

АНАЛИЗ ДИНАМИКИ ПОСТУПЛЕНИЯ ВОДОРОДА В НАТРИЙ ВТОРОГО КОНТУРА ПОСЛЕ ЗАМЕНЫ МОДУЛЕЙ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ ЭНЕРГООБЛОКА БН-600

Ю.В. Носов, Г.Н. Цыганков, А.И. Карпенко, А.А. Кузнецов

Белоярская АЭС, г. Заречный



Представлена методика расчета скорости поступления водорода в натрий второго контура энергоблока БН-600 на основе концентрации водорода в контуре и параметров работы системы очистки. Путем анализа полученных результатов определены источники и механизм поступления водорода во второй контур после замены модулей парогенераторов в рамках работ по продлению срока эксплуатации энергоблока БН-600 Белоярской АЭС. Дан прогноз ожидаемых скоростей поступления водорода после предстоящих замен модулей парогенераторов.

Ключевые слова: парогенератор, замена, модуль, натрий, очистка, водород.

Key words: steam generator, replacement, steam generator heat exchanger, sodium, purification, hydrogen.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

Дальнейшее развитие атомной энергетики связано с решением нескольких основных проблем – сырья, РАО и ОЯТ. Для решения этих задач необходимо развитие реакторов на быстрых нейтронах, которые могут нарабатывать топливо и дожигать накопленные атомными станциями отходы. Правильность выбора такой стратегии развития атомной энергетики и ее возможность подтверждает опыт эксплуатации реактора БН-600, который надежно работает на Белоярской АЭС уже 30-й год. За это время реактор продемонстрировал высокие показатели по безопасности и надежности работы. Были успешно решены поставленные при его создании задачи: длительные ресурсные испытания крупногабаритного оборудования, работающего в натрии; освоение натриевой технологии; отработка и совершенствование режимов эксплуатации; освоение технологии замены и ремонта натриевого оборудования, включая насосы и парогенераторы.

Максимальный коэффициент использования установленной мощности (КИУМ), достигнутый на энергоблоке БН-600 83,5%, средний КИУМ (медиана) – 75,7%. Период эксплуатации энергоблока БН-600 в режиме выработки электроэнергии превысил периоды эксплуатации всех, когда-либо действовавших аналогичных крупных реакторных установок и достиг ~ 200 тысяч часов. За это время выработано более 100 млрд. кВт·ч.

© Ю.В. Носов, Г.Н. Цыганков, А.И. Карпенко, А.А. Кузнецов, 2009

Успешная эксплуатация энергоблока БН-600 позволила начать работы в обоснование продления его расчетного срока службы с 30 до 40–45 лет.

В рамках продления сроков эксплуатации (в числе предусмотренных программой работ по замене оборудования, выработавшего свой ресурс) особняком – и по объему, и по сложности – стоит замена модулей парогенераторов ПГН-200М. Весной 2007 г. года заменены четыре испарительных, два основных и два промежуточных пароперегревательных модуля парогенератора 5-й петли; в 2008 г. – шесть полных секций парогенератора петли №4 (18 модулей в общей сложности); весной 2009 г. года планируется замена 23 модулей парогенератора петли № 6. Всего же в рамках программы подготовки блока к продлению срока эксплуатации предстоит заменить все 72 модуля всех трех парогенераторов блока.

Подобные по масштабу и характеру работы велись только при монтаже третьего блока Белоярской АЭС в 1970-х годах, и в условиях его промышленной эксплуатации выполняются впервые. Причем при пусконаладочных работах и освоении мощности подъем параметров БН-600 не был лимитирован по длительности, в настоящее же время продолжительность пуска жестко ограничена планом выработки электроэнергии, сроками ремонта и графиком несения сетевой нагрузки.

В таких условиях острее проявляют себя процессы, возможно, носившие не столь выраженный характер при вводе блока в эксплуатацию. В частности, при пусках блока и последующей работе на мощности после замены модулей в 2007 и 2008 гг. были отмечены высокое поступление и, как следствие, концентрация водорода в натрии соответственно 5-й и 4-й петель. Учитывая, что концентрация водорода во втором контуре в 0,35 ppm, согласно действующей эксплуатационной документации, считается признаком межконтурной течи парогенератора, особенно важно однозначно установить источники и механизм поступления водорода во второй контур, а также оценить возможные скорости его поступления после проведения замен модулей в будущем.

