



Акционерное общество «Русатом Сервис»

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель генерального
директора – технический директор

А.В. Емельянов
2018г.

ОТЧЕТ

о третьем среднем ремонте энергоблока №1 АЭС «Бушер-1» в 2018 году

РАЗРАБОТАНО
Начальник отдела ТОиР

С.Г. Шарбанов
2018г.

Москва 2018г.

Оглавление

1. Срок проведения ремонта	3
2. Основные проблемы, выявленные при планировании, подготовке и проведении ремонта.....	4
3. Положительные практики, выявленные при подготовке и проведении ремонта	14
4. Предложения по совершенствованию организации и выполнения ТО и ремонта	16
5. Предложения по оптимизации длительности ППР и повышению надежности работы оборудования	21
Выводы	27

1. Срок проведения ремонта

1.1. Плановый срок проведения ремонта

Таблица 1

Наименование графика	Срок (начало – окончание)
График среднего ремонта 2018 – энергоблок №1 АЭС «Бушер» (MRS-1510-198/18-Rev 0 от 14.11.2017)	12.02.2018 – 01.05.2018 79 суток

В соответствии с требованиями Контракта № РРМ/Т-4100 – максимальная продолжительность ППР в 2018 году должна составлять 60 дней.

В январе 2018 года Заказчик в рабочем порядке уведомил АО «Русатом Сервис» об увеличении продолжительности ППР в связи с планируемым выполнением КГО всех ТВС в количестве 163 (из них КГО 115 ТВС на критическом пути графика ППР), при этом плановая продолжительность ППР составила 79 суток.

Отключение от сети энергоблока №1 АЭС «Бушер» выполнено в 12²⁹ 12.02.2018г.

В ходе перегрузки ЯТ, Заказчиком по согласованию с АО ТВЭЛ, АО Гидропресс и НИЦ КИ принято решение о сокращении пунктов выполнения КГО ТВС (74 вместо 115), фактической датой завершения всех операций с ЯТ стало 30.03.2018г. вместо планируемого по графику 07.04.2018г.

1.2. Фактический срок проведения ремонта

Таблица 2

Срок (начало – окончание)	Категория ремонта/ продолжительность, сутки	Сокращение (-), увеличение (+) продолжительности ремонта, сутки
12.02.2018 – 02.05.2018	СР / 78,7 сут.	-0,3 сут.

2. Основные проблемы, выявленные при планировании, подготовке и проведении ремонта

Планирование ремонта систем и оборудования

- Как и в прежние ППР, до начала работ ведомость объема ремонта претерпела несколько вариантов. Окончательный вариант был сформирован и парафирован Подрядчиком за три месяца до начала ППР-2018. По отдельным позициям, в которых было указано, например «устранение дефекта», объём ремонта оставался неясным вплоть до непосредственного начала работ, т.к. полные и достоверные данные о несоответствии получить практически невозможно. Тем не менее, информации, содержащейся в итоговом варианте ведомости, было вполне достаточно для осуществления подготовки АО «РусАС» к планируемым объёмам ремонтных работ.
- Отсутствие полноценных технических заданий от Инозаказчика с объёмом работ на сложное оборудование и перечня имеющихся дефектов приводит к тому, что окончательный объём работ уточняется только в ходе ППР, часть ранее запланированных работ не выполняется и, соответственно, не оплачивается
- Отсутствовали необходимые связи между графиком ремонта основного оборудования систем и его вспомогательного оборудования. По этой причине возникали простои персонала, выполнявшего работы на турбине и турбогенераторе. Особенно это касается маслосистем и систем охлаждения генератора.
- В графике пуска после ППР отсутствовали операции по балансировке турбоагрегата после измерения вибрации.

Подготовка к ремонту энергоблока

Организация работ Заказчиком

- Структура ремонтной службы ВПП/ТАРНА осталась без изменений со времени проведения предыдущих плановых ремонтов энергоблока.
- Участок по ремонту паровой турбины и её оборудования не создан, поэтому указанное оборудование по-прежнему разделено между двумя ремонтными подразделениями:
 - УАТЕ (участок статического оборудования) – выполняет ремонт оборудования систем парораспределения, регулирования и защит, заневоливание виброизоляторов фундамента;
 - УВМ (участок вращающихся механизмов) – выполняет ремонт цилиндров турбины, подшипников, валоповоротного устройства.На каждом из участков назначен инженер, курирующий выполнение ремонта оборудования. Кроме того, контроль всех ремонтных работ, выполняемых на турбине, оборудовании систем парораспределения,

регулирования и защит, осуществляли профильные иранские специалисты, приглашённые с тепловых электростанций ИРИ.

- Перед каждым ППР энергоблока начальники УВМ и УАТЕ фирмы «ТАРНА» распределяют между собой оборудование из Ведомости объёмов работ, которое будет ремонтироваться каждым из участков. Это приводит к тому, что одно и то же оборудование в разные ППР курируют разные ремонтные участки. Данная ситуация не является рациональной с точки зрения подготовки к ремонту и выполнения работ, поэтому распределение оборудования между ремонтными подразделениями должно быть оформлено соответствующим организационным документом.
- Для оказания консультационных услуг иранскому ремонтному персоналу (Приложение №7 к Контракту) на этапах подготовки и проведения ППР энергоблока на УВМ и УАТЕ фирмы «ТАРНА» были переданы два специалиста АО «ТЭМ», в функции которых входило организация и проведение следующих работ:
 - подготовка заказных спецификаций на запасные части;
 - проверка наличия запасных частей на складах СПТК ВНРР;
 - подготовка специализированной ремонтной оснастки и приспособлений (составление перечней, оформление технических заданий для изготовления, предремонтное техническое обслуживание, подача в здание машзала ZF и их расстановка в соответствии с «Планом раскладки оборудования в турбинном отделении»);
 - подготовка комплектов заводской документации, необходимой для выполнения запланированных объёмов ремонтных работ;
 - консультирование и техническое руководство специалистами УВМ и УАТЕ ТАРНА на рабочем месте.
- На АЭС «Бушер» так и не начата работа по созданию подразделения инженерной поддержки ТООР по аналогии с ОППР российских АЭС. Тем не менее, в фирме «ТАРНА» созданы два подразделения – отдел комплексного проектирования и группа сварки, которые решают ряд вопросов инженерного обеспечения ремонтных работ, таких как разработка и сопровождение конструкторской документации, проектов производства работ, технологической документации на выполнение сварочных работ. Указанные группы укомплектованы, в том числе и российскими профильными специалистами, осуществляющими на данных участках функции ведущих специалистов.
- Отсутствует группа в ОЭО, которая бы выполняла функции инженерной поддержки и материально-технического снабжения, такие как составление перспективных, годовых заявок и выдачу ЗИП подрядчику. На сегодняшний день на различном оборудовании применяются различные подходы к организации ремонта и зависят они от персонала, обслуживающего конкретное оборудование. Например, персонал обслуживающий турбогенератор отслеживает поступление

