

УДК 621.311.25:621.039

АНАЛИЗ ВЫПОЛНЕНИЯ ПЕРСОНАЛОМ ДЕЙСТВУЮЩИХ АЭС РФ ТЕХНИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННЫХ МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ РАБОТОСПОСОБНОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДНОЙ АРМАТУРЫ ПРОИЗВОДСТВА ЗАО «ЭНЕРГОМАШ (ЧЕХОВ) – ЧЗЭМ»

**© 2014 г. Ю.Е. Ульянова, О.Ю. Пугачева, Ю.Н. Елжов, Р.Г. Бабенко,
Д.В. Сиротин, С.В. Василенко**

Волгодонский инженерно-технический институт – филиал Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ», Волгодонск, Ростовская обл.

В статье представлено обследование электроприводной арматуры «Чеховского завода энергетического машиностроения» в системах острого пара и питательной воды на действующих АЭС РФ, с разработкой программы организационных и технических мер по обеспечению его работоспособного состояния.

Ключевые слова: электроприводная арматура, информационные карты, анализ, обследование.

Поступила в редакцию 15.11.2014 г.

За последние 10 лет на действующих АЭС имели место 12 остановов и разгрузок энергоблоков из-за отказов задвижек острого пара и питательной воды производства ЗАО «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ». Причиной отказов являлись обрывы штоков либо заплечиков обойм электроприводной арматуры (ЭПА) типа 895-400, 973-500, 973-600, 1117-500, 1117-600. Как показало расследование причин отказов, ими стали проектные и конструктивные недостатки ЭПА, а также неисполнение персоналом АЭС мероприятий, разработанных по предыдущим аналогичным нарушениям.

В целях обеспечения надежности электроприводной арматуры острого пара и питательной воды на совещании по теме «Диагностирование тепломеханического оборудования АЭС» (Концерн «Росэнергоатом», 2013 год) было принято решение о проведении комплексного обследования действующих АЭС. Исполнителем этой работы на конкурсной основе был определен НИИ АЭМ ВИТИ НИЯУ МИФИ.

1. ОБЪЕКТ ОБСЛЕДОВАНИЯ

Согласно Рабочей программе объектом обследования являются технические и организационные меры по обеспечению работоспособного состояния ЭПА типов 848-400, 895-400, 973-500, 973-600, 1080-400, 1117-500, 1117-600 ЗАО «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ» в системах острого пара и питательной воды на действующих АЭС РФ.

При этом:

- задвижки типов 847-400, 848-400, 1080-400, 973-500, 973-600, 1117-500, 1117-600, используются в качестве запорной арматуры на трубопроводах пара и питательной воды 2-го контура АЭС с реакторами типа ВВЭР-1000 и ВВЭР-440;
- задвижки типа 895-400, используются в РУ с РБМК-1000 в системах

питательной воды и острого пара, САОР, ПЭН;

– задвижки типа 970-850 установлены в качестве запорных устройств на горячей и холодной нитках циркуляционных петель 1 контура АЭС с реактором ВВЭР-1000.

Главной причиной нарушения работы представленной арматуры является разрушение и обрыв запорного органа и, как следствие, отказ и невозможность выполнять «запорную» функцию. Основными повреждающими факторами при этом считаются малоцикловая усталость материала, напряженно-деформированное состояние конструкции в местах концентрации напряжений, повышенная температура, давление и коррозионное влияние среды.

2. МЕТОДИКА ОБСЛЕДОВАНИЯ

В рамках выполнения данной работы специалистами НИИ АЭМ ВИТИ НИЯУ МИФИ была разработана Рабочая программа обследования, в которой определены его цели:

– изучение и обобщение опыта обеспечения работоспособного состояния ЭПА производства ЗАО «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ» на действующих АЭС;

– выявление причин нарушений в работе указанной арматуры, включая обрывы штоков и запечиков ответственной ЭПА, с целью последующей выдачи рекомендаций по их устранению.

В этом же документе определялись задачи, которые необходимо решить для достижения указанных целей, главными из которых являлись сбор данных, их анализ и обобщение, выявление недостатков и выработка рекомендаций по их устранению.

В рамках первого этапа работы специалистами НИИ АЭМ было проведено комплексное обследование Балаковской, Белоярской, Калининской, Кольской, Курской, Ленинградской, Нововоронежской, Ростовской и Смоленской АЭС. Сбор данных на Билибинской АЭС предполагалось выполнять дистанционно, однако станция письмом уведомила об отсутствии у нее арматуры указанных типов.