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ СИСТЕМ И ОБОРУДОВАНИЯ

Источником тепла блока № 3 Белоярской АЭС является реактор БН-600 тепловой мощностью 1470 МВт. «Горячий» натрий, выходящий из активной зоны и зоны воспроизводства поступает в верхнюю смесительную камеру и далее на вход шести (по два на петлю) промежуточных теплообменников (ПТО), где отдает тепло натрию второго контура. Из ПТО «горячий» натрий второго контура поступает в раздающий коллектор ПГ, затем снизу-вверх в межтрубное пространство основных и промежуточных пароперегревательных модулей, откуда по переливным трубопроводам попадает в межтрубное пространство испарительных модулей парогенератора. После испарителей теплоноситель поступает в «холодный» коллектор, затем в буферную емкость и всасывающий коллектор главного циркуляционного насоса второго контура (ГЦН-2), откуда вновь нагнетается в ПТО соответствующей петли. На рис. 1 представлена конструкция секции парогенератора ПГН-200М.

В составе оборудования второго контура предусмотрены четыре бака запаса натрия, предназначенные для аварийного слива теплоносителя одной из петель, хранения запаса натрия для расхолаживания низов испарителей при подключении петли на работающем блоке, а также компенсации изменений объема натрия в петлях при изменении температуры.

Очистка натрия второго контура от примесей осуществляется холодными фильтрами-ловушками (ФЛ), которых имеется по две на петлю циркуляции. Натрий подается на очистку с напора и возвращается во всасывающий коллектор ГЦН-2 соответствующей петли. Принцип очистки заключается в охлаждении натрия до температуры несколько ниже температуры насыщения при имеющейся концентрации

примесей в контуре и улавливания выпавших кристаллов примесей в зонах фильтрации, охлаждения и отстойника. Существующая технологическая схема позволяет подключать ФЛ одной петли на очистку натрия любой другой петли циркуляции, а также баков запаса второго контура.

Параллельно каждой паре ФЛ подключена петля индикации примесей, состоящая из теплообменника, вентилятора и пробкового вентиля-индикатора. Вентиль-индикатор представляет собой обыкновенный запорный вентиль, на клапане которого прорезаны канавки определенной ширины и глубины. Контроль содержания примесей осуществляется путем снижения температуры циркулирующего через петлю индикации натрия до начала падения расхода через нее, что говорит о высаживании примеси в канавках закрытого вентиль-индикатора. Соответствующая температура называется температурой за- бивания и позволяет судить о концентрации примесей в натрии.

Для контроля межконтурной плотности парогенератора по изменению концентрации водорода в натрии в составе каждой петли циркуляции по второму контуру предусмотрены восемь автоматических индикаторов водорода ИВА – по одному на каждую секцию парогенератора. Датчик водорода представляет собой никелевую мембрану толщиной 0,25 мм. Внешняя поверхность мембраны омывается натрием, внутренняя полость вакуумируется магниторазрядным насосом. В полости насоса под действием напряжения в 4,5 кВ происходит ионизация проникающего через мембрану водорода. Образовавшиеся в результате протоны перемещаются к титановым катодным пластинам, создавая ток через электронную измерительную схему. Отбор натрия на индикаторы водорода осуществляется с выхода из испарительных модулей.

ВЕРОЯТНЫЕ ИСТОЧНИКИ ПОСТУПЛЕНИЯ ВОДОРОДА В НАТРИЙ ВТОРОГО КОНТУРА

Источники поступления водорода в натрий второго контура можно разбить на две принципиально разные категории. К первой из них можно отнести водородо-содержащие химические соединения, имевшиеся в контуре до заполнения его