ЗИП своевременно и постоянно, в то время как по обеспечению запчастями ремонта выключателей ВГВ возникали проблемы.

- Отсутствуют мастерские по отдельным направлениям ремонта оборудования. Пример – отсутствие мастерской по перемотке электродвигателей.
- Имеются случаи, когда в межремонтный период не проводится ревизия ремонтной оснастки ОЭО, что приводит к потерям времени в период ППР. Например, ремонт валоповорота электродвигателей ГЦНА проводился во время ремонта двигателей из-за того, что его оставили в гермообъёме здания ЗА.
- Подрядчик был официально уведомлен о дате останова энергоблока менее чем за 2 месяца до ППР. Возникали риски срыва сроков начала ремонтных работ по причине недостаточности времени на выполнение подготовительных мероприятий. Необходимо официально уведомлять Подрядчика о дате начала и длительности ППР за три месяца до начала ППР в соответствии с требованиями Контракта.

Ремонтная и заводская документация

- По-прежнему существенной проблемой является отсутствие ремонтной документации на основное оборудование энергоблока – паровую турбину и её системы, а также ответственное оборудование 1-го и 2-го контуров – ИПУ КД, ИПУ САОЗ, ИПУ ПГ, БРУ-А и т.д. При этом отсутствие ремонтной технологической документации не может быть заменено имеющейся в «Досье блока» заводской документацией. Отсутствие ремонтной документации крайне усложняет выполнение ремонта с требуемым уровнем качества для российских специалистов, а для специалистов подрядных организаций ИРИ выполнить ремонт без такой документации просто не представляется возможным. Имеющиеся на АЭС «Бушер» комплекты заводской поставочной документации и разработанные АО «АСЭ» «Руководства по ремонту...» содержат информацию, позволяющую разобрать и собрать изделие, но в них отсутствуют необходимые данные для качественного выполнения дефектации и ремонта деталей и узлов, заказа запасных частей, подготовки технологической оснастки и приспособлений, планирования ТОиР и т.д.
- По просьбе начальников УАТЕ и УВМ профильными специалистами АО «РусАС» были подготовлены перечни оборудования, для которого необходимо наличие ремонтной документации (технические условия на ремонт и др.). Это свидетельствует о том, что ВНРП понимает всю важность и необходимость наличия ремонтной документации и начала предпринимать в данном направлении первые шаги.
- Отсутствие ремонтной документации на насосное оборудование продолжает негативно сказываться на его ремонте. В ППР-2018 это проявилось при ремонте насосов машзала: насоса гидроподъема

SN91D001 и насоса уплотнения вала генератора SU13D001. По причине отсутствия документации, нет информации, какой необходимо заказывать ЗИП, Отсутствие ЗИП приводит к невозможности выполнить полноценный ремонт. Приходится подбирать ЗИП (например, уплотнительные кольца), имеющиеся в наличии, с другого оборудования. Это приводит к дефектам (протечкам при опробовании) после окончания ремонта и испытания оборудования. VNPP необходимо активно продолжать деятельность по разработке ремонтной документации на всё установленное на АЭС «Бушер» оборудование.

ЗИП и материалы

- На подготовительном этапе была проведена работа по проверке наличия на складах VNPP необходимых запасных частей и материалов. По результатам проверки в необходимых случаях были подготовлены соответствующие заявки на комплектацию. Однако, из-за ошибок в базе данных ЗИП, имели место случаи выдачи неподходящего ЗИП. В целях исключения ошибок в базе данных ЗИП, необходимо предоставить доступ персоналу Подрядчика на склады для проверки фактического наличия ЗИП на складах, а также проверки наличия актов входного контроля и сертификатов.
- В период ППР-2018 порядок обеспечения запасными частями, материалами был построен по схеме, отработанной в предыдущие ППР – на основании оформленной Заказчиком заявки, запасные части оперативно получались на складе и передавались непосредственному руководителю работ по наряду. Проблем по данному направлению не возникало.
- Нехватка отдельных позиций ЗИП на АЭС «Бушер» в очередной раз привела к необходимости принятия экстренных мер для его доставки на площадку. Так было с крепежом люка-лаза компенсатора давления, так чуть не произошло с фланцем ВБ, но в данном случае прогонка резьбы помогла выйти из ситуации. В случае же со шпильками коллекторов парогенератора нехватка ЗИП привела к вынужденному переносу капитального ремонта ПГ-3 на следующий ППР. Отсутствие ЗИП на насос SU13D001 привело к необходимости подбирать по размеру и устанавливать в насос уплотнительные резиновые кольца, имеющиеся в наличии на площадке без каких-либо документов о качестве. Но из-за неполного соответствия размеров установленных колец заводским размерам, при опробовании насоса появились протечки среды, для устранения которых уплотнительные поверхности были покрыты герметиком. К началу ППР-2019 необходимо обеспечить наличие на площадке АЭС «Бушер» полного комплекта ЗИП на оборудование, выводимое в ремонт. Особенно это касается основного оборудования, исправность которого

непосредственно влияет на пуск энергоблока из ремонта, такого как реактор, ГЦНА, ПГ, КД, турбина, генератор.

