



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО



**Требования к оборудованию, изделиям,
инструментам, приборам, устройствам,
приспособлениям, материалам,
реагентам и т.п., используемым в период
выполнения пусконаладочных работ и
испытаний при вводе энергоблоков АЭС
в эксплуатацию**

Генеральный директор ОАО «Атомтехэнерго»

Сааков Э.С.

Инжиниринговая деятельность по вводу в эксплуатацию

Инжиниринговая деятельность по вводу в эксплуатацию сооружаемых энергоблоков АЭС включает:

- техническое руководство процессом ввода в эксплуатацию энергоблока АЭС в тесном взаимодействии с Эксплуатирующей организацией;
- выполнение комплекса работ по проверке реальной реализации проекта сооружения энергоблока в соответствии с проектными требованиями и решениями, выявление и устранение проектных несоответствий, несоответствий по поставленному и смонтированному оборудованию, несоответствий по выполненным строительным-монтажным работам и т.п.;
- проведение пусконаладочных работ и испытаний на всех этапах пусконаладочных работ, включая физический и энергетический пуски и опытно-промышленную эксплуатацию энергоблока, с целью подтверждения соответствия фактических характеристик систем важных для безопасности и систем безопасности, а также систем нормальной эксплуатации, проектным требованиям;
- проведение комплексных и гарантийных испытаний систем и оборудования и энергоблока в целом.



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Инжиниринговая деятельность по вводу в эксплуатацию

Сложность и трудоемкость работ по вводу в эксплуатацию энергоблока АЭС обусловлена тем, что этот этап жизненного цикла энергоблока является комплексным, в котором реализуется переход от строительно-монтажных и пусконаладочных работ на энергоблоке к его эксплуатации.

Сложности с проектированием и поставками, трудности с обеспечением строительно-монтажной готовности к проведению пусконаладочных работ и испытаний и начало эксплуатации отдельных систем и оборудования в соответствии с графиками работ по вводу в эксплуатацию приводят к необходимости совмещать и, соответственно, координировать всю эту разноплановую деятельность при безусловном выполнении требований по безопасности.

При подготовке и выполнении инжиниринговой деятельности по вводу в эксплуатацию энергоблока АЭС и выполнении пусконаладочных работ, различного рода проверок и испытаний, используются как штатные средства контроля и регистрации системы АСУ ТП, так и нештатные дополнительные системы измерений и измерительные устройства и приборы, дополнительное оборудование, материалы, изделия, инструменты, приборы, устройства, приспособления, реагенты и т.п.

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011



Требования к нештатному дополнительному оснащению

1. В соответствии с потребностями должна быть обеспечена поставка дополнительного оснащения в соответствии со структурой сводной спецификации по следующим группам и ориентировочной стоимостью:
 - 1.1 оборудование и системы для специзмерений и физиспытаний – 270 млн. руб;
 - 1.2 контрольные, измерительные и регистрирующие приборы, аппаратура, устройства – 1,5 млн. руб;
 - 1.3 электроизмерительные приборы – 20 млн. руб;
 - 1.4 измерительный и слесарно-монтажный инструмент – 0,15 млн. руб;
 - 1.5 вычислительная техника, оргтехника, расходные материалы – 12 млн. руб;
 - 1.6 насосное оборудование, балансировочные приборы и оборудование – 2,5 млн. руб;
 - 1.7 химические реагенты и фильтрующие материалы – 2,5 млн. руб;
 - 1.8 основные и вспомогательные материалы – 15,5 млн. руб.

Лимит затрат по спецификации может достигать 400 млн. руб.

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011



Требования к нештатному дополнительному оснащению

2. Конкретное дополнительное оборудование, изделия, инструменты, приборы, устройства, приспособления, материалы, реагенты и т.п., применяемые при выполнении инжиниринговой деятельности при вводе энергоблока в эксплуатацию, должны обеспечить качественное выполнение работ, их применение не должно требовать значительных затрат времени при производстве работ, должна быть обеспечена, по возможности, автономность при использовании средств измерения и их своевременная поверка. Должна быть предусмотрена возможность использования поставленного дополнительного оснащения при вводе в эксплуатацию нескольких сооружаемых энергоблоков или возможность его использования при техническом обслуживании и ремонте действующих энергоблоков АЭС.