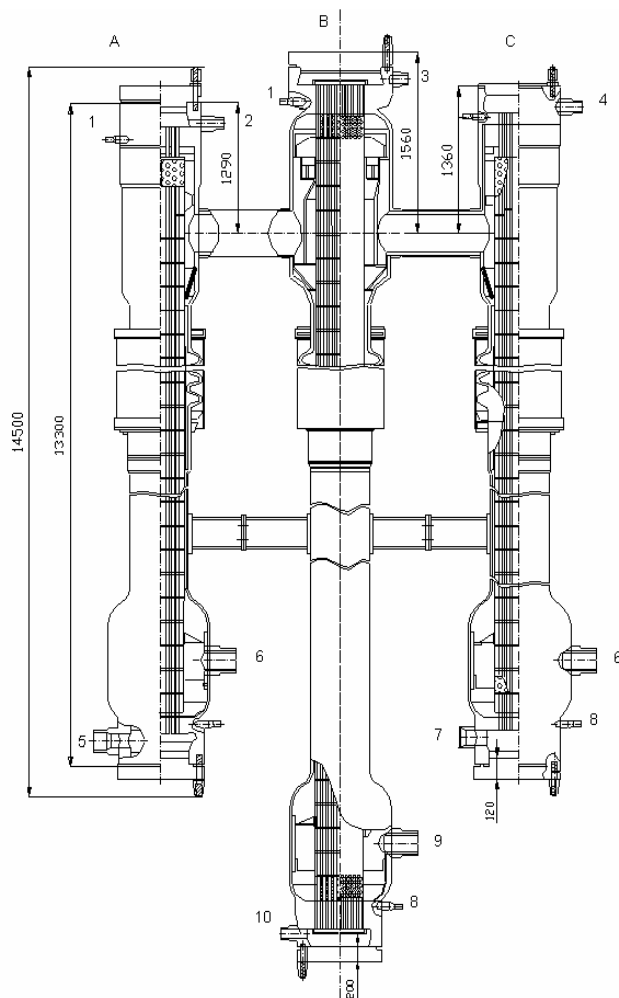


Рис. 1. Секция парогенератора ПГН-200М

натрием по окончании ремонтных работ. Сюда входят продукты взаимодействия остатков теплоносителя с воздухом, проникающим во внутренние полости оборудования при производстве работ с его вскрытием по второму контуру. Несмотря на осуществление ряда доказавших свою эффективность мер для минимизации такого взаимодействия количество водорода, поступившего во второй контур с атмосферной влагой, может оказаться существенным. Другим источником водорода этой категории являются загрязнения поверхностей вновь устанавливаемого оборудования, вызванные технологией его изготовления, качеством консервации, обращением перед монтажом в контур. Так при проведении предмонтажной подготовки двух испарительных модулей в феврале 2008 г. на их внутренних поверхностях обнаружены явно видимые отложения продуктов коррозии и нефтепродуктов. Учитывая, что технология очистки внутренних поверхностей модулей парогенератора в условиях Белоярской АЭС к настоящему времени не разработана, единственным доступным способом удаления таких загрязнений признан их смыв натрием после монтажа в контур.

Ко второй категории можно отнести смежные с натриевым оборудованием водородосодержащие технологические среды. В отсутствие протечек масла через уплотнения ГЦН, межконтурных течей парогенератора и при надлежащем качестве защитного газа основным источником водорода этой категории является его диффузия со стороны третьего контура. В нормальных условиях скорость поступления водорода в натрий второго контура составляет 5–10 г/сут.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА

Изменение массы некоторой примеси в контуре в общем случае можно описать следующим соотношением:

$$\partial m_{\kappa} = \partial m_{\text{вн}} - (\partial m_{\text{фл}} - \partial m'_{\text{фл}}), \quad (1)$$

где ∂m_{κ} – изменение массы примеси в контуре, г; $\partial m_{\text{фл}}$ – масса примеси, уносимая с расходом теплоносителя на систему очистки, г; $\partial m'_{\text{фл}}$ – остаточная масса примеси, возвращаемая в контур после очистки на ФЛ, г; $\partial m_{\text{вн}}$ – изменение массы примеси, обусловленное другими, внутренними или внешними процессами.

Переходя от масс к массовым концентрациям ($M \partial C = \partial m_{\text{вн}} - (C - C') G \partial \tau$) и расходам, получим

$$\frac{\partial m_{\text{вн}}}{\partial \tau} = M \frac{\partial C}{\partial \tau} + (C - C') G, \text{ г/сут}, \quad (2)$$

где M – масса теплоносителя в контуре, г; C и C' – концентрации примеси в контуре и теплоносителя, возвращаемом после очистки, ppm; G – расход натрия на очистку, г/сут; τ – время, сут.

