

АНАЛИЗ ПРОЦЕДУРЫ «СБРОС-ПОДПИТКА» ПРИ МОДЕРНИЗАЦИИ ИПУ КД НА ЭНЕРГОБЛОКАХ 5,6 ЗАЭС

Карелов И.В. ЗАО ЭИС Энеродар, Запорожская обл., Украина 71500 Тел: 380-06139-38919, Fax: 380-06139-17551 Email: karelov@eis.dv-com.net	Перепелица М.Л. ЗАО ЭИС Энеродар, Запорожская обл. Украина 71500 Тел: 380-06139-38919, Fax: 380-06139-17551 Email: mlp@eis.dv-com.net
---	---

ВВЕДЕНИЕ

Установленные в настоящее время на энергоблоках 5, 6 ЗАЭС ИПУ КД имеют ряд недостатков и несоответствий требованиям действующей нормативной документации. Один из таких недостатков – невозможность управления клапаном при давлении в 1 контуре менее 140 кгс/см². Это делает невозможным реализацию процедуры сброс – подпитка и снижает общий уровень безопасности энергоблока. В настоящей статье представлены результаты анализа режима сброс – подпитка, подтверждающие целесообразность выполнения модернизации ИПУ КД, а именно, обеспечение возможности управления клапаном при давлении в 1 контуре менее 140 кгс/см². Весь комплекс работ по модернизации ИПУ КД выполняется предприятием ЗАО ЭИС в рамках проектов TACIS.

ИСХОДНОЕ СОБЫТИЕ, ПРИБЛИЖЕНИЯ И ДОПУЩЕНИЯ

Исходным событием для анализа процедуры «сброс – подпитка» принят режим с полным прекращением подачи питательной воды в ПГ.

Для проведения данного расчетного анализа использовалась модифицированная 4-х петлевая модель ЯППУ для кода RELAP5/Mod3.2. В расчетной модели клапаны ИПУ КД моделируются элементом кода RELAP – «motor valve». При определении параметров клапана использовались, как паспортные данные, так и результаты реального инцидента с непосадкой ИПУ КД на энергоблоке №1 ЗАЭС в 1995 году.

Следующие параметры были определены и использованы в модели для выполнения анализа режима:

- Время открытия 1 сек.
- Площадь проходного сечения $3.6831 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2$.
- Коэффициент истечения для пара 0.58.
- Коэффициент истечения для воды 0.8.
- Коэффициент истечения для 2-х фазной смеси 0.8.

ОПИСАНИЕ РАСЧЕТНЫХ СЦЕНАРИЕВ

Расчетный анализ выполнялся для следующих конфигураций оборудования энергоблока:

- «Сброс-подпитка» с насосами САОЗ ВД;
- «Сброс-подпитка» с насосами САОЗ НД.

Начало реализации процедуры «сброс – подпитка» – первое открытие ИПУ КД с момента потери питательной воды ПГ. До конца расчета клапан остается в открытом положении. Начальные условия соответствуют номинальным параметрам энергоблока и идентичны для обеих конфигураций.

«Сброс-подпитка» с насосами САОЗ ВД

В данном расчетном анализе выполнена проверка процедуры «сброс–подпитка» при подаче борного раствора от 1 насоса САОЗ ВД со сбросом теплоносителя через 1 ИПУ КД. Минимальное количество насосов САОЗ выбрано для предотвращения возникновения условий хладноломкости.

«Сброс-подпитка» с насосами САОЗ НД

Отличительной особенностью этого режима является то, что если одного ИПУ КД не достаточно для декомпрессии I контура до давления подачи борного раствора от САОЗ НД, то необходимо определить достаточное количество клапанов. В данном расчетном анализе выполнена проверка процедуры «сброс – подпитка» при подаче борного раствора от 1 насоса САОЗ НД со сбросом теплоносителя через 1 и 2 ИПУ КД. Борный раствор от САОЗ ВД, в данном расчете, не подается.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТНОГО АНАЛИЗА

Результаты расчетного анализа процедуры «сброс-подпитка» с 1 насосом САОЗ ВД представлены на рисунках 1-3.

На рисунке– 1 давление над активной зоной. Рост давления, в связи с потерей теплоотвода со стороны II контура, приводит к открытию ИПУ КД на 1453 с переходного процесса. Далее, до окончания расчета, ИПУ КД остается открытым. В связи с открытием ИПУ КД и последующей подачей борного раствора от насоса САОЗ ВД, давление над активной зоной снижается до величины 20 кгс/см^2 – давления стабилизации.