Кураторами работ со стороны станций были определены представители подразделений технической диагностики АЭС. Работы по сбору информации проводились с цехами-владельцами арматуры (РЦ, ТЦ, РТЦ), службами инженерной поддержки АЭС (ОТД, ЛТД, ОМиПР, КТО), ремонтными службами АЭС (ОППР, ЦЦР, ОУР), ЦТАИ.

По результатам обследования на каждой станции были составлены протоколы, в которых фиксировались:

- общее количество обследованной арматуры;
- технологические обозначения арматуры (технологические позиции);
- распределение арматуры по типам;
- распределение арматуры по энергоблокам;
- распределение арматуры по цехам-владельцам;
- перечень технологических систем;
- объемы полученных данных и обязательства станций по срокам предоставления недостающих данных.

Полученные в ходе проведения обследования материалы были обработаны и использованы для составления информационных карт в соответствии с Рабочей программой обследования. При составлении информационных карт использовалась информация о технических характеристиках ЭПА, полученная из других открытых источников (справочников, каталогов и т.п.), а также из базы данных оборудования АЭС НИИ АЭМ. Информационные карты содержат следующие данные (сведения):

– карта №1 содержит перечень ЭПА, представленной АЭС к обследованию.

Перечень включает сведения о типе, месте размещения арматуры, технических характеристиках арматуры и электропривода, характеристиках рабочей среды;

– карта №2 содержит перечни имеющейся в наличии на АЭС эксплуатационной и ремонтной документации на ЭПА, подлежащей обследованию;

– карта №3 содержит сведения о проведенных обследованиях с целью продления срока эксплуатации, модернизациях ЭПА;

– карта №4 содержит сведения об организационной структуре диагностических подразделений, квалификации персонала, оснащении их техническими и программными средствами диагностики, методическим обеспечением;

– карта №5 содержит сведения о проведенных диагностических обследованиях ЭПА, выявленных дефектах, выданных рекомендациях по устранению дефектов (предложенных ремонтах) и выводы о техническом состоянии обследуемой арматуры;

– карта №6 содержит сведения о реализованных на АЭС графиках ремонта и обслуживания, видах ремонта ответственной ЭПА;

– карта №7 содержит сведения о нарушениях в работе ЭПА, подлежащей обследованию, их причинах и корректирующих мероприятиях;

– карта №8 содержит сведения об организационных и технических мероприятиях, планируемых и выполняемых, по обеспечению работоспособного состояния ЭПА.

Пример заполнения информационных карт приведен на рисунке 1.