- Значительное количество ЗИП и материалов закупленных на рынке ИРИ не сертифицированы для применения на оборудовании АЭС. При замене материалов не разрабатываются и не утверждаются технические решения на применение материалов-заменителей. Применение материалов неизвестного происхождения не позволяет гарантировать безотказную работу оборудования в течение всего гарантийного периода – как следствие АО "Русатом Сервис" берёт на себя повышенные риски при несении гарантийных обязательств. Это ярко проявилось при ремонте электродвигателей ГЦНА. Применялись несертифицированные материалы для уплотнения кабельных проходок датчиков температуры подшипников и как следствие попадания агрессивного масла Fyrquel на лакокрасочное покрытие обмотки статора двигателя и разрушение его. Из-за использования предоставленных ВПП уплотнительных материалов с неподходящими характеристиками АО "Русатом Сервис" вынуждено за свой счёт ежегодно производить трудоёмкие операции по восстановлению лакокрасочного покрытия обмотки статора.
- В отдельных случаях номенклатура имеющихся сварочных материалов не позволяет выполнить качественный ремонт оборудования в связи с отсутствием необходимых электродов или проволоки. Примером может служить невозможность качественного выполнения ремонта уплотнительных поверхностей арматуры из-за отсутствия необходимых сварочных материалов, обеспечивающих высокую твёрдость и износостойкость поверхностей. При этом заявки на комплектацию необходимыми сварочными материалами оформляются заблаговременно до начала ППР специалистом-консультантом ДАТЭК группы сварки фирмы TAPNA, однако к началу ремонта практически ничего не поставляется.

Специальная ремонтная техника

- На подготовительном этапе была проведена работа по проверке наличия на складах ВПП необходимой технологической оснастки. По результатам проверки были подготовлены технические задания на изготовление недостающих средств оснащения ремонтных работ.
- Неудовлетворительно организовано хранение в межремонтный период заводской и специализированной оснастки, используемой при ремонте ТА – всё хранится в условиях открытого склада. В результате подобного хранения происходит преждевременное «старение» оснастки, а для приведения её в рабочее состояние требуются дополнительные трудозатраты.

Хранение заводской и специализированной оснастки в межремонтный период должно осуществляться на закрытых складах с обеспечением необходимых мер по сохранности и консервации.

- Не смотря на заранее поданные участком ВМ фирмы TAPNA заявки, до начала СР-2018 Инозаказчиком не были закуплены стропа, используемые для подъёма и кантовки внутреннего корпуса ЦНД турбины. Закупку выполнили после неоднократных требований АО «РусАС» на оперативных совещаниях и обращениях к техническим руководителям VNPP и фирмы «TAPNA» непосредственно перед разборкой ЦНД.

До начала ППР грузоподъёмные механизмы должны быть полностью укомплектованы необходимыми для предстоящего ремонта стропами.

- Отсутствие собственных транспортабельных станков, предназначенных для выполнения токарной обработки уплотнительных поверхностей непосредственно на оборудовании, компенсируется привлечением сторонней иранской организации, имеющей необходимое оборудование и специалистов. Кроме того, УАТЕ фирмы «TAPNA» оформлена заявка на приобретение на рынке ИРИ транспортабельного станка для обработки поверхностей диаметром до 400 мм.
- До настоящего времени Инозаказчик не принял решение о приобретении станка для ремонта уплотнительных поверхностей главного разъема ГЦНА, хотя АО «Русатом Сервис» неоднократно рекомендовало VNPP это сделать. Завод-изготовитель (АО «ЦКБМ») уже предупреждал, что может не согласовать дальнейшую эксплуатацию ГЦНА по причине наличия дефектов на уплотнительных поверхностях главного разъема по результатам очередного ЭК металла. Если это произойдет, ответственность будет нести VNPP.
- При проведении пусковых операций обнаружилось, что на двух гидроамортизаторах ЭД ГЦНА штоки находятся в крайних положениях. В настоящее время на АЭС «Бушер» плановые ТО и ремонты гидроамортизаторов не проводятся, хотя это такое же оборудование энергоблока, как, например, насос или арматура. В соответствии с требованиями «Технологического регламента безопасной эксплуатации» 51.BU.1 0.00.AB.WI.ATEX.001 в период ППР должны выполняться следующие работы:
 1. Внешний осмотр гидроамортизаторов на предмет отсутствия повреждений и течей.
 2. Надёжность крепления гидроамортизаторов, бачков, соединительных трубок, датчиков положения, датчиков уровня, кабелей.
 3. Замер выходного сопротивления датчика положения.

4. Проверка уровня жидкости в бачке по механическому указателю.

5. Ревизия гидроамортизаторов с их разборкой.

- Выполнить капитальный ремонт гидроамортизаторов без специализированного оборудования невозможно, для этого необходимо приобрести специальный стенд, на котором есть возможность проверки эксплуатационных характеристик гидроамортизаторов и проведения их ремонта с заменой уплотнительных колец и рабочей жидкости. С целью сокращения сроков ремонта энергоблока работы по ремонту и настройке гидроамортизаторов необходимо проводить в межремонтный период, а в ППР выполнять замену отработавших гидроамортизаторов на отреvizированные. Для этого в ЗИП должно быть достаточное количество резервных гидроамортизаторов.
- BNPP/TAPNA по-прежнему не располагают специализированными стендами (в ЗКД и ЗСД) для настройки и испытаний предохранительной арматуры. Имеющийся в здании ZL3 кустарно изготовленный «стенд» для настройки предохранительной арматуры не позволяет корректно провести послеремонтные испытания, регулировку и настройку. Их отсутствие не позволяет в полном объеме выполнить требования заводской документации в части настройки и проверки работоспособности изделия после ремонта. Это приводит к тому, что проверка качества ремонта предохранительного устройства может быть проведена только после его установки на штатное место на этапе ввода системы в работу.