Как видно, скорость поступления водорода во второй контур $\left(\frac{\partial m_{\text{вн}}}{\partial \tau} \right)$ нетрудно посчитать, используя показания индикаторов водорода ИВА, данные по расходу натрия через ФЛ, и полагая C' равной концентрации водорода в насыщенном растворе в натрии при температуре на выходе из фильтров-ловушек.

Все перечисленные параметры регистрируются штатными измерительными приборами и хранятся в базе данных вычислительной сети Белоярской АЭС. Для расчетов используются усредненная концентрация водорода по ИВА петли, расходы на общем выходе и температуры натрия после подключенных к петле филь-

тров-ловушек. $\frac{\partial C}{\partial \tau}$ вычисляется как разность между последовательными значениями усредненной концентрации водорода по ИВА, деленная на интервал времени

между моментами регистрации соответствующих параметров в вычислительной сети.

Обмен натрия в 5-й петле на натрий из баков запаса второго контура 14 – 15 мая 2007 г. представлен подключением к петле абстрактной фильтр-ловушки с температурой на выходе 130°C и расходом, равным объему обмена, деленному на его продолжительность (пример – см. ниже).

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ

На основе описанной выше модели получены данные по скоростям поступления водорода в натрий второго контура в предпусковые периоды, при пусках и при работе блока на мощности после замены модулей парогенераторов в 2007 и 2008 гг. При анализе поступления водорода в натрий второго контура будем исходить из того, что водород может поступать из двух источников:

- за счет растворения поверхностных загрязнений вновь установленных модулей, а также продуктов взаимодействия натрия с влагой воздуха, попавшего в полости ПГ по стороне второго контура при ремонтных работах;
- за счет диффузии со стороны третьего контура.

Известно, что интенсивность протекания обоих процессов заметно растет с повышением температуры. Так скорость перехода некоторого вещества в раствор определяется соотношением

$$\frac{\partial C}{\partial \tau} = KF(C_{\text{нас}} - C)^m, \text{ г/сут}, \quad (3)$$

где C – концентрация вещества в пограничном слое раствора, ppm; $C_{\text{нас}}$ – концентрация насыщения при данной температуре, ppm; F – эффективная площадь поверхности твердой фазы, м²; K – константа скорости реакции растворения; m – порядок реакции растворения.

И K , и $C_{\text{нас}}$ экспоненциально растут с повышением температуры. Однако при постоянной температуре и $C \ll C_{\text{нас}}$ скорость процесса определяется исключительно эффективной площадью поверхности F . При этом характер изменения площади поверхности (за счет растворения) зависит от ее геометрии. Площадь вогнутой поверхности будет расти, выпуклой – уменьшаться.

В [1] обобщены результаты многих исследований водородопроницаемости сталей. В [2] сделан вывод, что источником поступления водорода в натрий второго контура при химпромывках и пусках блока № 3 Белоярской АЭС являются коррозионные процессы со стороны третьего контура.

Согласно [1] «...проницаемость водорода через металлы определяется скоростью самого медленного из следующих процессов: поверхностной адсорбции и десорбции, растворения водорода в области, прилегающей к поверхности, собственно диффузии водорода в металле...», причем растворимость водорода в сталях пропорциональна корню квадратному из давления – или, по существу, концентрации – молекулярного водорода. Согласно [2] поток водорода во второй контур со стороны третьего контура пропорционален корню квадратному из скорости коррозии.

Отметим, однако, что скорость коррозии в этой работе вычислялась как линейная функция концентрации молекулярного водорода в теплоносителе третьего контура, и, таким образом, коррозионное происхождение водорода принимается априори. Тем не менее, приведенные в работе практические данные свидетельствуют о том, что скорость поступления водорода во второй контур при химпромывках и пусках блока определяется концентрацией водорода на стороне третьего контура.

Отметим также, что и скорость коррозии, и водородопроницаемость сталей экспоненциально растут с повышением температуры.

Как видно из вышеизложенного, определение источников водорода по характеру изменения скорости его поступления во второй контур с температурой или во времени было бы затруднительно, поскольку и при растворении поверхностных загрязнений, и при диффузии скорость процесса зависит от температуры схожим образом, а при постоянной температуре может меняться как за счет изменения площади загрязненной поверхности в первом случае, так и за счет торможения коррозионных процессов по причине образования на поверхности металла защитных оксидных пленок – во втором.