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Требования к нештатному дополнительному оснащению

3. Порядок выполнения закупок определяется стандартом Госкорпорации «Росатом». Сроки поставок оборудования, изделий, инструментов, приборов, устройства, приспособления, материалов, реагентов и т.п. должны быть определены в соответствии с графиками подготовки и выполнения работ по вводу в эксплуатацию сооружаемого энергоблока АЭС.
4. В соответствии с Приказом Госкорпорации «Росатом» «Об электронных закупках» необходимо обеспечить переход к проведению всех закупочных процедур, информация по которым не содержит сведения ограниченного доступа, в электронном виде. Для участия в закупках в электронном виде всем потенциальным Участникам необходимо пройти аккредитацию и регистрацию на электронных торговых площадках (ЭТП).



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Далее в докладе приведена более подробная информация о применении дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию. Указания на применение конкретных приборов, систем и т.п. приведены в качестве примера.



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Одной из самой крупной дополнительной системой, используемой при выполнении проверок и испытаний, является система специальных пусконаладочных измерений (СПНИ), применяемая для проведения измерений на реакторной установке на этапах пусконаладочных работ. Она обеспечивает измерение теплогидравлических, вибрационных и тензометрических характеристик в различных режимах работы реакторных установок, в том числе измерение теплогидравлических характеристик имитационной активной зоны.

Контроль термомеханической нагруженности элементов оборудования реакторной установки (РУ), наряду с вибродинамическими и теплогидравлическими измерениями, входящий в комплекс СПНИ, проводится при вводе в эксплуатацию на всех блоках АЭС с реакторами ВВЭР. Это позволяет оптимизировать размещение точек тензо-термометрирования и обработку данных при проведении контроля температур, напряжений и перемещений, входящего в состав СПНИ. Результаты таких измерений с применением СПНИ позволяют вести постоянную работу по оптимизации условий эксплуатации оборудования РУ в ходе эволюционной модернизации сооружаемых блоков, определять остаточный ресурс оборудования и обосновывать продления сроков эксплуатации.

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Выполнение первой загрузки ядерного топлива в активную зону также требует применения дополнительных устройств и приспособлений, которые необходимы только в этот период времени. К таким устройствам относятся сигнализаторы уровня теплоносителя в реакторе, пробоотборники и т.п. На рис. 1 показан момент завершения загрузки ядерного топлива в активную зону реактора АЭС «Бушер», на которых можно увидеть кабели и шланги дополнительных устройств, размещенных в реакторе.



