

УДК 621.311.25

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА НА АЭС С РЕАКТОРАМИ ВВЭР

Исаев М.Ш., Бычкова Д.Н.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Качан С.А.

Атомные электростанции – филиалы ОАО «Концерн Росэнергоатом», являясь современными предприятиями динамично развивающейся ядерной энергетики России, имеют высокий уровень техники и технологии, организации и культуры труда. На многих из них эксплуатируются водо-водяные энергетические реакторы корпусного типа с водой под давлением (ВВЭР), – аналогичные сооружаемым на Белорусской АЭС (рисунок 1) [1].



Рисунок 1 – Физический пуск блока № 4 ВВЭР-1000 Калининской АЭС в 2011 г.

Рассмотрим некоторые направления работ по увеличению производства энергии, снижению эксплуатационных расходов, повышению надежности и экономической эффективности АЭС для обеспечения их конкурентоспособности на энергетическом рынке.

Повышение тепловой мощности реакторов и эксплуатация их в циклах длительностью 18–24 месяца – это общепринятая тенденция в мировой практике.

С 2006 года она реализуется и на российских энергоблоках.

Повышение энерговыработки на энергоблоках АЭС с ВВЭР-1000 достигается за счет повышения мощности блоков до 104 % от нормативной ($104 \%N_{\text{норм}}$) и выше, а также перехода на эксплуатацию блоков в 18-месячном топливном цикле (рисунок 2) [1].

После плановой ремонтной компании 2011 г. длительность работы топливных загрузок ВВЭР-1000 блоков № 1, 2 и 3 Калининской АЭС составила 325, 435 и 467 эффективных суток, блоков № 2 и 1 Ростовской АЭС – 309 и 433 эффективных суток соответственно [1].

В процессе реализации программы по увеличению энерговыработки на АЭС с ВВЭР был выполнен большой комплекс мероприятий по модернизации систем и оборудования.

Приоритетным способом улучшения использования топлива на АЭС с ВВЭР-1000 является поэтапное увеличение загрузки урана в тепловыделяющие сборки (ТВС). Увеличение объема топлива в ТВС в существующих габаритах активной зоны осуществляется двумя способами: за счет увеличения высоты топливного столба при сохранении габаритных размеров кассеты и изменения геометрических характеристик

топливных таблеток (увеличение наружного диаметра и уменьшение или исключение центрального отверстия).

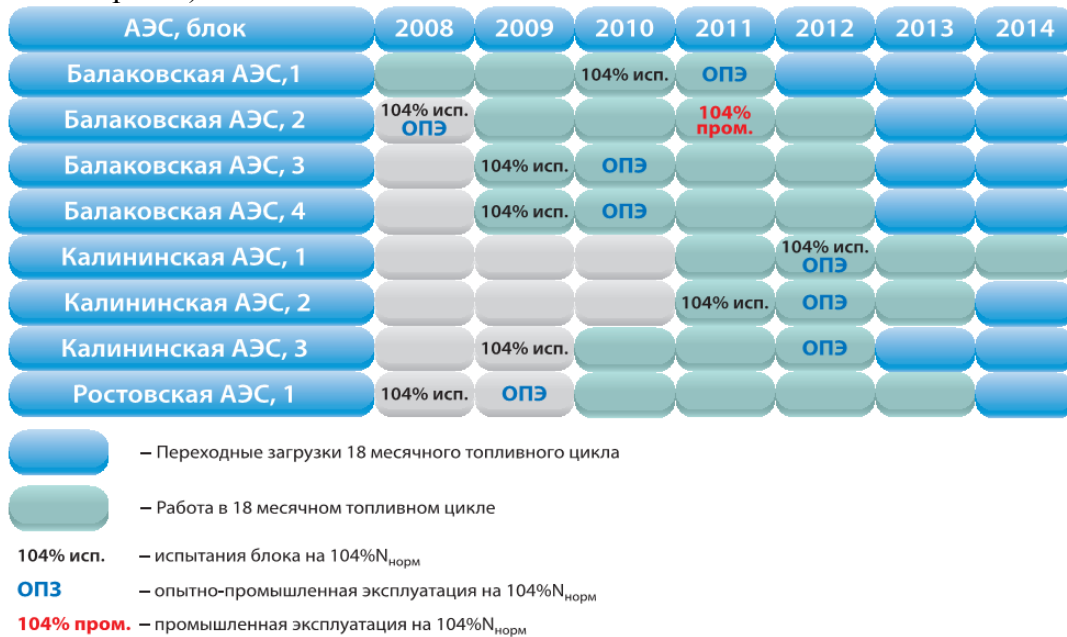


Рисунок 2 – График перевода энергоблоков ВВЭР-1000 на работу с повышенной мощностью в 18-месячном топливном цикле