Однако в случае растворения поверхностных загрязнений, скорость поступления водорода во второй контур при прочих равных условиях будет пропорциональна площади их контакта с натрием, а в случае коррозионного происхождения водорода – площади контакта теплообменной поверхности вновь установленных модулей с водой.

На рис. 2 представлены графики скоростей поступления водорода в натрий второго контура пятой и четвертой петель при пуске и работе блока на мощности после замены модулей парогенераторов в пересчете на один вновь установленный испаритель. Ноль временной шкалы соответствует достижению блоком рабочих параметров. Как видим, за исключением пускового периода и примерно трех суток по завершении пусковых операций эти скорости совпадают. Следовательно, в долгосрочной перспективе поступление водорода в натрий в обоих случаях определялось коррозионными процессами со стороны третьего контура.

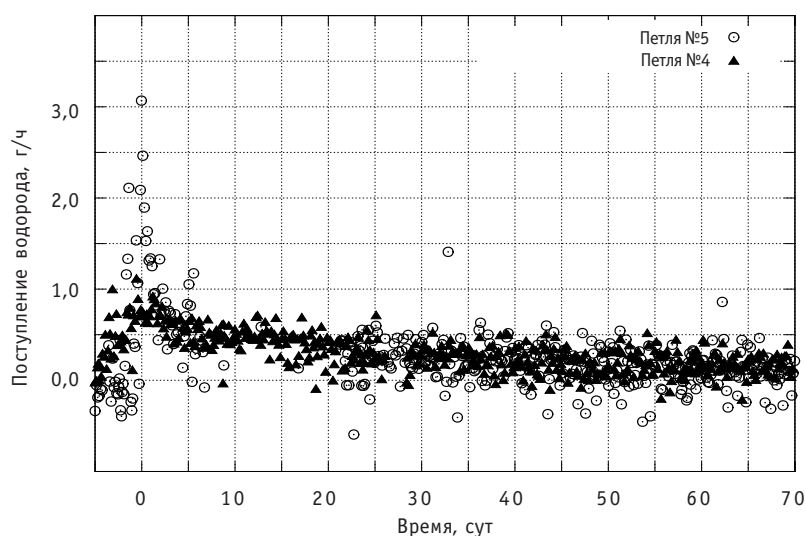


Рис. 2. Скорости поступления водорода в натрий второго контура пятой и четвертой петель после замены модулей парогенераторов в пересчете на один вновь установленный испаритель. Ноль временной шкалы соответствует достижению блоком рабочих параметров

Остается понять причины значительной (до трех раз) разницы в скоростях поступления водорода в натрий второго контура четвертой и пятой петель при пусках блока. В связи с этим необходимо отметить некоторые важные факты.

1. В весенний ремонт 2007 г. была произведена замена двух полных секций и двух испарителей парогенератора петли №5. Весной 2008 г. заменены модули шести секций парогенератора четвертой петли.

2. В обоих случаях при заполнении ПГ по второму контуру проводилось «ополаскивание» вновь установленных модулей натрием из баков запаса второго контура для смыва поверхностных загрязнений.

3. Пневмоиспытания новых модулей парогенератора петли № 5 проводились аргонном без подъема температуры во втором контуре.

4. Пневмоиспытания вновь установленных модулей парогенератора четвертой петли проводились с подъемом температуры натрия до 325°C.

5. Пуск блока весной 2007 г. проходил на двух петлях. В процессе пуска при температуре в горячей части пятой петли около 375°C обнаружена неплотность задвижки 6М200Б, после чего блок был разгружен для устранения дефекта. Общая продолжительность пусковых операций – около двух суток.

6. При пуске блока весной 2008 г. делались выдержки со стабилизацией параметров для оценки темпов роста концентрации водорода во втором контуре четвертой петли. В общей сложности на пусковые операции ушло больше трех суток.

7. В 2007 и 2008 гг. поступление водорода во второй контур пятой и четвертой петель в предпусковой период в целом отсутствовало, вплоть до их заполнения по третьему контуру, в том числе при повышении температуры натрия во время пневмоиспытаний четвертой петли. В то же время, при заполненных по третьему контуру парогенераторах уже сравнительно небольшой подъем параметров приводит к тому, что скорость поступления водорода во второй контур приобретает в среднем положительные значения.

Последнее можно объяснить лишь в том случае, если источником поступления водорода в натрий при пусках после замены модулей была исключительно его диффузия со стороны третьего контура.