Выполнение работ

- Для обеспечения качественного и своевременного ремонта уникального, сложного и ответственного оборудования энергоблока целесообразно формировать в составе BNPP или TAPNA штатные ремонтные бригады/группы, которые специализируются на ремонте конкретного оборудования.
- Необходимо проводить более качественное обучение ремонтного персонала, а так же развивать и поощрять самообразование, как основную составляющую роста профессионального мастерства. При этом следует выявлять наиболее грамотных, самостоятельных, инициативных, старательных и ответственных работников для их закрепления на предприятии и формирования кадрового резерва.
- Локальные Графики ремонта не всегда учитывают технологические связи оборудования различных систем, в результате чего планируемое окончание ремонтных работ не согласуется с графиком пусковых операций. Как и в предыдущие ремонты, повторилась ситуация с неготовностью отдельных технологических систем к выполнению завершающих ремонтных операций. Так, для проведения работ на

валоприводе турбины (центровка роторов, спаровка полумуфт и др.) потребовался ввод в работу системы смазки, однако данная система оказалась не готова по причине поздно начавшегося ремонта главного маслобака (ГМБ) турбины и маслоохладителей систем смазки и масляного уплотнения вала генератора (УВГ). Так же повторилась ситуация с маслом, заливаемым в ГМБ – вновь залитое турбинное масло не соответствовало требованиям норм по содержанию механических примесей и влаги. В результате была значительно превышена по сравнению с планируемой продолжительность прокачки систем SC и SU, что повлекло задержку закрытия подшипников турбоагрегата и постановку ТА на ВПУ. Из-за неготовности систем VC, SC, SU ремонтный персонал АО «ТЭМ» находился в вынужденном простое, при этом приближался срок окончания его командирования. Таким образом, не смотря на то, что ремонт турбины и турбогенератора выполнялся по графику, на завершающей стадии ремонта образовались вынужденные задержки, которые привели к более позднему окончанию ремонтных работ в целом на турбоагрегате.

Ремонт вспомогательных систем турбоагрегата должен начинаться не в третьей части ремонта, а в первой.

Готовность турбинного и огнестойкого масел к заливке в маслобаки должна быть обеспечена как минимум за одну неделю до окончания ремонта оборудования соответствующих маслосистем.

- В ППР-2018 при выполнении работ по ВТК ТОТ ПГ-2 были выявлены загрязнения в трубках. По информации от представителей АО «НИКИМТ-Атомстрой» загрязнения в ТОТ ПГ-2 были и в 2014 году, когда проводился предыдущий контроль. В этот раз количество загрязнений увеличилось. В связи с этим, **необходимо запланировать промывку в трубчатки ПГ-2 в капитальный ремонт энергоблока.** Загрязнения в ТОТ негативно влияют на эксплуатационные характеристики парогенератора, а также способствуют образованию коррозии трубок, что может привести к преждевременной замене парогенератора, а это очень дорогое «удовольствие».
- Периодические проблемы с крепежными деталями и уплотнением фланцевых соединений парогенераторов вызывают необходимость проведения модернизации с переходом на уплотнение прокладками из расширенного графита. При использовании графитовых прокладок снижаются нагрузки на шпильки, шайбы и гайки, что увеличивает их срок службы, а также несколько упрощается сам процесс уплотнения, т.к. графит не такой «капризный», как никель.
- После проведения ТВК сварных стыков приварки ТОТ к коллекторам 1-го контура, при просмотре видеоклипов на стенках горячего коллектора ПГ-2 на значительном участке поверхности были выявлены наклепы. По результатам сравнения с видеоклипами

предыдущего контроля ПГ-2 в 2014 году установлено, что площадь поврежденной поверхности коллектора увеличилась. Это дает основание предполагать, что в трубопроводе ГЦТ на участке от реактора до ПГ-2 находился посторонний предмет. Чтобы это подтвердить или опровергнуть, **необходимо выполнить осмотр трубопровода с помощью специальной телевизионной системы.** Но в связи с тем, что такой системы на АЭС «Бушер» нет, были предприняты попытки проведения осмотра с помощью имеющихся, не предназначенных для этого приспособлений, которые ни к чему не привели. Наличие посторонних предметов в 1-м контуре недопустимо по соображениям безопасности. На всех АЭС РФ при ремонте с разуплотнением оборудования 1-го контура используются системы для визуального контроля и извлечения посторонних предметов из внутренних поверхностей ГЦТ, для АЭС «Бушер» такая система также необходима.

- В процессе ремонта оборудования энергоблока при выполнении контрольных операций необходимо присутствие персонала группы технического контроля лаборатории металлов (ГТК ЛМ) BNPP и инженерного персонала TAPNA. Работа ГТК ЛМ была организована круглосуточно, а персонал TAPNA работал только в дневную смену, и ремонтному персоналу часто приходилось простаивать, ожидая прихода инженера на рабочее место. Для сокращения сроков ремонта необходимо присутствие персонала TAPNA при выполнении контрольных операций, при необходимости, круглосуточно.
- Выдача заключений по контролю металла ЛМ BNPP осуществлялось с большими задержками (до одной недели), что негативно отражалось на скорости принятия решений и общем темпе выполнения ремонтных работ. Повлиять на ускорение этого процесса никто из руководства Инозаказчика не мог, ссылаясь на большую загруженность персонала ЛМ.
- Недостаточная гибкость и оперативность выполнения станочных работ в механических мастерских при ремонте деталей и изготовлении ремонтной оснастки и приспособлений. В ППР-2018 заявки на станочные работы выполнялись недопустимо медленно, что приводило к увеличению продолжительности ремонта отдельных единиц оборудования. Имеющаяся в наличии номенклатура марок сталей для изготовления деталей и приспособлений не позволяет выполнить в полной мере требования конструкторской документации. При подготовке к ремонту необходимо расширить номенклатуру закупаемых для механической мастерской материалов.
- В связи с отсутствием опыта многие диспетчера по ремонту выполняли только функцию организации связи между подразделениями, но не регулировали технологическую последовательность ремонтных операций. Компенсировать недостаток

опыта диспетчеров возможно за счет обучения и стажировки на АЭС в РФ.