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

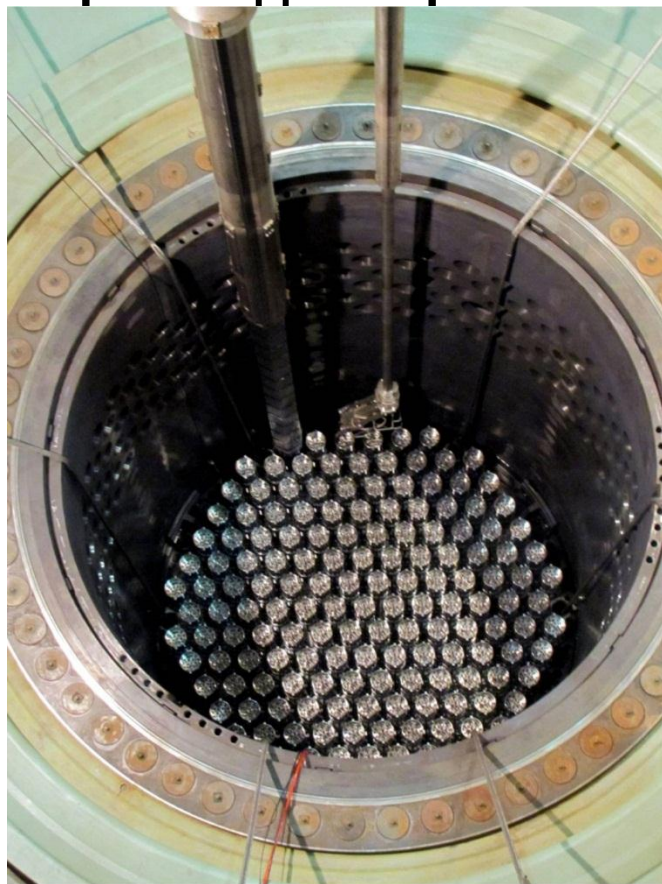


Рис.1 Загрузка последней ТВС в активную зону реактора АЭС «Бушер»



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



Рис.2 Специалисты-физики ОАО «Атомтехэнерго» после завершения загрузки ядерного топлива в активную зону реактора АЭС «Бушер»

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

При проведении испытаний и физических измерений при выводе реактора в критическое состояние используется специализированный измерительный комплекс, который обеспечивает представление и обработку всех необходимых данных для расчета таких нейтронно-физических характеристик активной зоны, как коэффициенты реактивности, дифференциальная и интегральная эффективность ОР СУЗ, эффективность аварийной защиты и т.п.

Современные цифровые подсистемы АСУ ТП позволяют безопасно и надежно подключать такие специализированные измерительные комплексы и получать все необходимые данные и выполнять необходимые вычисления. Примером такой системы может служить специализированный измерительный комплекс - СИК, разработанный НИЦ «Курчатовский институт» для АЭС «Тяньвань». Токовые сигналы от ионизационных камер по специально проложенной линии связи поступали в СИК, который содержал два комплекта аппаратуры системы токовых измерений СТИ-3-2 для измерения токов ионизационных камер и два компьютера для отображения, регистрации и архивирования данных от СТИ-3-2 и от штатных информационных систем АЭС. В компьютере по току ионизационных камер производилось вычисление реактивности, синхронизированное с фактическим состоянием активной зоны и реакторной установкой в целом.

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Энергоблок АЭС в своем составе имеет самое разнообразное технологическое, электротехническое и контрольно-измерительное оборудование, которое объединены в составе проектных систем на конкретном энергоблоке.

Ввод энергоблока в эксплуатацию требует выполнения пусконаладочных работ и испытаний, целью которых является подтверждение проектных характеристик систем и оборудования, выявление и устранение несоответствий в проекте, оборудовании и в СМР, препятствующих проектному функционированию систем и оборудования.

Количество систем на энергоблоке исчисляется сотнями, количество оборудования – тысячами. Например, количество электроприводной трубопроводной арматуры, требующей выполнения проверок и наладок достигает 5-6 тысяч.

Только систем вентиляции, имеющих в своем составе вентиляторы и воздухопроводы на энергоблоке около трехсот. Кроме проверок функционирования собственно вентиляторов и их электроприводов и измерение расходов воздуха требуется наладка распределения воздуха по потребителям, что связано с проведением большого объема аэродинамических измерений на воздухопроводах с использованием переносных измерительных устройств.



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Большого внимания и усилий требуют проведение опробований электроприводов трубопроводной арматуры, электроприводов насосов и вентиляторов, проведение высоковольтных испытаний электрических кабелей, электродвигателей, трансформаторов.

Отдельно можно сказать о послемонтажных очистках смонтированных технологических систем, целью которых является обеспечение чистоты и отсутствие посторонних предметов, в том числе и в трубопроводах и оборудовании первого контура и смежных с ним систем. Качество этих работ напрямую влияет на работоспособность и сроки выполнения работ по вводу энергоблока в эксплуатацию.

Здесь возможны и непредвиденные обстоятельства. Например, повреждение насосов расхолаживания на АЭС «Бушер» при их опробовании, привело к необходимости выгрузки свежезагруженной активной зоны из реактора, повторной очистки трубопроводов первого контура и корпуса реактора и последовательной очистки ТВС от возможных посторонних предметов.

