гришин А.А, Гуралёв С.С.
artgrishin@tpu.ru

*Научный руководитель: к.ф.-м.н., Шепотенко Н.А., ООО «Ап Кварк»
Национальный исследовательский Томский Политехнический Университет*

На сегодняшний день, вывод из эксплуатации объектов использования атомной энергии (ВЭ ОИАЭ) является одной из наиболее актуальных задач современной атомной энергетики. В настоящее время в РФ заканчивается эксплуатационный срок уран-графитовых реакторов (УГР), в связи с чем разрабатываются концепции по выводу из эксплуатации. Каждая концепция подразумевает приведение ОИАЭ в радиационно-безопасное состояние. Для достижения этой цели необходим конструктивный подход к решению проблем, возникающих при выводе из эксплуатации реакторной установки (РУ). Одной из основных проблем является образование значительного объема радиоактивных отходов (РАО), возникающих в процессе ВЭ.

Промышленный уран-графитовый реактор АВ-1 введен в эксплуатацию на химическом комбинате «Производственное объединение «МАЯК» в 1950г. ПУГР АВ-1 размещен на площадке 1 завода 23, расположенной в центре территории ФГУП «ПО «Маяк», в здании 301 (рисунок 1). ПУГР АВ-1 являлся одноцелевым прямоточным гетерогенным канальным реактором на тепловых нейтронах, предназначенным для наработки изотопной продукции. Здание 301 зонировано на 10 отметок (от -53,300м до +12,800м) производственного назначения. Останов реактор был произведен в августе 1989г.

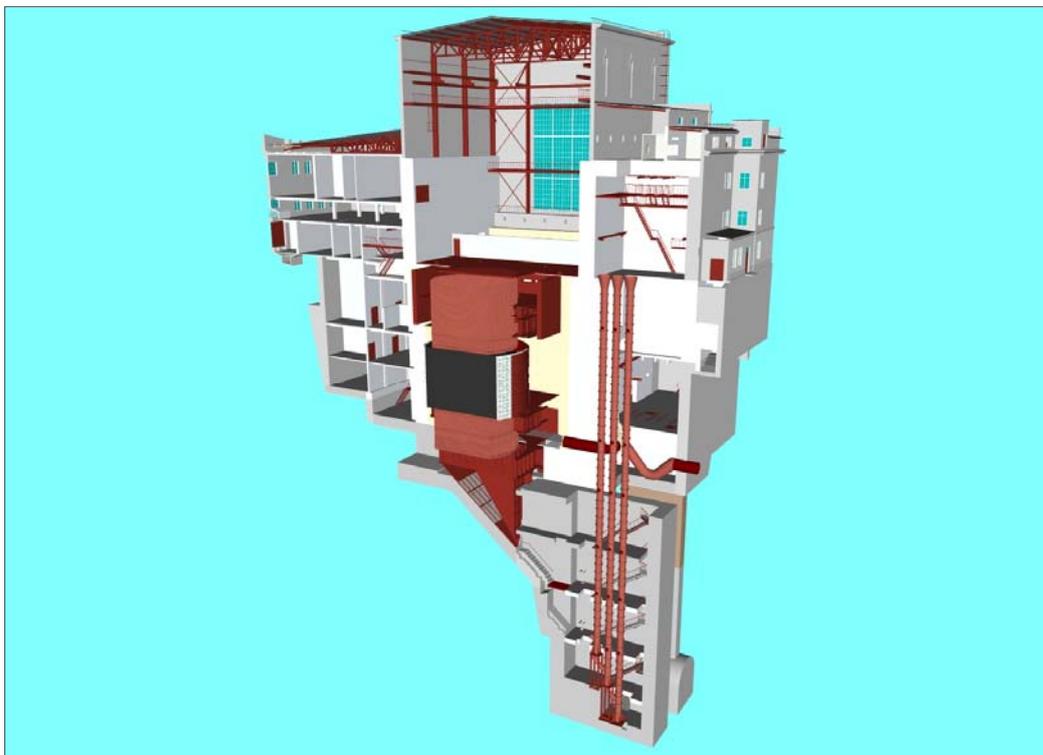


Рисунок 1. Продольный разрез реакторной части здания 301

Принятым вариантом ВЭ ПУГР АВ-1 является конечное состояние объекта — создание пункта долговременного хранения (ПДХ) РАО на месте размещения реакторной установки в пределах шахты реактора. Данное решение обосновывается следующими факторами: сложные гидрогеологические условия, исходя из которых возможна миграция радионуклидов через барьерный и дренажный материал, в случае окончательной изоляции на месте; хранение РАО в шахте РУ позволит однозначно контролировать уровень грунтовых вод в здании 301; возможность принятия любого из конечных вариантов вывода из эксплуатации, в процессе реализации проекта по созданию ПДХ.