- Недостаток опыта иранских специалистов отдела комплексного проектирования TAPNA в части разработки документации на ремонт приводит к необходимости постоянного контроля над выполняемыми работами. Для обеспечения возможности самостоятельной работы специалистов ОКП необходимо их обучение и длительная стажировка на АЭС в РФ.
- Некачественная дезактивация оборудования и помещений РО, в частности, полов в центральном зале здания ЗА, пом.801, персоналом Заказчика приводила к дополнительным дозовым нагрузкам и загрязнению спецодежды и спецобуви.
- Проведенный ППР показал, что VNPP необходимо приобретать оборудование и установки, которые помогут сократить сроки ремонта энергоблока. Это, в первую очередь, отсекающие устройства парогенераторов, применение которых позволит выполнять работы по эксплуатационному контролю металла независимо от уровня теплоносителя в 1-м контуре. В ППР-2018 перегрузка топлива продолжалась месяц, за это время, при наличии отсекающих устройств, можно было проконтролировать два ПГ. С учетом того, что в следующий ППР будет запланирован ЭК двух или трех ПГ, наличие отсекающих устройств необходимо для обеспечения соблюдения сроков ремонта энергоблока.
- Для сокращения времени на подготовку к ЭК ПГ назрела необходимость приобретения установки для осушки трубчатки ПГ. Приспособления, используемые для этого сейчас на АЭС «Бушер», громоздки, требуют значительных временных затрат на снятие - установку и не обеспечивают необходимой производительности. На АЭС РФ сейчас применяются установки, позволяющие выполнить работы по осушке трубчатки одного ПГ за 6-8 часов, на АЭС «Бушер» на это уходит 2-3 суток.
- Одна из проблем при проведении работ по направлению АСУТП – это отсутствие помещений для хранения инструментов, приспособлений и оборудования (подготовленного к монтажу/демонтированного). В Турбинном отделении использовалось помещение АО «ТЭМ», данное помещение очень маленькое и дополнительные ящики с инструментами создавали неудобства для работающего там персонала. В ЗКД инструменты хранились в ЦЗ внутри ремонтного стапеля ЭД ГЦН, доступ к инструментам был открыт, что позволяло в любой момент воспользоваться данным инструментом посторонним лицам. Отдельные помещения Заказчик предоставить не смог, ссылаясь на отсутствие таковых.

Документация

- До настоящего времени не формализована процедура передачи Подрядчику дополнительных объёмов работ (проект соответствующей процедуры был передан АО «РусАС» в VNPP/ТАРНА ещё в период КР-2015/1). Отсутствие указанной процедуры по-прежнему приводит к длительному сроку согласования обосновывающих документов на дополнительные объёмы работ, как вновь передаваемые, так и возникающие в процессе ремонта по результатам дефектации. При этом непосредственный процесс сбора согласующих подписей зачастую осложняется противоречивыми мнениями различных иранских специалистов относительно конкретных дополнительных работ, что приводит, в том числе и к полной невозможности подписания документа.
- На подготовительном этапе к ППР не оформляются заявки в технический архив ТАРНА на необходимую для ремонта оборудования нормативно-техническую документацию по ведомости объёмов работ, выполняемых иранским персоналом. Таким образом, ремонт выполняется с отступлениями от нормативной документации. Необходимо выдавать техническую документацию на рабочие места ремонтных организаций ИРИ до начала ППР для ознакомления ремонтным персоналом.

3. Положительные практики, выявленные при подготовке и проведении ремонта

- Представители фирмы ТАРНА в рамках Приложения 7 Контракта привлекли к выполнению своих обязательств специалистов ООО «ТЭМ», которые оказывали, как консультационные услуги в процессе ремонта, так и непосредственно выполняли ремонтные работы, а также занимались подготовкой ЗИП к оборудованию ТА. К данным консультантам были «прикреплены» соответствующие специалисты УВМ и УАТЕ ТАРНА. Привлечение специалистов ТЭМ в зоне ответственности Инозаказчика позволило решить массу организационно-технических вопросов по ремонту ТА, а также способствовало передаче опыта персоналу УВМ и УАТЕ ТАРНА
- ППР прошёл с максимальным вовлечением руководства станции, что стало одной из главных причин оптимизации сроков ремонта энергоблока. Руководители и специалисты АЭС «Бушер» принимали активное участие в решении проблем, возникающих при проведении ремонтных работ.
- Создана работоспособная группа технического контроля лаборатории металлов. Специалисты группы выполняли независимый контроль ремонтных работ, что позволило существенно повысить качество выполненных работ.

- Организована диспетчеризация ремонтных работ в ЗКД и ЗСР с выделением компьютеризированных рабочих мест диспетчерам, появилась возможность оперативно решать рабочие вопросы.
- Штабы ремонта проводились под председательством ГИС, что позволяло оперативно принимать технические и организационные решения. Оперативные совещания и штабы ремонта проводились вначале с русскоязычным персоналом, а затем с персидским персоналом.
- Отмечена хорошая организация работы Отдела охраны труда и Отдела радиационной безопасности ВНРР по своевременной подготовке документов для осуществления допусков по нарядам-допускам. Срывов допуска к работам или задержек по их вине не было.
- Отмечена хорошая организация работы лаборатории СИЧ. Персонал лаборатории работал при необходимости в выходные и праздничные дни. Весь ремонтный персонал своевременно проходил контроль СИЧ и своевременно обеспечивался индивидуальными дозиметрами и средствами индивидуальной защиты в ЗКД.
- Хорошая организация работы по доставке персонала на площадку АЭС и в посёлок после работы. График движения автобусов соблюдался.
- Хорошая организация работы столовой на площадке АЭС и в ресторане посёлка. Во время ППР весь ремонтный персонал был обеспечен талонами на питание, график работы столовых в целом соблюдался.
- Специалисты АЭС накапливают опыт и отчетливо виден рост их профессионализма.