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Пусконаладочные программы и методики испытаний систем и оборудования энергоблока, разрабатываемые на основе проектно-конструкторской документации и документации заводов-изготовителей оборудования, предусматривают выполнение большого объема испытаний с целью подтверждения проектных критериев.

Как правило, при выполнении таких испытаний используются штатные измерительные средства.

На рис.3 показан рабочий момент проведения пусконаладочных работ на штатных средствах контроля на БПУ АЭС «Бушер».



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



Рис.3 Выполнение проверок АСУ ТП АЭС «Бушер»

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

В тоже время имеется большой набор испытаний, в которых получение фактических данных о работе оборудования и систем возможно только при использовании дополнительных средств контроля.

Проект не может предусматривать, например, штатный контроль вибрации на всех вращающихся механизмах, или, например, средства измерения расходов воздуха в распределенных системах вентиляции, или, например, установку расходомеров на всех потребителях систем технической воды и т.п. В таких испытаниях используются переносные автономные средства измерения.

Примером таких устройств могут быть ультразвуковые расходомеры, которые не требуют прямого контакта датчиков со средой и которые могут устанавливаться на трубопроводах различного диаметра.

На рис. 4,5, в качестве примера, показано переносное ультразвуковое расходомерное устройство FLUXUS® ADM F601 (F).



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



Рис.4 Портативный ультразвуковой расходомер жидкости FLUXUS® ADM F601 (F)



Рис.5 Измерительное оборудование FLUXUS® ADM F601 в транспортном состоянии



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Для контроля параметров и диагностики технического состояния электроприводной арматуры, электродвигателей, насосов, вентиляторов выпускаются портативные устройства, которые могут быть использованы при проведении испытаний на оборудовании энергоблоков.

Примером таких устройств может служить комплект «Крона–517», изображенный на рис.6



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



Рис.6 Стенд контроля параметров электроприводного оборудования и вращающихся механизмов «Крона–517»

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

При необходимости внутреннего контроля состояния трубопроводов на предмет отсутствия посторонних предметов, коррозии и т.п. используются эндоскопы, например видеоэндоскоп OLYMPUS IPLEX FX2, имеющий сменные объективы со светодиодной подсветкой сверхвысокой яркости, с уменьшенным потреблением электроэнергии (см. рис.7).



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



Рис.7 OLYMPUS IPLEX FX2 - Эндоскоп с длиной видеокабеля не менее 12 м



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Для выполнения пусконаладочных работ на турбоагрегате АЭС может быть использована цифровая переносная система для контроля и диагностики систем автоматического регулирования и защит турбины. Примером такой системы может быть комплект «Крона-522», фотография которой приведена на рис.8