При проектировании ВЭ ПУГР АВ-1 была произведена оценка объемов РАО, образующихся в результате демонтажа инженерно-технических систем и оборудования. Получено, что при ВЭ образуется около 3 тыс. м. куб. РАО, Приведенный объем РАО не включает в себя компоненты РУ, такие как замедлитель (графитовые блочки), отработавшее ядерное топливо (далее ОЯТ), теплоноситель, экранированная защита и т.д.

Ввиду возраста РУ, частичное отсутствие документации по используемому оборудованию не позволяет провести расчеты объемов РАО, возникающих в процессе демонтажа оборудования, поэтому возникает необходимость в создании модели дистанционной оценки для инженерно-физических и математических расчетов объемов образующихся в результате вывода из эксплуатации РАО. Оценка количества РАО непосредственно на объекте — это сложно-технический и радиационно-опасный процесс. Сложность объясняется количеством времени,

необходимого для объективной оценки демонтируемого элемента, трудностью корректировки выполненных измерений в случае необходимости, а также внутренним распорядком предприятия. Согласно НРБ-99[2], пребывание персонала группы «А», ограничено годовой дозой в 100 мЗв/год, поэтому ввиду особенностей оборудования и инженерно-технических систем и неоднородности радиоактивного загрязнения выполнение оценки объемов РАО на месте имеет трудоемкий характер.

Для проведения количественной оценки образующихся РАО в процессе демонтажа оборудования и инженерно-технических систем и сооружений была разработана и применена модель дистанционной оценки. Модель позволяет оценить геометрические параметры демонтируемых элементов, условия их транспортирования до контейнера и количество упаковочного материала. Модель позволяет заполнить перечень демонтируемых элементов в разрезе помещений на всех отметках здания 301. Исходными данными являются сферические панорамные снимки актуального состояния помещений, в различных его точках, которые предоставляют возможность наблюдать полную картину, не находясь на объекте.

В результате работы проведена оценка объемов РАО по видам, конструкционным особенностям и способам выполнения демонтажных работ. В процессе анализа необходимых демонтажных работ сформированы основные технологические решения по демонтажу оборудования и инженерно-технических систем в соответствии с их видами и конструкционными особенностями.

Данные, полученные в результате применения модели дистанционной оценки, а именно массо-габаритные параметры, классификация элементов по назначению и применению, а также учет особенностей локальной концепции по ВЭ ПУГР АВ-1, позволили спроектировать инженерные решения для демонтажных работ. Было разработано 12 последовательных технологических процессов (ТП). Последовательность процессов объясняется выбранной стратегией проведения демонтажных работ, а именно рациональной схемой «очистки» помещений, и транспортирования образующихся РАО на отметку 0.000м. Каждый технологический процесс содержит необходимые требования и перечень оборудования для выполнения конкретного вида работ.

ТП-1 Демонтаж крупногабаритного оборудования выполняется для устройств инженерных сетей, габаритные параметры которых не позволяют выполнить сбор, сортировку и упаковку, а также транспортирование предметов и элементов без фрагментации. К таким элементам относятся: крупногабаритные насосы и электродвигатели, части каркасных конструкций, токарные и фрезерные станки, запорные механизмы ТВС, а также другие предметы и элементы, масса и габаритные параметры одной единицы которых, в совокупности не менее чем 250кг и 1×0,5×0,5м соответственно.

ТП-2 Демонтаж малогабаритного оборудования и элементов металлических конструкций выполняется для предметов, габаритные размеры которых подразумевают размещение в контейнер целиком без фрагментации. К таким предметам относятся: запорная арматура, приводы запорной арматуры, малогабаритные насосы, контрольно-измерительные приборы, металлические элементы опор и подвесов трубопроводов, части металлических каркасных конструкций. Выбор способа демонтажа металлических конструкций определяется стесненностью помещения и оценкой дозовой нагрузки на персонал в зоне проведения работ.

ТП-3 Демонтаж крупногабаритных элементов инженерных сетей выполняется для трубопроводов любого назначения с внешним диаметром от 300 мм. Работы проводятся методом дистанционной резки. Данная процедура обуславливается необходимостью защиты персонала от возможного воздействия радиоактивных аэрозолей, образующихся в процессе демонтажа.

ТП-4 Демонтаж малогабаритных элементов инженерных сетей выполняется для трубопроводов любого назначения с внешним диаметром до 300 мм.

ТП-5 Демонтаж электрооборудования выполняется для силовых щитов, трансформаторных подстанций, приборов освещения, вне зависимости от их габаритных параметров. В случае невозможности размещения в обусловленной упаковке целиком, дополнительно проводится фрагментация элементов. Технологический процесс проводится после подтверждения обесточивания демонтируемого электрооборудования.