Чтобы лучше понять происхождение поступающего со стороны третьего контура водорода, рассмотрим подробнее, как менялась скорость его поступления в натрий четвертой, пятой и шестой петель при пусках блока весной 2007 и 2008 гг. На петле № 6 в весенний ремонт 2007 г. была проведена химпромывка, и диффузионный характер поступающего во второй контур водорода не вызывает сомнений.

Соответствующие графики приведены на рис. 3. Сплошными вертикальными линиями помечены моменты перевода парогенераторов в паровой режим. Как говорилось выше, в случае коррозионного происхождения поступающего во второй контур водорода скорость его поступления должна быть пропорциональна площади контакта теплообменной поверхности испарителей с водой. Другими словами, при переводе парогенератора в паровой режим поступление водорода во второй контур должно снижаться пропорционально уменьшению этой площади.

Как видим, снижение скорости поступления водорода имело место во всех случаях. Однако при первом переводе на пар парогенераторов пятой и шестой петель относительное снижение скорости поступления водорода ниже, чем при повторном, что указывает на существование в третьем контуре существенного источника водорода помимо коррозии. В таком случае различие в относительной величине снижения скорости поступления водорода в натрий пятой и шестой петель при первом и повторном переводах парогенераторов на пар объясняется сравнительно малым вкладом коррозии в его суммарный поток со стороны третьего контура.

Сопоставляя динамику поступления водорода в натрий четвертой, пятой и шестой петель после стабилизации средней температуры натрия в парогенераторах на уровне 400°C можно сказать, что действие этого дополнительного источника для шестой петли прекратилось раньше, чем для пятой, а в случае четвертой петли практически незаметно.

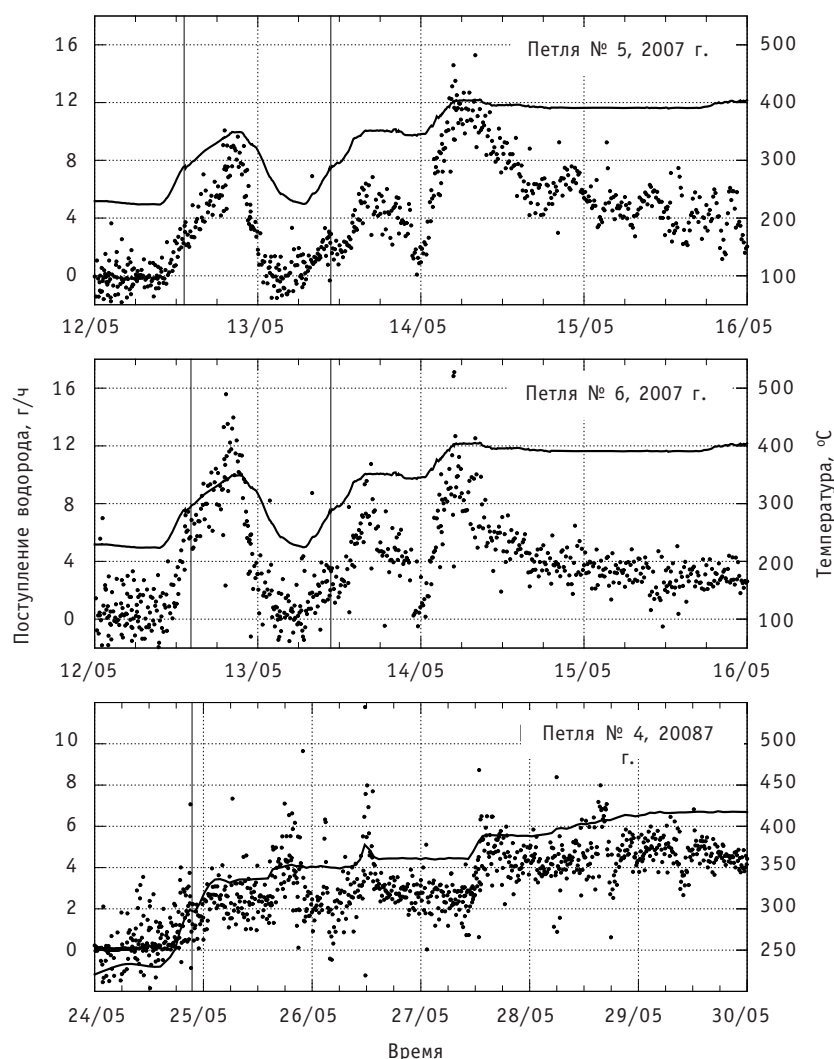


Рис. 3. Скорости поступления водорода в натрий второго контура петель №4, 5, 6: ● – скорость поступления водорода; — – средняя температура натрия в парогенераторе; сплошными вертикальными линиями отмечены моменты перевода парогенераторов в паровой режим