4. Предложения по совершенствованию организации и выполнения ТО и ремонта

- Создать отдел (группу) инженерной поддержки ремонта по всем основным направлениям.
- Создать в службе ремонта ТАРНА участок по ремонту паровой турбины и её оборудования.
- Обеспечить готовность (утверждение) основной (плановой) Ведомости объёмов работ на предстоящий ППР не позднее, чем за шесть месяцев до планируемой даты начала ремонта, согласование объема работ (трудозатрат) АО "Русатом Сервис" по основной ведомости - не позднее, чем за три месяца до планируемой даты начала ремонта (требование п. 5.1. Контракта).
- Обеспечить хранение заводской и специализированной оснастки в межремонтный период на закрытых складах с принятием необходимых мер по сохранности и консервации.
- Обеспечить наличие на складах АЭС запасных частей и материалов, требуемых для выполнения ремонтных работ не позднее, чем за один месяц до планируемой даты начала ремонта для возможности их проверки.
- Обеспечить выдачу в производство запасных частей и материалов только с соответствующей сопроводительной документацией (акта входного контроля и/или сертификата).
- За месяц до начала ППР необходимо оформить заявки в технический архив ТАРНА на требуемую для ремонта оборудования нормативно-техническую документацию. Выдать документацию на рабочие места до начала ППР.
- Организовать в УТЦ периодическое обучение (поддержание квалификации) ИТР и ремонтного персонала. Не позднее, чем за один месяц до начала каждого ППР организовать проведение дополнительного теоретического и практического обучения ремонтного персонала способам работы на различной ремонтной технике (гайковёрты, шлифовальные машины и т.д.).
- Продолжить совершенствование системы управления ремонтом и диспетчеризации ремонтных работ. Провести обучение диспетчеров, в т.ч. на знание оборудования и систем АЭС.
- Специалистов конструкторской группы ОКП ТАРНА распределить по направлениям оборудования (вращающиеся механизмы, ТАС, нестандартное оборудование).
- Для сокращения сроков ремонта оборудования необходимо обеспечить присутствие ИТР ТАРНА при выполнении контрольных операций круглосуточно (при необходимости по заявкам).

- Рассмотреть возможность оптимизации работы ЛМ ВНРР во время ППР для сокращения сроков выдачи заключений.
- Рассмотреть возможность усиления и оптимизации работы ремонтно-механических мастерских во время ППР с целью сокращения сроков выполнения заявок на станочные работы.
- Сформировать достоверную (актуальную) единую Базу данных по оборудованию АЭС «Бушер-1».
- При перспективном и годовом планировании максимально использовать способ агрегатного ремонта, например – ремонт насоса, ЭД, калибровка датчиков.
- Для исключения непроизводительных потерь времени на завершающем этапе ремонта должен быть обеспечен комплексный подход при разработке локальных графиков ремонта оборудования технологических систем и графиков проведения пусковых операций на этих системах и энергоблоке в целом. Указанные графики должны быть взаимосвязаны ещё на стадии согласования и строго соблюдаться на этапах проведения ремонтных и пусковых операций. В случае необходимости графики проведения пусковых операций должны оперативно корректироваться на основании анализа хода ремонтных работ. Необходимо определить персональную ответственность за выполнение пусковых операций и испытаний, усилить контроль выполнения графика пусковых операций.
- Необходимо согласовывать локальные графики ремонта с исполнителями работ (подрядными организациями).
- Включить в график пуска после ППР работу по балансировке турбоагрегата.
- В рамках подготовки к ремонту оборудования предоставлять Подрядчику историю дефектов оборудования, передаваемого в ремонт.
- Разработать и ввести в действие процедуру передачи Подрядчику дополнительных объёмов работ. Дополнительные работы во время ремонта передавать Подрядчику одновременно с оформлением соответствующих актов передачи.
- На сложное оборудование, такое как реактор, генератор, турбина, ГЦНА, целесообразно составить технические задания (как приложение к ведомости объёмов работ), которые будут подробно описывать объём планируемых работ и распределять ответственность за выполнение подготовительных, обеспечивающих и др. работ.
- При планировании ремонта оборудования учитывать объёмы работ смежных подразделений и при необходимости вносить корректировки.
- Необходимо определить причины возникновения и природу отложений в ТОТ ПГ-2. Разработать и реализовать мероприятия по устранению отложений.

- Рекомендуется устранять все выявленные дефекты и выполнять консервацию оборудования полярного крана и перегрузочной машины по окончании ППР.
- Провести капитальный ремонт мест проживания ремонтного персонала с заменой трубопроводов, оборудования, мебели и др. с целью приведения его технического состояния в соответствие с контрактными требованиями. Не позднее, чем за две недели до приезда российского ремонтного персонала должны быть обеспечены условия проживания в посёлке Морварид в соответствии с контрактными обязательствами.
- Установить сетки-уловители между рабочими местами на электродвигателях ГЦНА и на механической части насосов.
- Выгородить рабочие места на наиболее ответственном оборудовании (ГЦН, ПГ, КД, ГЕ САОЗ) переносными ограждениями с сигнальной лентой и ограничить доступ на них персонала других организаций, не занятых в работах.
- Приобрести два набора приспособлений для защиты оборудования от попадания посторонних предметов «Standard Supreme FME Cabinet» производителя «TY-FLOT» или его аналог.
- Обеспечить внесение в наряды-допуски мероприятий по непопаданию посторонних предметов во вскрытые полости оборудования и контролировать выполнение этих мероприятий при допуске на рабочие места.
- Установить дополнительное переносное освещение на рабочих местах в боксах ПГ и ГЦНА.
- Организовать централизованное место хранения стропов в ЦЗ РО.
- Предоставить защитную закрывающую тару для хранения мелких деталей блоков уплотнений и РОП ГЦНА в боксах ГЦНА.
- Изготовить защитные накладки из полимерного материала для защиты деталей РОП во время временного хранения.
- Проводить ежедневную дезактивацию помещений РО.
- Предоставить испытанные подставки для мойки и сушки статора ЭД ГЦНА.
- Предоставить контейнер для хранения крепежа и инструмента (ключей) ВБ в ЦЗ РО.
- Предоставлять Подрядчику исправные и испытанные ГПМ.
- Проводить ежедневную дезактивацию полов санпропускника (гардероба личной одежды, гардероба рабочей одежды, душевой).
- Обеспечить персонал Подрядчика, работающий в ЗКД касками.