На рисунке– 2 температура оболочки твэл. В ходе переходного процесса температура оболочки твэл не превышает 311°C . На момент окончания расчета температура составляет 173°C и продолжает снижаться в связи с расхолаживанием.

На рисунке– 3 значение температуры корпуса реактора в районе патрубка холодной нитки петли 1. В данную нитку осуществляется подача от насоса САОЗ ВД. В ходе переходного процесса температура корпуса реактора снижается до величины 201°C . К моменту окончания расчета температура корпуса реактора выше температуры хладноломкости и давление над активной зоной менее 35 кгс/см^2 . Условия хладноломкости не наступают.

Результаты расчетного анализа процедуры «сброс-подпитка» с 1 насосом САОЗ НД представлены на рисунках 4-6.

На рисунке 4– давление над активной зоной (в работе 1 ИПУ КД). Рост давления, в связи с потерей теплоотвода со стороны II контура, приводит к открытию ИПУ КД на 1453 с переходного процесса. Далее, до окончания расчета, ИПУ КД остается открытым. Отсутствие САОЗ ВД не позволяет снизить давление до значения подачи борного раствора от САОЗ НД и приводит к нарушению первого проектного предела –температура оболочек твэл превышает 1200°C .

На рисунке 5– давление над активной зоной (в работе 2 ИПУ КД). Рост давления, в связи с потерей теплоотвода со стороны II контура, приводит к открытию 2 ИПУ КД на 1453 с переходного процесса. Далее, до окончания расчета, 2 ИПУ КД остаются открытыми. В связи с открытием ИПУ КД и последующей подачей борного раствора от насоса САОЗ НД, давление над активной зоной снижается до величины 12 кгс/см^2 – давления стабилизации.

На рисунке 6– температура оболочки твэл (в работе 2 ИПУ КД). В ходе переходного процесса температура оболочки твэл не превышает 363°C . На момент окончания расчета температура составляет 180°C и продолжает снижаться в связи с расхолаживанием.

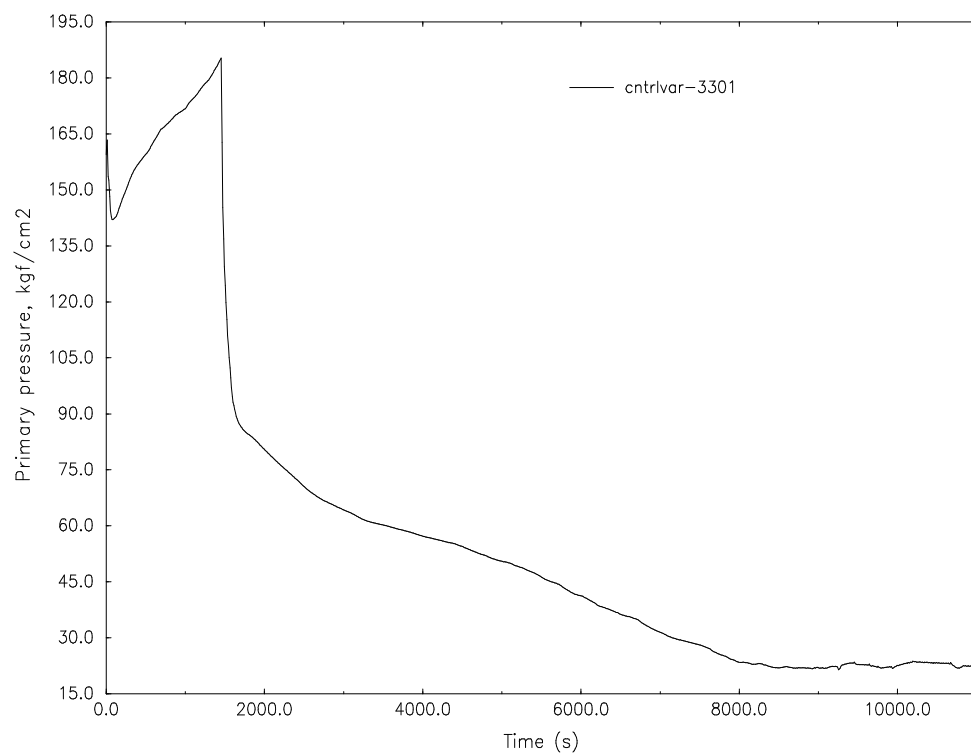


Рис.1 Давление на выходе из активной зоны (САОЗ ВД)