Принимая во внимание принятый на блоке водно-химический режим, таким источником водорода в третьем контуре может быть гидразин. Известно, что в условиях парогенератора излишки этого вещества, не пошедшие на связывание кислорода и восстановление железа, могут разлагаться с выделением водорода.

Характер изменения концентрации гидразина в питательной воде парогенераторов в анализируемые периоды представлен на графиках рис. 4. Как видим, различия в динамике поступления водорода в натрий четвертой, пятой и шестой петель могут быть объяснены разницей в содержании гидразина в питательной воде при вводе единственного предположения, что водород, выделившийся в результате разложения гидразина, накапливается в третьем контуре и поступает в натрий еще некоторое время после снижения концентрации гидразина до минимальных значений.

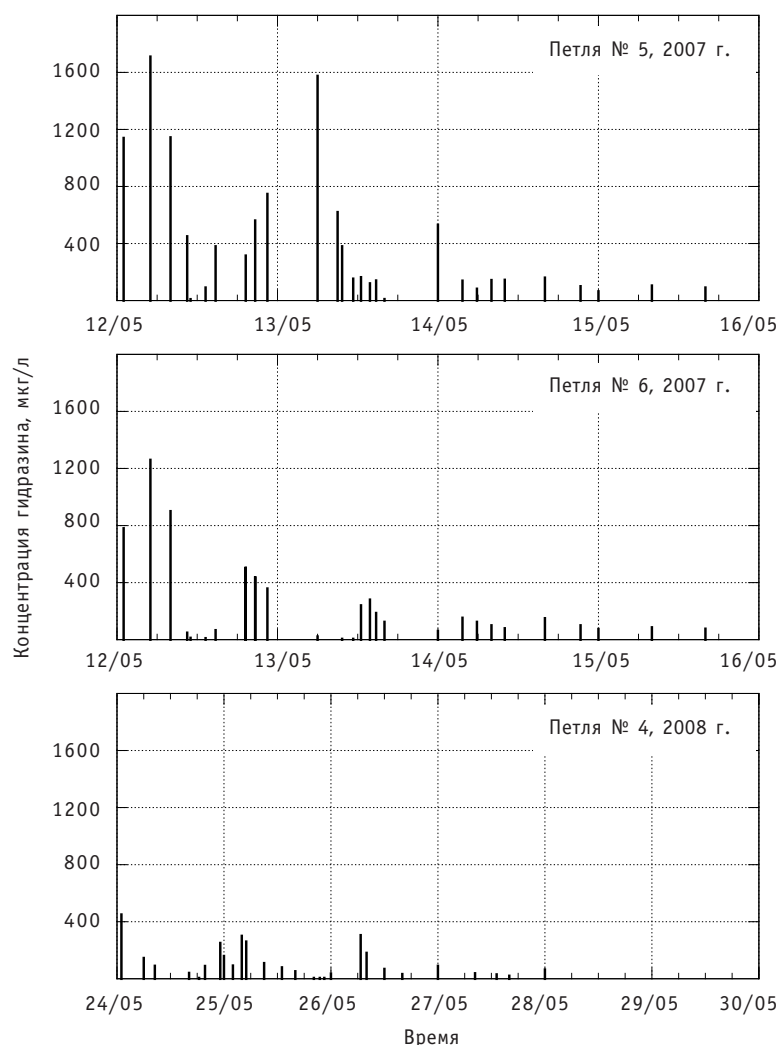


Рис. 4. Концентрация гидразина в питательной воде парогенераторов по данным химанализа

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам проделанного анализа можно сделать следующие выводы.

1. Причиной повышенного поступления водорода в натрий второго контура после замены модулей парогенераторов пятой и четвертой петель блока № 3 Белоярской АЭС явилась его диффузия со стороны третьего контура.