Рекомендации по обеспечению ЗИП к ППР-2019 АЭС «Бушер» приведены в таблице 7.

Рекомендации по обеспечению ЗИП к ППР-2019 АЭС «Бушер»

№ п/п	Предложения	Источник финансирования
1.	Включить в заявки на поставку следующий ЗИП: - вставки и сварочные материалы для ремонта лопаток; - комплект ЗИП для насосов SN, SU в соответствии с заводской документацией; - комплект пружины для пружинных блоков нажимной плиты и внешнего кольца лобовых частей обмотки генератора; - комплект ЗИП для системы контроля 38-СК016М в соответствии с рекомендациями НИКИМТ; - минимум один фланец КНИТ ВБ.	Контракт на поставку ЗИП
2.	Обеспечить к началу ППР наличие на площадке АЭС «Бушер» полного комплекта крепежных деталей фланцевых соединений парогенераторов, выводимых в ремонт.	Контракт на поставку ЗИП

5. Предложения по оптимизации длительности ППР и повышению надежности работы оборудования

Таблица 8

№ п/п	Мероприятия	Возможные источники финансирования	Срок реализации
1.	Разработать перечень наиболее сложного оборудования, на которое отсутствует ремонтная документация, и заказать "Руководства по ТОиР" этого оборудования, содержащие: - стратегию ТОиР, категории ТОиР, состав средств оснащения работ; - порядок применения методов и средств контроля состояния оборудования и устранения выявляемых дефектов; - требования к дефектации, значения показателей и нормы, которым должно удовлетворять изделие после ремонта, требования к приемке и испытаниям, к комплектации, упаковке и транспортировке.	Контракт No.CNT-EST/4100-1	До ППР-2019
2.	Организовать работу по согласованию с заводами-изготовителями оборудования материалов-заменителей и неоригинальных запасных частей и/или введению к применению их в установленном порядке.	Контракт No.CNT-EST/4100-1	До ППР-2019
3.	Приобрести специальный стенд для проверки эксплуатационных характеристик гидроамортизаторов и проведения их ремонта. Разработать график ТОиР гидроамортизаторов.	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2019
4.	Приобрести станок для ремонта уплотнительных поверхностей главного разъема ГЦНА.	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2019
5.	Приобрести телевизионную систему для визуального контроля внутренних поверхностей ГЦТ и извлечения посторонних предметов.	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2019
6.	Приобрести установку индивидуальной продувки и сушки теплообменных труб ПГ	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2019
7.	Для обеспечения надежности работы оборудования спецсистем СК поставки НИКИМТ необходимо выполнить модернизацию (доработку) спецсистем.	Контракт No.PPM/T-4100 и Контракт No.SP-BNPP-1-	До ППР-2019

№ п/п	Мероприятия	Возможные источники финансирования	Срок реализации
		2018/309/1575-D	
8.	Выполнить анализ возможности монтажа дополнительного грузоподъемного оборудования в зоне выполнения ремонта ЭД ГЦНА в ЦЗ РО.	Контракт No.CNT-EST/4100-1	До ППР-2020
9.	Приобрести специализированные комплексы (в ЗКД и ЗСД) для настройки и испытаний предохранительной арматуры.	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2020
10.	Изготовить роликовые опоры для ремонта роторов низкого (минимум 2 шт.) и высокого (1 шт.) давления. Изготовить калибры для ремонта вкладышей подшипников №№1-8. Приобрести современную аппаратуру для контроля и регулировки центровки проточной части и валопровода ТА.	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2020
11.	Приобрести отсекающие устройства парогенераторов для возможности выполнения работ на ПГ во время перегрузки топлива.	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2020
12.	Разработать, изготовить и установить в ШР или ШР ВКУ дополнительную съемную биозащиту для защиты персонала выполняющего работы с использованием системы СК-27 и извлечения образцов-свидетелей.	ПИР – Контракт No.CNT-EST/4100-1 КО – Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D СМР – Контракт No.PPM/T-4100 P	До ППР-2020
13.	Для повышения надёжности турбины К 1000 60/3000 3 и обеспечения заданного ресурса рабочих лопаток 5-х ступеней роторов низкого давления необходимо провести соответствующую модернизацию ЦНД-1, 2, 3 с привлечением завода-изготовителя.	ПИР – Контракт No.CNT-EST/4100-1 КО – Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D СМР – Контракт No.PPM/T-4100	До ППР-2020
14.	Для предотвращения выхода масла за пределы корпусов подшипников турбины необходимо	ПИР – Контракт	До