На Калининской и Ростовской АЭС прошли опытную эксплуатацию технические решения по модернизации ТВС [2, 3]. В настоящее время на энергоблоках Ростовской АЭС эксплуатируются ТВС-2 М с увеличенным на 150 мм от базового аналога топливным столбом, что позволило обеспечить реализацию топливного цикла 3 x 18 мес. в условиях мощности АЭС 104 % от номинальной. На энергоблоках №№ 2 и 3 Калининской АЭС с 2010 г. эксплуатируются ТВСА-PLUS, имеющие унифицированный с ТВС-2М топливный пучок с увеличенным на 150 мм топливным столбом и обеспечивающие аналогичные условия эксплуатации. Загрузка урана в ТВС-2М и ТВСА-PLUS увеличена примерно на 6 % в сравнении с базовыми вариантами. На энергоблоке № 1 Калининской АЭС с 2006 г. в пятигодичном топливном цикле эксплуатируются ТВСА-АЛЬФА с увеличенной ураноемкостью за счет применения твэлов с топливными таблетками без центрального отверстия. Загрузка урана в ТВСА-АЛЬФА в сравнении с ТВСА увеличена на ~ 10 %.

Новые ТВС (рисунок 3) позволяют достигать весьма высоких выгораний ядерного топлива, что повышает экономическую конкурентоспособность действующих энергоблоков и ядерной энергетики в целом.

Внедрение модернизированных ТВС требует решения комплекса проблем, связанных с хранением и вывозом отработавшего ядерного топлива (ОЯТ): обеспечение вывоза отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) с большой глубиной выгорания и высоким остаточным энерговыделением.

Также требуются обоснование безопасности реакторной установки при работе на повышенной мощности, разработка и внедрение мероприятий по модернизации другого оборудования для работы в условиях увеличенной мощности и удлиненного топливного цикла, в том числе обеспечение надежной работы электрического генератора.

Кроме того, переход на 18-месячную топливную кампанию, следовательно, на 18-месячный межремонтный период входит в противоречие с некоторыми действующими нормами и правилами, которые, необходимо пересмотреть и привести в соответствие с изменяющимися требованиями.

Увеличению коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) и повышению энерговыработки на действующих энергоблоках способствуют и другие мероприятия. Например, применение на Калининской АЭС современной мобильной

установки UWF-120-4 для очистки воды бассейнов выдержки и перегрузки топлива на энергоблоке № 3 обеспечивает эффективную очистку воды этих бассейнов, позволяя сократить время на выполнение операций по очистке воды примерно в 4 раза.

