

От редакции. В Киевском ЦКБА вступил в действие крупнейший в СНГ испытательный стенд для атомного оборудования. Украинские АЭС уже установили рабочие контакты по использованию стенда. Возможно, российским станциям также стоит об этом задуматься?

Квалификация оборудования – гарантия безопасности АЭС

В.Н. Кондратенко, руководитель испытательного центра Киевского центрального конструкторского бюро арматуростроения, e-mail: vkondratenko@kckba.kiev.ua

For our foreign readers

The new test bench facility was launched in CKBA, Kiev (Ukraine). It is the first-rate test facility for nuclear valves in CIS.

Ukraine NPPs get into business contact regarding test facility using.

Maybe it would be worth to Russian NPPs to think about it?

Введение

Когда люди говорят о ядерной энергетике, то в первую очередь их интересует безопасность атомных станций. К сожалению, Украина одна из немногих стран в мире ощутила на себе все ужасы радиационного заражения после аварии на Чернобыльской АЭС. Кроме того, всем известно: большинство атомных энергоблоков было построено во времена СССР и сейчас нуждается в модернизации.

Конвенция по ядерной безопасности МАГАТЭ, введенная в действие в октябре 1996 г., требует проведения оценки и, при необходимости, повышения безопасности существующих ядерных установок. В соответствии с этим документом безопасность ядерной установки обеспечивается за счет реализации принципа глубокоэшелонируемой защиты. При этом обоснованность применения для реализации этого принципа технологий и оборудования должна быть доказана опытом эксплуатации или квалифицирована с помощью испытаний или анализов. Квалификация оборудования является одним из наиболее распространенных способов подтверждения возможности выполнения оборудованием проектных функций безопасности. Системы и элементы, важные для безопасности, должны выполнять свои функции в установленных проектом объемах с учетом возможных в районе площадки АЭС воздействий природных явлений (землетрясений, ураганов, наводнений), внешних технологических воздействий (падения летательного аппарата, взрыва на магистральных трубопроводах и т.п.),

а также при возможных механических, тепловых, химических и прочих воздействиях, возникающих в результате проектных аварий. В связи с этим проведение квалификации оборудования ЯУ является одним из важнейших направлений деятельности по обеспечению необходимого уровня безопасности АЭС Украины.

Киевское центральное конструкторское бюро арматуростроения (ЗАО «КЦКБА») в области квалификации оборудования АЭС начало свою деятельность в ноябре 2006 года в части квалификационных испытаний оборудования в рамках проекта TACIS U2.01/02 «Поддержка НАЭК «Энергоатом» в разработке и внедрении программ квалификации оборудования». В период с ноября 2006 г. по май 2008 г. при поддержке Еврокомиссии, фирмы TECNATOM, S.A. (г. Мадрид, Испания), Института ядерных исследований (г. Ржеж, Чешская республика), а также Института поддержки эксплуатации АЭС (г. Киев) ЗАО «КЦКБА» были разработаны программы (процедуры) визуального контроля, функциональных испытаний, ускоренного термического старения, сейсмических испытаний и имитации воздейст-



вия «жестких» окружающих условий при авариях («большая и малая течь» согласно техническим требованиям ОТТ-87). По этим программам были проведены испытания образцов оборудования, представленных Ровенской и Хмельницкой АЭС. С целью проведения испытаний, имитирующих воздействия «жестких» окружающих условий (авария с потерей теплоносителя, разрыв высокопотенциального трубопровода и главного паропровода), ЗАО «КЦКБА» был разработан и внедрен уникальный для Украины испытательный стенд LOCA, аналоги которого имеются только за рубежом.

Технические данные и характеристики стенда

Стенд LOCA смонтирован в отдельном помещении площадью 120 м². В этом помещении на двух уровнях расположена комната оператора, имеющая выход в рабочий зал и автономный аварийный выход на улицу. Стенд имеет ручное и автоматическое управление, пульт управления находится на 2-м этаже комнаты оператора, имеющей «громкую» и дуплексную связь с рабочим залом. Помещение оборудовано кран-балкой грузоподъемностью 1000 кг и въездными воротами, позволяющими подавать крупногабаритные образцы продукции транспортными средствами непосредственно к рабочим камерам LOCA.