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

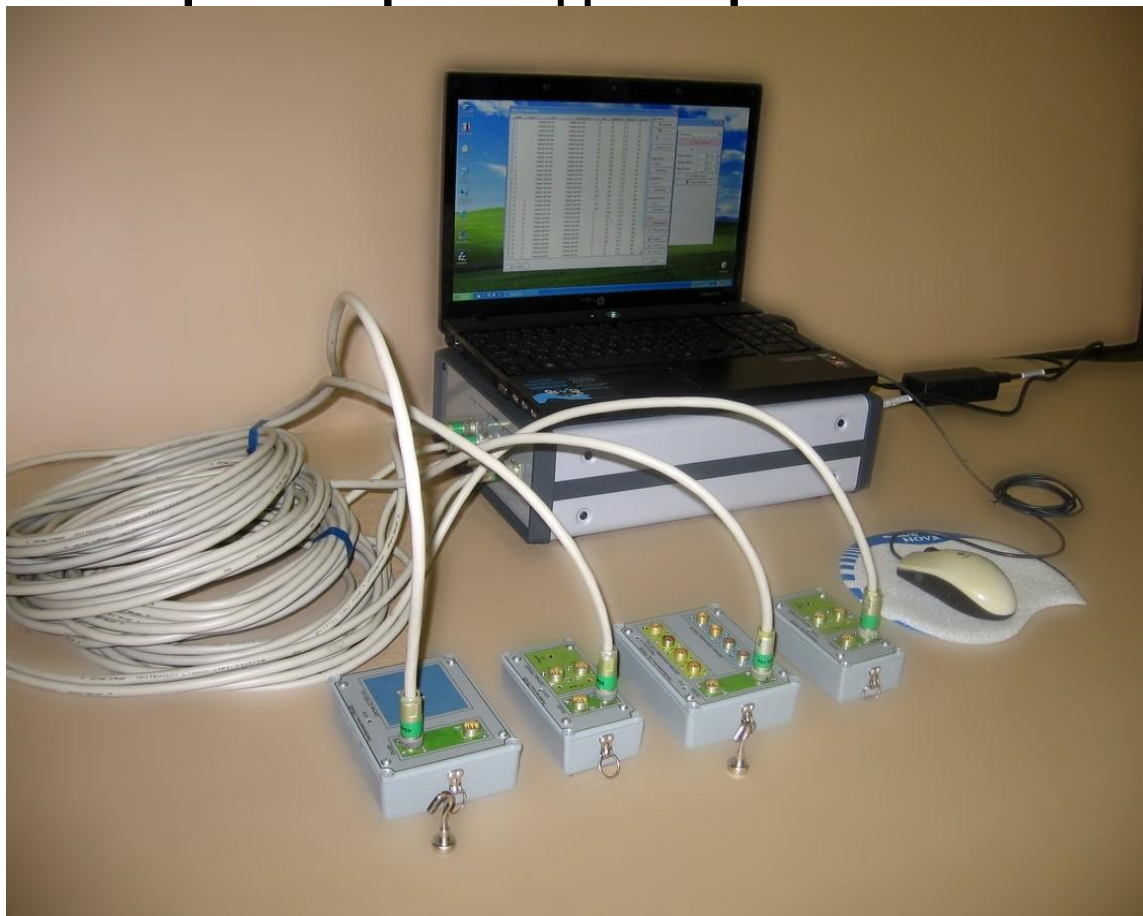


Рис.8 Система измерений параметров системы регулирования и защиты паровой турбины «Крона-522»

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Отличительной особенностью системы «Крона-522». от других средств измерения является то, что получение итоговых данных не требует длительной ручной обработки результатов измерений, а производится в автоматическом режиме. Таким образом, характеристики САРЗ и их соответствие формулярным значениям пользователь получает сразу, что во много раз ускоряет, облегчает настройку и повышает достоверность проверки системы регулирования и защиты турбины.

Дистанционное измерение температуры оборудования и трубопроводов с помощью инфракрасных термометров (пирометров) позволяет мгновенно измерять температуру в широком диапазоне температур на расстояниях от 1 до 30 м. Примером использования таких измерений может быть контроль температуры оборудования при гидравлических испытаниях оборудования.

На рис.9 показан рабочий момент термометрирования наружной поверхности парогенератора АЭС «Бушер» с помощью инфракрасного термометра.



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



Рис.9 Термометрирование наружной поверхности парогенератора АЭС «Бушер» с помощью инфракрасного термометра

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Для выполнения работ по наладке систем вентиляции используются приборы по замеру параметров воздуха (скорости, влажности, температуры, давления), выпускаемые самыми разными производителями. Например, многофункциональные приборы из семейства «Testo» или приборы, выпускаемые фирмой «KIMO Instruments».

На рис. 10 показан рабочий момент измерений на системе вентиляции сооружаемой АЭС «Бушер».



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



**Рис. 10 Проведение измерений
на вентсистеме АЭС «Бушер»**

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

При выполнении работ по опробованию вращающегося оборудования используется соответствующее оборудование и приборы для тестирования, в том числе оборудование по проверки качества центровки, тахометры и виброанализаторы, например виброанализатор VIBXPERT®II (см. рис. 11).



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



Рис.11 Виброанализатор
VIBXPERT®II

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Для проведения балансировки вращающихся механизмов могут использоваться балансировочные станки, например, типа BM-8000.