№ п/п	Мероприятия	Возможные источники финансирования	Срок реализации
	выполнить модернизацию узлов маслозащитных колец с установкой дополнительных контактных уплотнений заводского изготовления.	No.CNT-EST/4100-1 КО – Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D СМР – Контракт No.PPM/T-4100	ППР-2020
15.	Для обеспечения проектного функционирования системы уплотнений SG необходимо выполнить модернизацию оборудования паротурбинной установки в соответствии с рекомендациями ПАО «Силовые машины».	ПИР – Контракт No.CNT-EST/4100-1 КО – Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D СМР – Контракт No.PPM/T-4100	До ППР-2020
16.	Приобрести телевизионную систему дистанционного визуального контроля БЗТ и ШВК.	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2020
17.	Внедрить систему «сиппинг»-метода контроля герметичности оболочки ТВЭЛ в рабочей штанге машины перегрузочной в процессе транспортирования ТВС.	ПИР – Контракт No.CNT-EST/4100-1 КО – Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D СМР – Контракт No.PPM/T-4100	До ППР-2020
18.	Выполнить анализ возможности проектирования и строительства дополнительного здания для ремонта оборудования ЗКД.	Контракт No.CNT-EST/4100-1	До ППР-2021
19.	Провести модернизацию парогенераторов с переходом на уплотнение прокладками из расширенного графита.	ПИР – Контракт No.CNT-EST/4100-1 КО – Контракт No.SP-BNPP-1-	До ППР-2021

№ п/п	Мероприятия	Возможные источники финансирования	Срок реализации
		2018/309/1575-D СМР – Контракт No.PPM/T-4100	
20.	Приобрести групповой гайковерт фланцевых разъемов ПГ, не требующий использование полярного крана.	Контракт No.SP- BNPP-1- 2018/309/1575-D	До ППР-2021
21.	Для обеспечения проверки качества ремонта и работоспособности ИПУ КД и ИПУ САОЗ без рабочей среды в защищаемом объеме, необходимо обеспечить возможность их проверки от постороннего источника. Возможность выполнения данной работы предусмотрена в конструкциях обоих ИПУ. Для реализации этой опции необходимо разработать проект и выполнить монтаж необходимых трубопроводов и арматуры.	ПИР – Контракт No.CNT-EST/4100-1 КО – Контракт No.SP- BNPP-1- 2018/309/1575-D СМР – Контракт No.PPM/T-4100	До ППР-2021
22.	Приобрести систему СИГО-1 для сокращения времени проведения испытаний герметичного ограждения после ППР.	ПИР – Контракт No.CNT-EST/4100-1 КО – Контракт No.SP- BNPP-1- 2018/309/1575-D СМР – Контракт No.PPM/T-4100	До ППР-2021
23.	Рассмотреть возможность приобретения для автоматизированного ЭК парогенераторов альтернативных установок, положительно зарекомендовавших себя на АЭС РФ.	Контракт No.SP- BNPP-1- 2018/309/1575-D	До ППР-2022
24.	Приобрести манипуляторы для дистанционного ремонта и контроля дефектных теплообменных труб ПГ, имеющего в своем составе кроме ремонтных модулей, модуль осушки ТОТ и модуль контроля герметичности теплообменных труб парогенератора пузырьковым способом.	Контракт No.SP- BNPP-1- 2018/309/1575-D	До ППР-2022
25.	Для повышения надёжности и улучшения ремонтпригодности БЗОК необходимо выполнить модернизацию его линий управления в части замены установленной арматуры производства	ПИР – Контракт No.CNT-EST/4100-1	До ППР-2022

№ п/п	Мероприятия	Возможные источники финансирования	Срок реализации
	МК «Сплав» более надёжной и ремонтпригодной.	КО – Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D СМР – Контракт No.PPM/T-4100	
26.	Приобрести гайковерты фланцевых соединений патрубков верхнего блока для повышения надежности работы оборудования и сокращения сроков ремонта.	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2022
27.	Приобрести систему очистки воды для удаления загрязнений из бассейна выдержки	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2021
28.	Выполнить модернизацию системы управления машины перегрузочной с целью увеличения скорости перемещения ТВС	ПИР – Контракт No.CNT-EST/4100-1 КО – Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D СМР – Контракт No.PPM/T-4100	До ППР-2022
29.	Приобрести гайковерт одновременной автоматической вытяжки всех шпилек для разуплотнения - уплотнения главного разъема реактора	Контракт No.SP-BNPP-1-2018/309/1575-D	До ППР-2022
30.	Продолжить привлечение шеф-инженеров заводов-изготовителей оборудования во время ППР.	Контракт No.CNT-EST/4100-1	постоянно

Сокращения:

ПИР (проектно-исследовательские работы) – работы по разработке технического задания, исходных технических требований и другой проектной документации.

КО (комплектация оборудования) – поставка необходимого оборудования, запасных частей и материалов для модернизации.

СМР (строительно-монтажные работы) – монтаж и наладка нового оборудования, доработка существующего оборудования

Выводы

- Результаты выполнения третьего среднего ремонта энергоблока АЭС "Бушер" характеризуют достигнутый высокий уровень организации планово-предупредительного ремонта энергоблока. Администрация и специалисты АЭС ответственно подошли к процессу подготовки и проведения ППР. Необходимо продолжить совершенствование системы технического обслуживания и ремонта оборудования и систем АС в соответствии с рекомендациями раздела 9.
- Для повышения безопасности эксплуатации, надежной и экономичной работы оборудования и систем АЭС необходимо начать реализацию предложений указанных в разделе 10.
- Необходимо продолжить комплектование подразделений АЭС высококвалифицированными специалистами.
- Необходимо развивать систему повышения и поддержания квалификации ремонтного персонала.
- Необходимо развивать информационные системы управления ТОиР.
- Необходимо продолжить приобретение высокопроизводительной техники, инструмента и оснастки для ремонта оборудования.
- Необходимо обеспечить комплектование АЭС ремонтной документацией.
- Необходимо совершенствовать систему организационно-технических мер по обеспечению техники безопасности, радиационной безопасности и контролю выполнения правил работы на разуплотненном оборудовании.
- Необходимо провести капитальный ремонт мест проживания ремонтного персонала с целью приведения его технического состояния в соответствие с контрактными требованиями.