2. Водород имел, в основном, коррозионное происхождение. Исключение составляет период от начала пуска блока до двух-трех суток с момента достижения рабочих параметров в случае пятой петли, когда дополнительным источником водорода могли быть излишки гидразина в питательной воде.

3. При последующих заменах модулей ПГ ожидаемая скорость поступления только коррозионного водорода в натрий второго контура в начальный период после достижения блоком рабочих параметров составит около 0,7 граммов в час на вновь установленный испаритель.

4. Предложенная в настоящей работе методика расчета скорости поступления водорода дает достоверные результаты и может быть использована в составе вы-

числительной сети БАЭС для ранней диагностики межконтурной неплотности парогенераторов.

Литература

1. Арчаков Ю.И. Водородная коррозия стали. – М.: Металлургия, 1985.
2. Ермолаев Н.П., Смыков В.Б. и др. Закономерности поведения коррозионного водорода в парогенераторах типа «натрий-вода»/Опыт эксплуатации Белоярской АЭС. Часть 3. – Свердловск: УрО АН СССР, 1988.
3. Химическая технология теплоносителей атомных энергетических установок. – М.: Атомэнергоиздат, 1985.

Поступила в редакцию 27.04.2009

УДК 621.311.25: 621.039

Visualization of the Database on the Off-Normal Operation of Beloyarsk NPP Power Unit 3/P.P. Govorov, I.M. Krysanterev, A.M. Tuchkov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 4 pages, 3 illustrations. – References, 1 title.

The article briefly presents the code called «BN-600 archive» which allows one to quickly and clearly obtain the information on the off-normal operation of Beloyarsk NPP power unit 3 throughout its operating period.

УДК 621.311.25: 621.039

Gidropress Development Centres Experience of Working in the Field of the Extension of the BN-600 NPP Steam Generator Lifetime and Tasks of the Development of the Steam Generators for New Fast Reactor Power Units/V.V. Denisov, M.D. Lyakisheva, V.I. Karsonov, N.B. Trunov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 8 pages, 4 illustrations.

The article presents the work of the Gidropress development centre both on the evaluation of the residual lifetime and lifetime extension of the BN-600 power unit PGN-200M steam generators. The strength of the metal structures is justified, the recommendations are given on the seismic resistance improvement. The imperfection of the standing regulatory base is noted, the measures to correct this situation are highlighted. The positive operating experience from the BN-600 steam generators as well as the results of research into condition of the SG critical components accumulated a lot of running hours enable to confidently change over to the new generation of the large steam generators, thus considerably improving the technical and economic characteristics for the perspective designs of the fast reactor power units.

УДК 621.311.25: 621.039

Analysis of the Dynamics of Hydrogen Ingress to Secondary Sodium after the Replacement of the Steam Generator Stages of the BN-600 Power Unit/Yu.V. Nosov, G.N. Tsygankov, A.I. Karpenko, A.A. Kuznetsov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 10 pages, 4 illustrations. – References, 3 titles.

The article presents the methodology of the calculation of the rate of the ingress of hydrogen into secondary sodium of the BN-600 power unit. The sources and the mechanism of the hydrogen ingress after the replacement of a lot of the PGN-200M steam generator stages within the scope of work on the power unit operation lifetime extension are defined.

УДК 621.311.25: 621.039

13. Development of the System of the Digital Recording of the BN-600 Reactor Secondary Sodium Pump Speed/M.T. Telichko, P.P. Govorov, I.S. Pomortsev; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 5 pages, 4 illustrations.

The article considers a digital system of the recording of the BN-600 power unit secondary sodium pump speed which complements the standard one.

УДК 621.039.542

Verification of the Operability of the Reactor Sub-Assemblies after Operation in the BN-600 Cores. The Second Modification of the Equipment of the Hot Cell/M.V. Bakanov, A.V. Nenakhov, V.V. Chuev, I.S. Dudnichenko, O.N. Lelikov; Editorial board of journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy. Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2009. – 20 pages, 2 tables, 14 illustrations. – References, 5 titles.

The current state of the methodological support to the post irradiation verification of the operability of the reactor sub-assemblies and their components implemented in accordance with the requirements of the regulations related to the nuclear safety of the nuclear plant reactors. The methodology of the verification is based on the experience of those mass primary post irradiation examinations of the condition of the sub-assemblies after operation in the