В состав стенда LOCA входят две рабочие камеры: объемом 0,5 м³ с фронтальной загрузкой испытуемых изделий, для испытаний малогабаритной продукции, и 1,8 м³ с вертикальной загрузкой, для испытаний крупногабаритной продукции.

Полезные размеры камеры V = 1,8 м ³ :	
– внутренний диаметр, мм	1200
– высота, мм	1500
– максимальная масса испытуемого изделия, кг	600
Рабочее давление, МПа:	
– камера V = 0,5 м ³	0,4
– камера V = 1,8 м ³	1,6
Температура паровоздушной смеси, °C	230
Состав химического раствора для орошения	Водный раствор, содержащий 16 г/кг борной кислоты с добавлением 3 г/кг едкого калия или 150 мг/кг гидразин-гидрата
Температура орошающего раствора, °C	70-130
Давление сжатого воздуха, подаваемого в испытуемое изделие, МПа	40
Температура сжатого воздуха, подаваемого в испытуемое изделие, °C	350
Питание тока, подаваемого на испытуемое изделие:	
– постоянного напряжения, В	36
– переменного напряжения, В	220; 380
Время выхода на режим испытаний, с	от 3 (в зависимости от задаваемых параметров)

Рабочие камеры LOCA оснащены проходками для ввода электрических кабелей различного диаметра и технологическими штуцерами для подвода сжатого воздуха.

Информационно-управляющий комплекс испытательного стенда LOCA состоит из:

- ПЭВМ в комплекте с видеотерминалом, мышью, клавиатурой, принтером и блоком бесперебойного питания,
- датчиков температуры,
- датчиков давления,
- настенного шкафа с преобразователями температуры и давления,
- настенного шкафа со средствами управления и информации о состоянии объекта,
- настенного шкафа с преобразователем интерфейса.

Указанное оборудование обеспечивает функционирование следующих типов измерительных каналов:

- измерительный канал температуры (0 ÷ 250 °C),
- измерительный канал давления (0 ÷ 0,6 МПа),
- измерительный канал давления (0 ÷ 1,6 МПа).

Метрологические характеристики измерительного канала температуры следующие:

- диапазон измерения температуры от 0 до 250 °C,
- пределы допускаемых абсолютных погрешностей измерения температуры без учета погрешности датчиков должны быть ±0,2 °C,
- номинальная цена единицы наименьшего разряда устройства отображения информации – 0,1 °C,
- всего имеется 8 однотипных измерительных каналов температуры.

Метрологические характеристики измерительных каналов высокого давления следующие:

- диапазон измерения давления от 0 до 1,6 МПа,
- пределы допускаемых значений абсолютных погрешностей измерения давления без учета погрешностей датчиков должны быть 0,002 МПа,
- номинальная цена единицы наименьшего разряда устройства отображения информации – 0,001 МПа (или по требованию заказчика 0,01 бар),
- всего имеются 3 однотипных измерительных канала.

Метрологические характеристики измерительного канала низкого давления следующие:

- диапазон измерения давления от 0 до 0,6 МПа,
- пределы допускаемых значений абсолютных погрешностей измерения давления без учета погрешностей датчиков должны быть 0,002 МПа,

- номинальная цена единицы наименьшего разряда устройства отображения информации – 0,001 МПа (или по требованию заказчика 0,01 бар),
- всего имеется один измерительный канал.

Вид интерфейса программы с изображением мнемосхемы стенда с камерами LOCA $V = 1,8 \text{ м}^3$ и $V = 0,5 \text{ м}^3$ приведен на *рис. 1 и 2*.