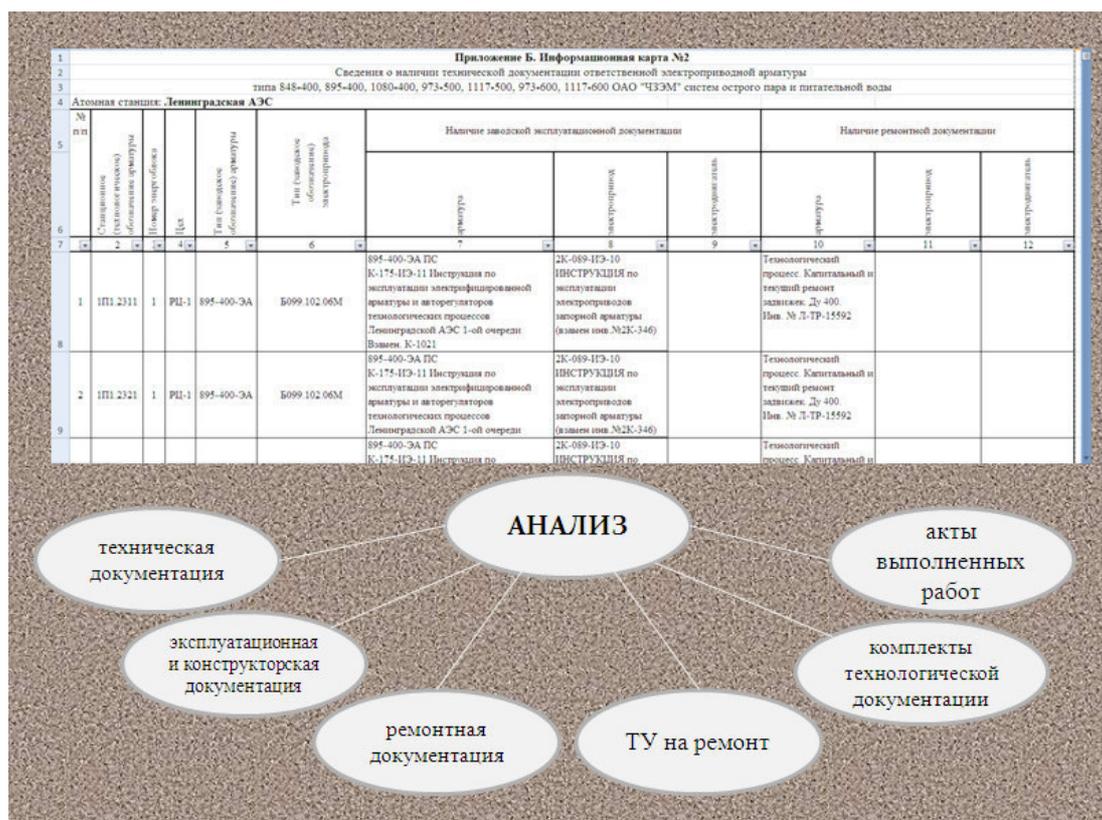


Рис. 1. – Пример заполнения информационных карт

3. ОБЪЕМ ОБСЛЕДОВАНИЯ

В соответствии с данными протоколов обследования было обследовано всего 1186 единиц электроприводной арматуры. Распределение количества обследованной арматуры по АЭС представлено на рисунке 2.



Рис. 2. – Распределение ЭПА по станциям

Наибольшее число обследованных единиц (276) приходится на Ленинградскую АЭС. Это связано с большой насыщенностью РУ с РБМК-1000 арматурой производства ЗАО «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ».

Наименьше число обследованных единиц – на Белоярской АЭС (6 единиц, 1 блок, РУ с БН-600). Такое количество обусловлено тем, что к настоящему времени практически вся арматура ЗАО «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ» на 3 блоке БАЭС заменена на более современную арматуру фирмы «Sempell» (Германия) в рамках международной программы TACIS.

Распределение количества обследованной арматуры по типам ЭПА представлено на рисунке 3.



Рис. 3. – Распределение ЭПА по типам

Из диаграммы на рисунке следует, что почти половина из обследованных единиц (590) – ЭПА типа 895-400 (в различных вариантах исполнения). Эта арматура используется исключительно в РУ с РБМК-1000, в основном, в системах острого пара и

питательной воды. Второе место по распространенности имеет ЭПА типа 1080-400 (169), используемая в РУ с ВВЭР-1000 преимущественно в системах питательной воды. Из указанных в Рабочей программе обследования типов ЭПА наименьшую распространенность на АЭС РФ имеет задвижка типа 1117-600 – 6 единиц (КлнАЭС, РоАЭС).

Комплексное обследование Балаковской, Белоярской, Калининской, Кольской, Курской, Ленинградской, Нововоронежской, Ростовской, Смоленской АЭС, проводилось специалистами НИИ АЭМ ВИТИ НИЯУ МИФИ путем командирования на обследуемые АЭС и сбора данных, характеризующих мероприятия, выполняемые каждой из обследуемых станций по поддержанию эксплуатационной готовности ответственной арматуры производства ЗАО «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ».

Анализ технической, конструкторской и технологической ремонтной документации, ремонтных регламентов на системы, в состав которых входит арматура производства «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ», графиков ремонтов, представленных подразделениями АЭС для анализа, определил необходимость выполнения корректировок и дополнений, заключающихся в доработке и переработке ремонтной документации. Предлагается в технические условия и технологические процессы на ремонт ответственной ЭПА ввести обязательный капиллярный контроль шпинделя и обоймы при среднем и капитальном ремонте в зонах конструктивных концентраторов напряжений. Контроль проводить по ПНАЭ Г-7-018-89, класс чувствительности II по ГОСТ 18442-80. Нормы оценки качества – на отсутствие трещин.

Участки капиллярного контроля должны включать зону сальника шпинделя, поверхности головки и шейки шпинделя, Т-образного паза под замковое соединение шпинделя и обоймы, а также зоны, вызывающие сомнение по результатам визуально-измерительного контроля (ВИК).

Важное место в обеспечении безопасной эксплуатации ответственной арматуры занимает организация процесса ее диагностирования. По результатам анализа организации диагностирования электроприводной арматуры на обследуемых АЭС сделан ряд выводов:

1) Наиболее эффективно работают диагностические подразделения АЭС, которые производят многократное диагностическое обследование арматуры (пред- и послеремонтное диагностирование, диагностирование по специальному графику в межремонтный период, по требованию цехов-владельцев арматуры).

2) Необходимо разработать общий методический подход к диагностированию арматуры, входящей в системы безопасности и арматуры, входящей в состав систем важных для безопасности с организацией обучения персонала диагностических подразделений АЭС.