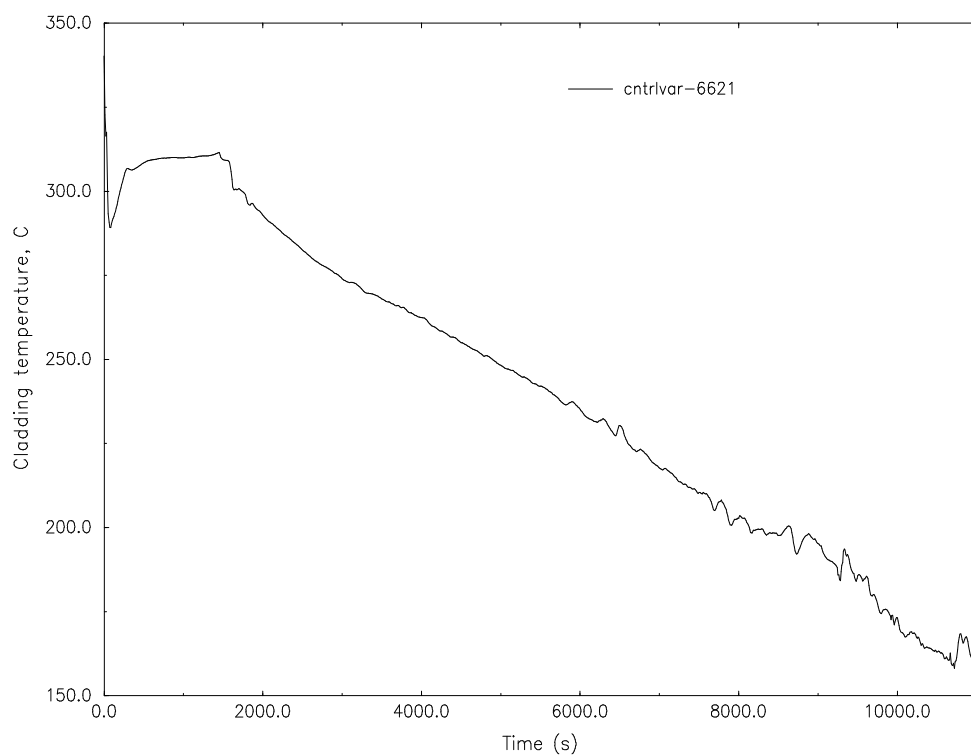


Рис.2 Температура оболочки твэл (САОЗ ВД)

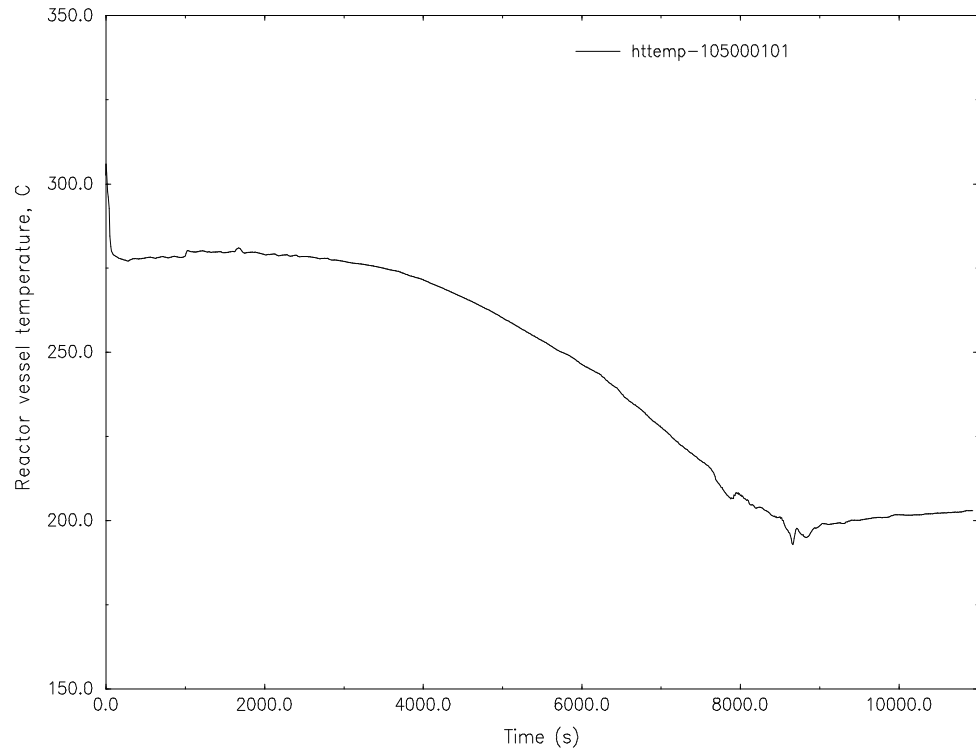


Рис.3 Температура корпуса реактора в районе патрубков (САОЗ ВД)