Рис. 1. Вид интерфейса программы с изображением мнемосхемы стенда с камерами LOCA, $V = 1,8 \text{ м}^3$

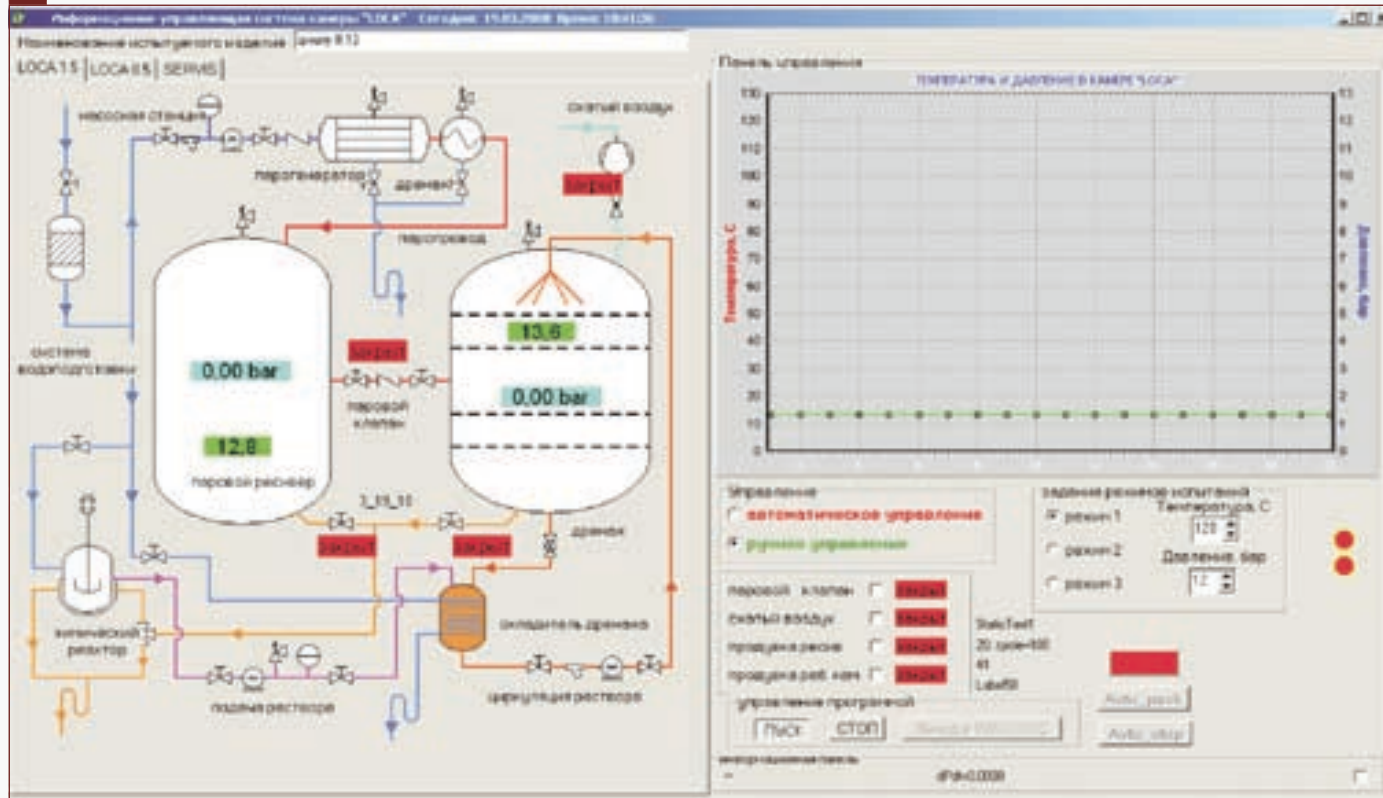


Рис. 2. Вид интерфейса программы с изображением мнемосхемы стенда с камерами LOCA, $V = 0,5 \text{ м}^3$