При наладке и испытании предохранительных клапанов и запорно-регулирующей арматуры с электроприводом могут использоваться соответствующие специализированные универсальные стенды, например стенды *unigrind R TS* (см. рис.12), которые предназначены для проведения испытаний как новой, так и восстановленной арматуры для выявления негерметичности корпуса и уплотняющей поверхности всех видов запорно-регулирующей арматуры, предохранительных клапанов, регулирующих клапанов, вентилей, кранов, задвижек различных конструкций.



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



**Рис.12 Стенд *unigrind R TS* для
испытаний
предохранительных клапанов
и запорно-регулирующей
арматуры**

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

В качестве достаточно универсального устройства может быть применена система многофункциональных приборов Ultraprobe для ультразвукового мониторинга оборудования, в т.ч. для проверки и выявления протечек, как при интегральных, так и при локальных испытаниях герметичного ограждения энергоблока АЭС, включая проверку герметичности локализующей арматуры, проходок, шлюзов и др.

Для проверки, испытаний и наладки электротехнического оборудования разработаны и применяются самые разнообразные приборы и установки. Например, для автоматизированной проверки и наладки устройств релейной защиты и автоматики всех поколений может использоваться прибор Ретом-51. Также необходимы различные приборы для измерения тока, напряжения, сопротивления изоляции и мощности, малогабаритные высоковольтные испытательные установки для испытания изоляции повышенным напряжением (от 0 до 50 кВ по переменному току и от 0 до 70 кВ по постоянному току), осциллографы, генераторы, трансформаторы, блоки питания, электроинструменты для работы в электроустановках до 10 кВ и средства защиты.

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Для входного и профилактического контроля работоспособности автоматических выключателей различного типа, установленных в цепях переменного тока и имеющих тепловые, электромагнитные и полупроводниковые расцепители, а также для проверки тепловых реле, реле тока и т. п. может быть применен переносной прибор «Крона-601.02» (см. рис.13).



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



**Рис.13 Устройство прогрузки автоматических выключателей
«Крона-601.02»**

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Для выполнения контроля давления в системах при проведении испытаний, в том числе и при гидравлических испытаниях, используются различные манометры и мановакууметры, включая образцовые, с широким диапазоном измерений. Кроме того, необходима комплектация соответствующими гидравлическими прессами и воздушными компрессорами для проведения гидро- и пневмоиспытаний систем.

На рис.14 представлен рабочий момент гидравлических испытаний на прочность системы второго контура на АЭС «Бушер» с использованием образцового манометра, на рис.15 – рабочий момент испытания шлюза здания реактора АЭС «Бушер».



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



Рис.14 Гидроиспытания на прочность системы второго контура АЭС
«Бушер»

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию



Рис.15 Испытания шлюза здания реактора АЭС «Бушер»

ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011



Применение дополнительных устройств, приборов и систем при выполнении работ при вводе энергоблоков в эксплуатацию

Для выполнения работ по вводу в эксплуатацию энергоблока АЭС необходимы расходные материалы - дизельное топливо, турбинное и трансформаторное масло, масло для электродвигателей и насосов, пар, электроэнергия, сжатый воздух, азот, химобессоленая вода, и т.п., потребность в которых уточняется в ходе выполнения работ. Кроме того, необходимы ионообменные смолы неядерного класса для проведения циркуляционных промывок и, соответственно, химреагенты и химреактивы для выполнения химического анализа.

Для выполнения послемонтажных очисток трубопроводов и оборудования технологических систем требуются соответствующее оборудование и материалы.



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

Инжиниринговая деятельность по вводу в эксплуатацию

Таким образом, в докладе представлены самые общие требования к дополнительному оборудованию, изделиям, инструментам, приборам, устройствам, приспособлениям, материалам, реагентам и т.п., используемым в период выполнения пусконаладочных работ и испытаний и примеры их применения при вводе энергоблоков АЭС в эксплуатацию.



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011», Москва, декабрь 2011

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



ОАО АТОМТЕХЭНЕРГО

«Атомэкс 2011» , Москва, декабрь 2011