3) Необходима разработка и внедрение новых методов диагностики, повышающих глубину поиска дефекта и позволяющих однозначно определять дефекты запорного органа.

4) Рекомендуется организовать общестанционную базу данных, содержащую необходимую информацию для диагностирования арматуры.

Практически все энергоблоки обследуемых АЭС (кроме Ростовской АЭС) находятся в эксплуатации 30 и более лет. В связи с этим на АЭС проводятся комплекс организационных и технических мероприятий по оценке технического состояния, определению остаточного ресурса и продлению срока эксплуатации энергоблоков. При продлении срока эксплуатации энергоблока АЭС предлагаются компенсирующие мероприятия, направленные на поддержание эксплуатационной надежности оборудования энергоблока на весь продляемый период, разрабатывается программа управления ресурсными характеристиками (УРХ) оборудования и, в частности,

арматуры производства «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ». Анализ мероприятий, проводимых обследуемыми АЭС при продлении срока эксплуатации энергоблоков, в составе которых эксплуатируется арматура производства «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ», позволил сделать следующие выводы и предложения по дополнению действующих программ УРХ:

– при восстановлении утраченных паспортов на арматуру следует восстанавливать паспорта на электропривод и электродвигатель, если они утрачены и не были заменены в ходе модернизации энергоблока;

– следует обобщить опыт АЭС, на которых прошли модернизации с заменами электроприводов на привода производства АУМА и «Тулаэлектропривод», соответствующие требованиям действующей нормативной документации (НП-068-05).

Оценкой эффективности мероприятий, выполняемых на каждой из обследуемых АЭС, является отсутствие простоев энергоблоков АЭС по причине выхода из строя ответственной арматуры.

Результаты комплексного обследования АЭС РФ, в составе энергоблоков которых эксплуатируется арматура производства «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ», проанализированы и обобщены специалистами НИИ АЭМ ВИТИ НИЯУ МИФИ, что позволит разработать программу комплексных мероприятий (организационных и технических), с учетом особенностей каждой атомной станции.

Следует отметить, что полученная при выполнении комплексного обследования АЭС РФ информация существенно дополняет существующую в НИИ АЭМ ВИТИ НИЯУ МИФИ общестанционную базу данных по арматуре АЭС.

По результатам анализа полученных материалов, а также на основе накопленного опыта по диагностированию электроприводной арматуры, разработке ремонтной конструкторской и технологической документации, специалистами НИИ АЭМ ВИТИ НИЯУ МИФИ совместно со специалистами ОАО «Концерн Росэнергоатом», разрабатываются комплексные рекомендации и мероприятия, направленные на предупреждение отказов арматуры производства ЗАО «Энергомаш (Чехов) – ЧЗЭМ».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Календарный план. Приложение №2 к договору №4/АЭМ-14/2010590016/Б2013/10/2014-КА от 18.02.2014 г. на выполнение работ «Повышение надежности, эффективности, безопасности тепломеханического оборудования» по теме: «Проведение обследования АЭС в части выполняемых в настоящее время испытаний арматуры и привода, применения технических средств, периодичности и объема испытаний» [Текст]. – ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2014.
2. Договор №4/АЭМ-14/2010590016/Б2013/10/2014-КА от 18.02.2014 г. на выполнение работ «Повышение надежности, эффективности, безопасности тепломеханического оборудования» по теме: «Проведение обследования АЭС в части выполняемых в настоящее время испытаний арматуры и привода, применения технических средств, периодичности и объема испытаний» [Текст]. – ОАО «Концерн Росэнергоатом», 2014.
3. РБ 030-04 Анализ опыта эксплуатации при продлении срока эксплуатации блока атомной станции [Текст]. – [Б.м.], 2009.
4. ПНАЭ Г-7-008-89 Правила устройства и безопасной эксплуатации оборудования и трубопроводов атомных энергетических установок [Текст]. – [Б.м., б.г.].
5. ОПБ-88/97 НП-001-97 (ПНАЭГ-01-011-97) Общие положения обеспечения безопасности атомных станций [Текст]. – [Б.м., б.г.].
6. НП-068-05 Трубопроводная арматура для атомных станций. Общие технические требования [Текст]. – [Б.м., б.г.].
7. РД ЭО 0648-2005 Положение о техническом диагностировании электроприводной трубопроводной промышленной арматуры на энергоблоках атомных станций [Текст]. – [Б.м., б.г.].
8. МТ1.2.3.02.999.0085-2010 Диагностирование трубопроводной электропроводной арматуры. Методика [Текст]. – [Б.м., б.г.].