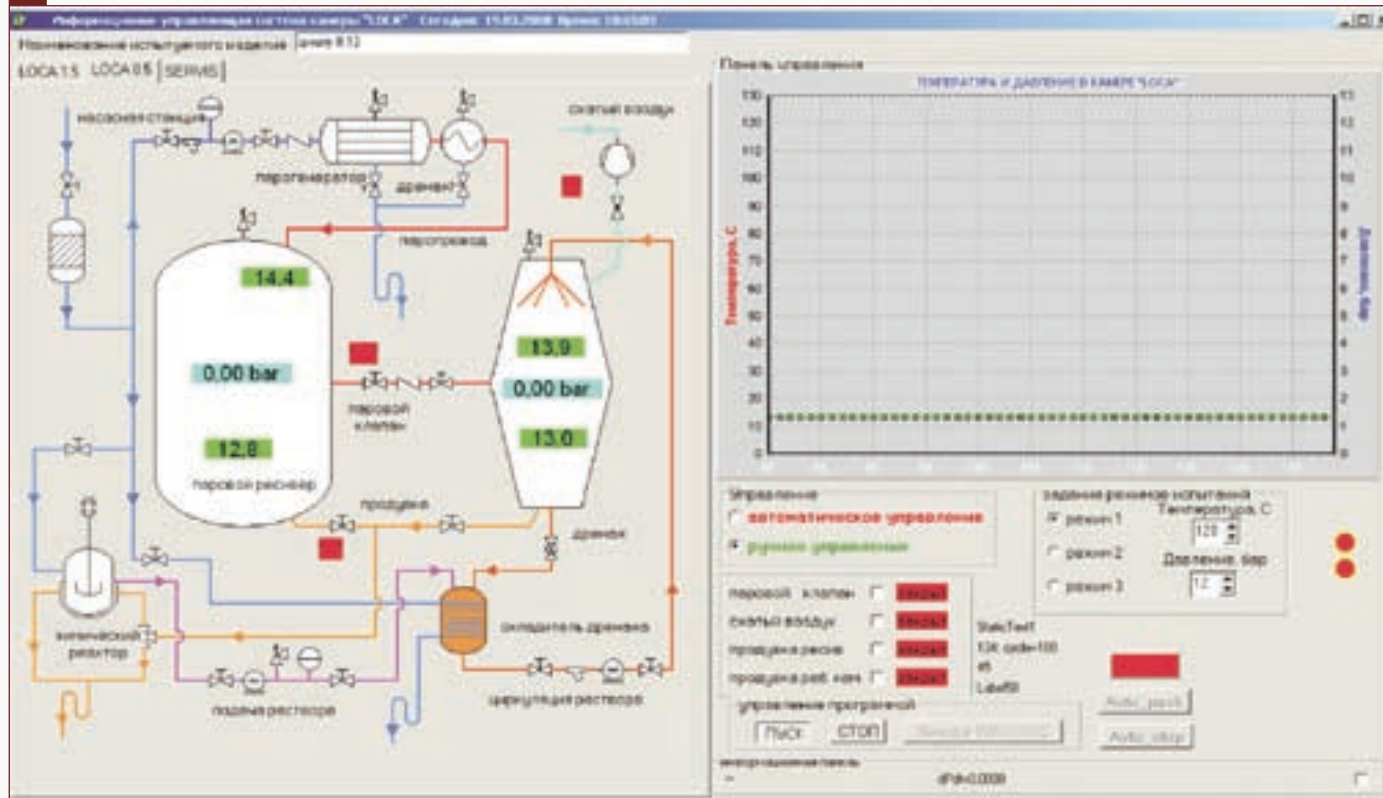
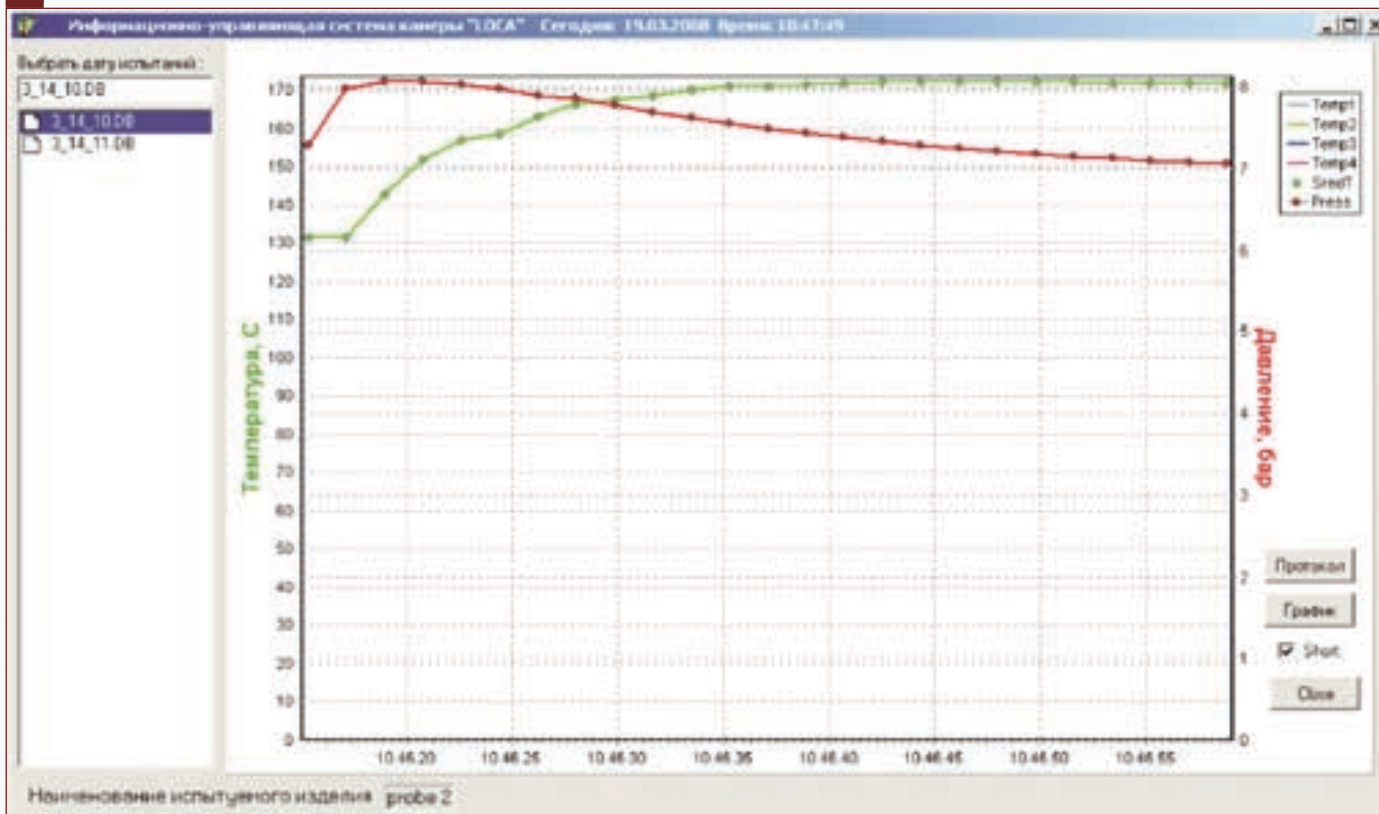