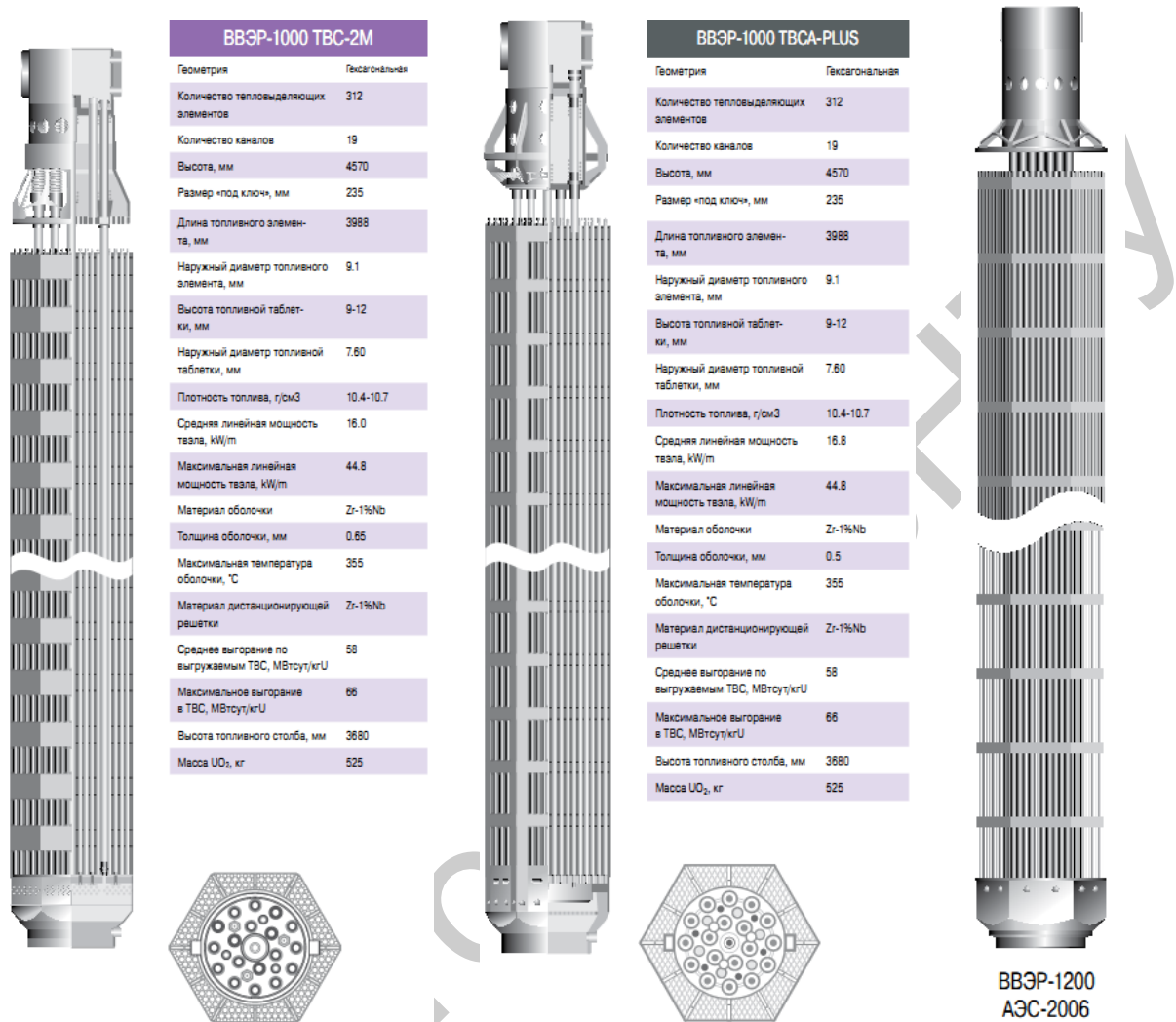


Рисунок 3 – Перспективные решения по ТВС ВВЭР

В 2010–2011 гг. на блоке № 3 Калининской АЭС и блоках №№ 3, 4 Нововоронежской АЭС внедрен этанол-аминовый водно-химический режим (ВХР) второго контура [1]. Дозирование этанол-амин позволяет снизить скорость коррозии конструкционных материалов во втором контуре, в несколько раз уменьшить вынос продуктов коррозии, что в свою очередь приводит к снижению в несколько раз скорости накопления шлама в парогенераторах, обеспечивает его надежную работу и долговечность. Исключение необходимости выполнять химическую отмывку парогенераторов каждые 4 года существенно снижает эксплуатационные расходы и сроки ППР [1].

Литература

1. Ю. Марков. Сплав молодости и опыта / Ежемесячный журнал атомной энергетики России «Росэнергоатом». – 2011. – № 11. – С. 34–37 (www.rosenergoatom.info)
2. П. Лавренко. Повышая надежность и ресурс: ядерное топливо для реакторов ВВЭР и РБМК. / Ежемесячный журнал атомной энергетики России «Росэнергоатом». – № 10. – 2011. – С. 14–17 (www.rosenergoatom.info)
3. А. Сальников. В начале большого пути / Ежемесячный журнал атомной энергетики России «Росэнергоатом». – № 2. – 2012. – С. 34–39 (www.rosenergoatom.info).