The Analysis of Technical and Organizational Actions Made by the Staff of the Operating Russian NPPs to Provide Operating State of Motorized Fittings Produced by JSC «Energomach (Chekhov)»

**Yu.E. Ulyanova, O.Yu. Pugacheva, Yu.N. Elzhov, R.G. Babenko,
D.V. Sirotin, S.V. Vasilenko**

*Volgodonsk Engineering Technical Institute
the Branch of National Research Nuclear University
«MEPhI», 73/94 Lenin St., Volgodonsk, Rostov region, Russia
347360 e-mail: nii_energomash@mail.ru*

Abstract – Inspection of motorized fittings of "Chekhov power machine building plant" in systems of acute steam and feed water at the operating Russian NPPs, and developing of the program of organizational and technical measures for providing its operating state is presented in article.

Keywords: motorized fittings, information charts, analysis, inspection.

REFERENCES

- [1] Kalendarnyj plan. Prilozhenie №2 k dogovoru №4/AJeM-14/2010590016/B2013/10/2014-KA ot 18.02.2014 g. na vypolnenie rabot «Povyshenie nadezhnosti, jeffektivnosti, bezopasnosti teplomehanicheskogo oborudovaniya» po teme: «Provedenie obsledovaniya AJeS v chasti vypolnjaemyh v nastojashhee vremya ispytaniy armatury i privoda, primeneniya tehniceskikh sredstv, periodichnosti i obema ispytaniy» [Planned schedule. Appendix № 2 to the contract "№ 4/AEM-14/2010590016/B2013/10/2014-KA of 18.02.2014 on performance of work "Increase of reliability, efficiency, safety the heatmechanical equipment" on a subject: "Carrying out inspection of the NPP in part the tests of fittings and drive, application of the technical which are carried out now means, frequency and volume of tests"]. OAO «Koncern Rosjenergoatom» [JSC Rosenergoatom Concern], 2014. (in Russian)
- [2] Dogovor №4/AJeM-14/2010590016/B2013/10/2014-KA ot 18.02.2014 g. na vypolnenie rabot «Povyshenie nadezhnosti, jeffektivnosti, bezopasnosti teplomehanicheskogo oborudovaniya» po teme: «Provedenie obsledovaniya AJeS v chasti vypolnjaemyh v nastojashhee vremya ispytaniy armatury i privoda, primeneniya tehniceskikh sredstv, periodichnosti i obema ispytaniy» [The contract No. 4/AEM-14/2010590016/B2013/10/2014-KA of 18.02.2014 for work "Increase of reliability, efficiency, safety of the heatmechanical equipment" on a subject: "Carrying out inspection of the NPP regarding the tests of fittings and drive, application of technical means which are carried out now, frequency and the volume of tests"]. OAO «Koncern Rosjenergoatom» [JSC Rosenergoatom Concern], 2014. (in Russian)
- [3] RB 030-04 Analiz opyta jekspluatacii pri prodlenii sroka jekspluatacii bloka atomnoj stancii [RB 030-04 Analysis of operating experience at extension of term of nuclear power plant unit operation]. 2009. (in Russian)
- [4] PNAJe G-7-008-89 Pravila ustrojstva i bezopasnoj jekspluatacii oborudovaniya i truboprovodov atomnyh jenergeticheskikh ustanovok [PNAE G-7-008-89 Rules for the construction and safe of the nuclear power station equipment and pipelines operation]. (in Russian)
- [5] OPB-88/97 NP-001-97 (PNAJeG-01-011-97) Obshhie polozhenija obespechenija bezopasnosti atomnyh stancij [OPB-88/97 NP-001-97 (PNAEG-01-011-97) General provisions of nuclear power plant safety]. (in Russian)
- [6] NP-068-05 Truboprovodnaja armatura dlja atomnyh stancij. Obshhie tehniceskije trebovanija [NP-068-05 Pipeline fittings for nuclear power plants. General technical requirements]. (in Russian)

- [7] RD JeO 0648-2005 Polozhenie o tehničeskom diagnostirovanii jelektroprivodnoj truboprovodnoj promyšlennoj armatury na jenergoblokah atomnyh stancij [RD EO 0648-2005 the Provision on technical diagnosing of electrodriving pipeline industrial fittings at of nuclear power plant units]. (in Russian)
- [8] MT1.2.3.02.999.0085-2010 Diagnostirovanie truboprovodnoj jelektroprovodnoj armatury. Metodika [MT1.2.3.02.999.0085-2010 Diagnosing of pipeline electrowire fittings. Technique]. (in Russian)