Рис. 3. Интерфейс программы просмотра результатов испытаний



В состав программного обеспечения комплекса входит программа просмотра результатов испытаний. Интерфейс программы показан на *рис. 3*.

Испытания образцов оборудования АЭС на стенде LOCA выполняются по следующей методике.

Проводится визуальный контроль и функциональные испытания образцов оборудования перед LOCA тестом.

Испытуемые образцы помещаются в камеру LOCA, где в течение от 3 до 60 секунд достигаются параметры режима испытаний. После выхода камеры на режим испытаний включается орошение химическим раствором. Под воздействием паровоздушной смеси и химического раствора испытуемые образцы находятся в течение от 5 часов до нескольких суток. В этот период времени несколько раз выполняются функциональные испытания.

После окончания LOCA теста и достижения в камере нормальных климатических условий окружающей среды образцы оборудования извлекаются наружу.

Проводится визуальный контроль и функциональные испытания.

Критерием приемлемости является сохранение образцами оборудования АЭС работоспособности во время и после окончания действия режима испытаний, имитирующих аварийные и поставарийные условия.

Выводы

Внедрение стенда LOCA с автоматизированной системой управления и регистрации параметров испытаний на базе испытательного центра ЗАО «КЦКБА» дает возможность его широкого использования в целях квалификации оборудования АЭС.