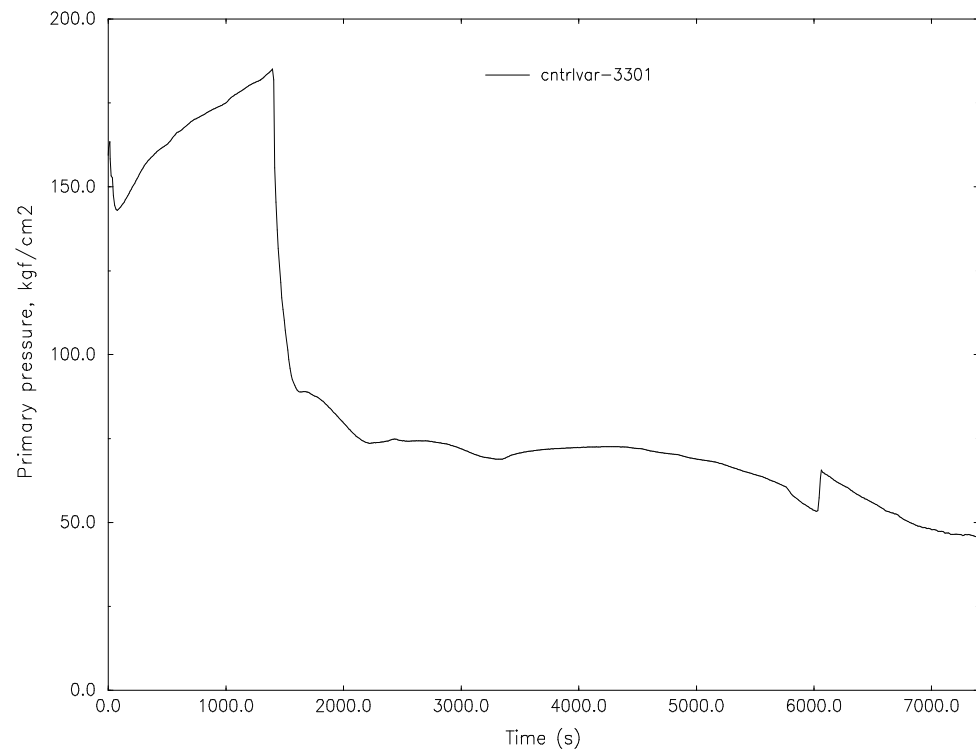


Рис.4 Давление на выходе из активной зоны при работе одного ИПУ КД (САОЗ НД)