ТП-6 Демонтаж кабельных сетей проводится для всех участков сети электроснабжения здания 301.

ТП-7 Снятие пластикового покрытия полов осуществляется после выполнения основных отхообразующих работ, для наименьшего загрязнения бетонного настила радиоактивными веществами.

ТП-8 Фрагментация является вспомогательным процессом и выполняется для крупногабаритных предметов и элементов, а также элементов электрооборудования, если их габаритные размеры не позволяют выполнить размещение в упаковке целиком или транспортирование в пределах здания 301.

ТП-9 Сбор, сортировка и упаковка малогабаритных предметов и элементов выполняется вручную непосредственно в месте проведения работ по демонтажу и фрагментации оборудования и инженерных сетей, дезактивации строительных конструкций. Процесс включает в себя непосредственное удаление предметов и элементов, не превышающих размеры контейнера и не требующих дополнительной фрагментации. Такими предметами и элементами могут являться: фрагменты демонтированного оборудования и инженерных сетей, обрезки кабеля, малогабаритные приборы, строительный мусор, фрагменты строительных покрытий, использованные средства индивидуальной защиты, инструменты и их расходные материалы.

ТП-10 Сбор, сортировка и упаковка крупногабаритных предметов и элементов конструкций выполняется в отношении демонтированных крупногабаритных частей оборудования и строительных конструкций, относящихся к РАО. Для ограничения распространения радиоактивного загрязнения в пределах здания 301 при внутренних перемещениях крупногабаритных РАО, производится их упаковка. Для упаковки крупногабаритных РАО применяется полиэтиленовая пленка. Упаковка производится на месте выполнения демонтажных работ.

ТП-11 Обращение с упакованными РАО включает в себя: дезактивацию поверхности упаковки, погрузку упакованных РАО на транспортную тележку, радиометрический контроль поверхности упаковки, транспортирование РАО до перегрузки в упаковочный крупнотоннажный контейнер. Транспортирование упакованных РАО выполняется кратчайшими маршрутами внутри каждой отметки до шахты перегрузки.

ТП-12 Демонтаж воздухопроводов выполняется для трубопроводов, используемых для циркуляции воздуха в пределах здания 301. Последовательность выполнения работ обусловлена необходимостью работы вентиляции в процессе демонтажа.

Использование сферических панорамных снимков позволяет оперативно корректировать состав решений и внести изменения в технологические процессы демонтажных работ на стадии проработки проекта по ВЭ ПУГР АВ-1.

В процессе проектирования был применен ресурсоэффективный подход к оптимизации сложно-технических и трудоемких процессов, необходимых для решения задачи ВЭ ОИАЭ. В результате работы определен количественный объем демонтажных работ, объем РАО, образующихся вследствие их проведения, разработаны технологические решения демонтажа инженерно-технических систем и оборудования, сокращены расходы на пребывание персонала в зоне проведения работ. Метод использования дистанционной оценки увеличил скорость выполнения технического задания, поскольку отсутствует необходимость придерживаться внутреннего распорядка предприятия, выполняя работу в удобное для персонала время. Разработанный метод позволил значительно повысить радиационную безопасность в ходе проведения оценки.

Приведенные в работе технологические решения выполнены в рамках проектирования ВЭ ПУГР АВ-1 «ПО МАЯК». Основываясь на результатах работы, методы оценки объемов РАО и разработки технологических процессов, можно применять на других предприятиях, использующих промышленные, энергетические и исследовательские РУ.

Список используемых источников:

1. Былкин Б.К., Енговатов И.А. Вывод из эксплуатации реакторных установок. – М.: Наука и образование 2014. -228 с.
2. Кузнецов В.М. Вывод из эксплуатации объектов ядерной энергетики – Российский зеленый крест, Москва, 2003. -137 с.
3. СанПин 2.6.1.2523-09 «Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009)»
4. Федеральный закон от 11 июля 2011 г. N 190-ФЗ «Об обращении с радиоактивными отходами и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации»
5. НП 019-2000 от 27 сентября 2000г «Сбор, переработка, хранение и кондиционирование жидких радиоактивных отходов. Требования безопасности»

Альтернативные технологии получения энергии

Громилова О.В., Мустафина А.Р., Косицын А.А.
Lelincka@gmail.com

*Научные руководители: Злобина И.В., Мирошкин А.Г.
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования «Саратовский государственный
технический университет имени Гагарина Ю.А.»*

В настоящее время активно используются традиционные способы получения энергии, реализующиеся с помощью атомных электростанций (АЭС), теплоэлектростанций (ТЭС), гидроэлектростанций (ГЭС), однако запасы