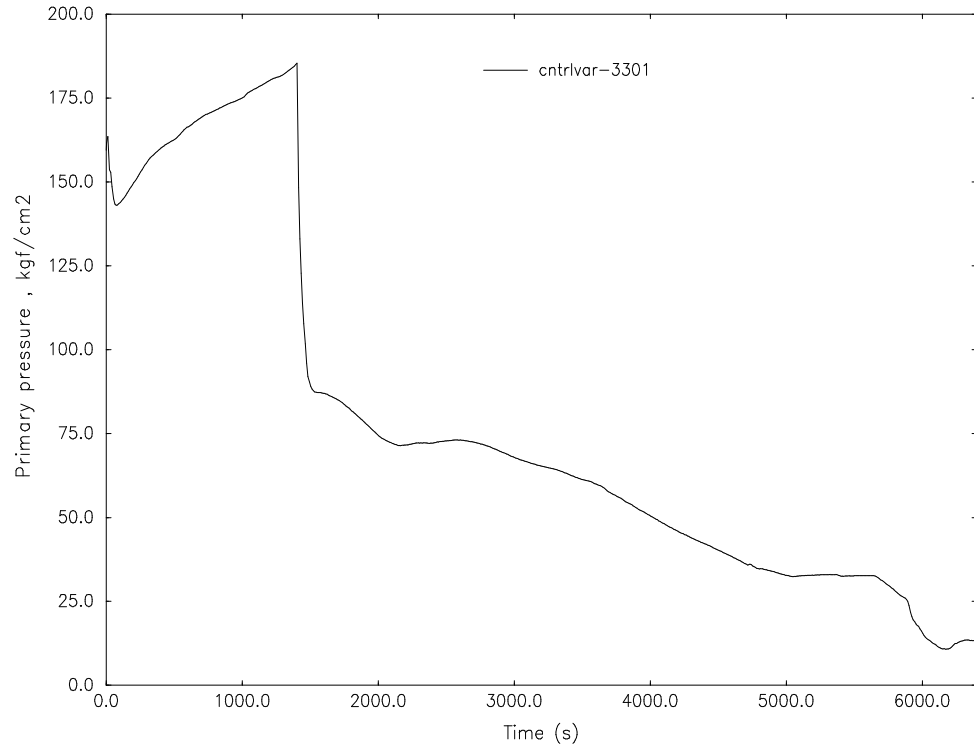


Рис.5 Давление на выходе из активной зоны при работе двух ИПУ КД (САОЗ НД)

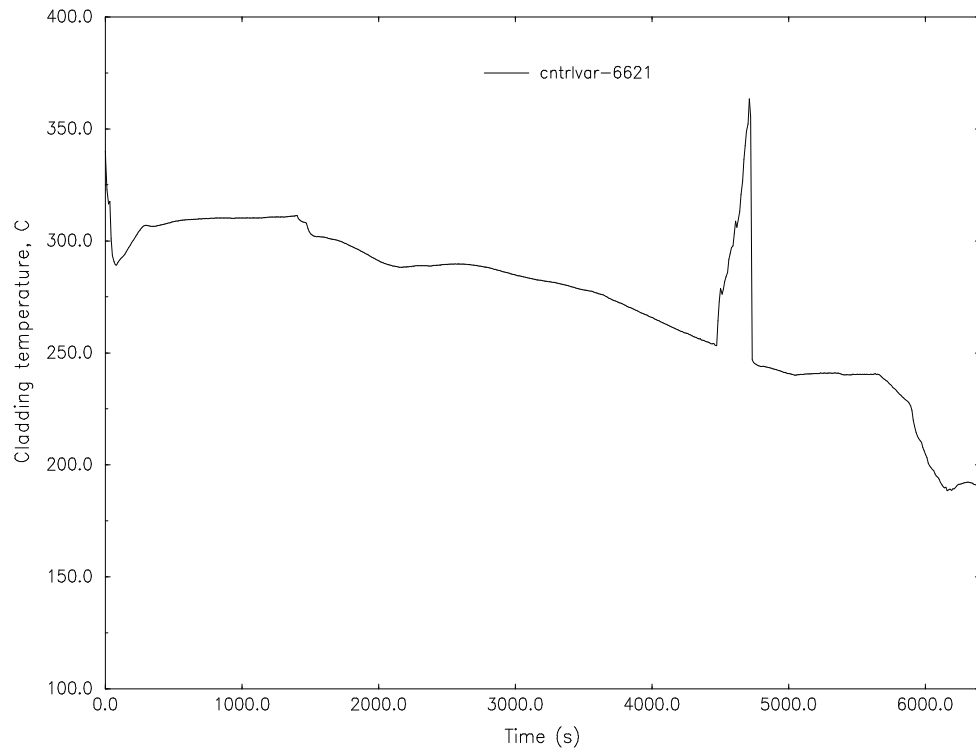


Рис.6 Температура оболочки твэл (САОЗ НД)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Клапаны ИПУ КД, совместно с насосами САОЗ, обеспечивают отвод остаточных энерговыделений от активной зоны реактора для следующих конфигураций процедуры «сброс-подпитка»:

- 1 САОЗ ВД+1 ИПУ КД
- 1 САОЗ НД+2 ИПУ КД

Процедура «сброс-подпитка» не возможна для конфигурации:

- 1 САОЗ НД+1 ИПУ КД

На основании представленного расчетного анализа выполнена переоценка уровня безопасности энергоблока. Частота повреждения активной зоны реактора от внутренних исходных событий изменилась в несколько раз.

ЛИТЕРАТУРА

1. Проект углубленного анализа безопасности энергоблока №5 Запорожской АЭС. Отчет «База данных по ЯППУ», 10044DL12R, ЗАЭС, 2000
2. Отчет о нарушении в работе энергоблока №1 ЗАЭС, 1995