

Sixth International Information Exchange Forum
on
“Safety Analysis for Nuclear Power Plants of VVER and RBMK Types”
(Forum-6)
8-12 April 2002; Kiev, Ukraine

**THE 2-nd STANDARD PROBLEM OF VVER REFLOODING:
BASIC RESULTS**

A.D. Efanov, V.N. Vinogradov, V.V. Sergeev, O.A. Sudnitsyn

State Scientific Center of the Russian Federation
Institute of Physics and Power Engineering
Thermophysics Department

Obninsk, Kaluga region, Russia
e-mail: vvs@ippe.obninsk.com

2-Я СТАНДАРТНАЯ ЗАДАЧА ПОВТОРНОГО ЗАЛИВА ВВЭР: ОСНОВНЫЕ ИТОГИ

А.Д. Ефанов, В.Н. Виноградов, В.В. Сергеев, О.А. Судницын
ГНЦ РФ-ФЭИ им. А.И. Лейпунского, Обнинск, Россия

ВВЕДЕНИЕ

Расчетная оценка поведения элементов активной зоны ядерного реактора в аварийных условиях невозможна без знания протекающих при этом тепловых процессов. Адекватность получаемых с помощью теплогидравлических расчетных кодов результатов реальным процессам проверяется в ходе выполнения ряда Стандартных задач.

На предыдущем Форуме были доложены итоги выполнения 1-ой Стандартной задачи (СП-1) повторного залива ВВЭР: «Расхолаживание 7-стержневой модели ТВС ВВЭР в условиях повторного залива снизу». В том же, 2000 году, началось выполнение 2-ой Стандартной задачи (СП-2) нижнего повторного залива ВВЭР с использованием эксперимента по расхолаживанию полномасштабной по высоте 37-стержневой модели ТВС.

В этой работе приняли участие представители 8-ми организаций Минатома России.

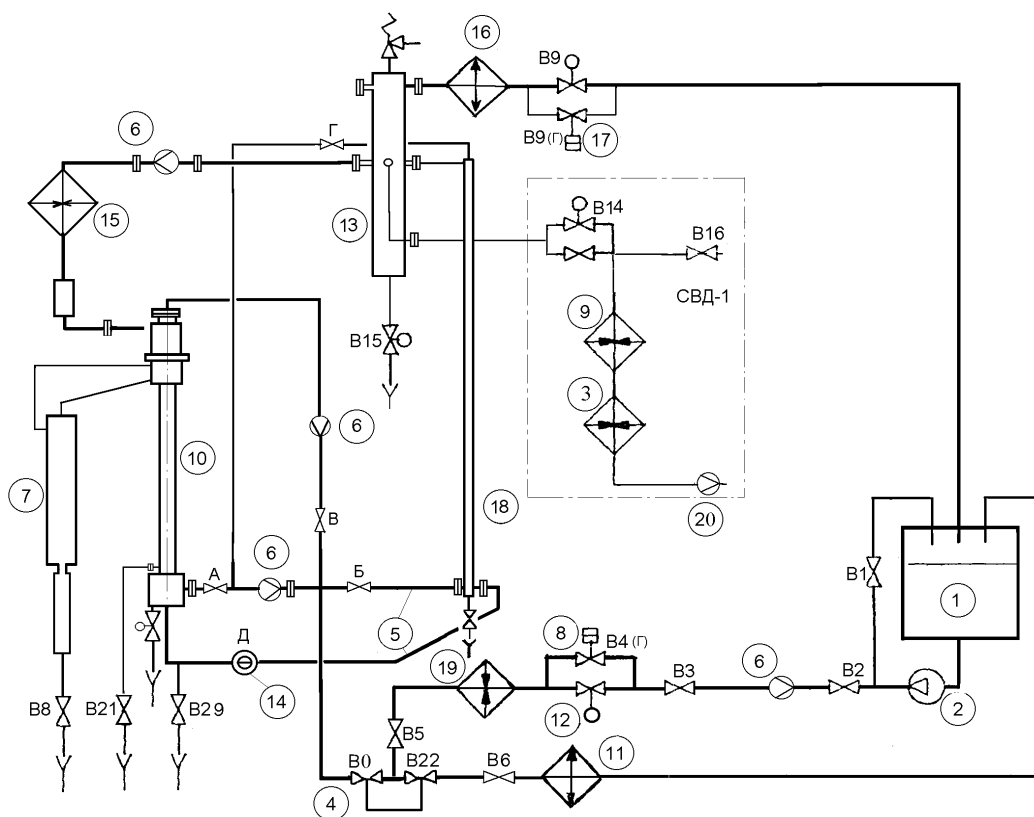
№	Организация	Код
1	ОКБ «Гидропресс»	КАНАЛ-97
2	НИТИ	КОРСАР/В1
3	ОКБМ	RELAP5/Mod.2
4	НИКИЭТ	RELAP5/Mod3.2; ATHLET1.2
5	ИПБ ИЯЭ РНЦ КИ	RELAP5/Mod3.2.2
6	ГНЦ РФ НИИАР	RELAP5/Mod3.2.2
7	ПКФ «Росэнергоатомпроект»	CATHARE 2
8	ГНЦ РФ-ФЭИ	COBRA-TF

В докладе приведено краткое описание предложенного в качестве Стандартной задачи эксперимента и представлены основные результаты его расчетного анализа.

КРАТКИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Опыты проводились на петле повторного залива стенда СВД-1, принципиальная схема которой показана ниже.

СХЕМА ПЕТЛИ ПОВТОРНОГО ЗАЛИВА

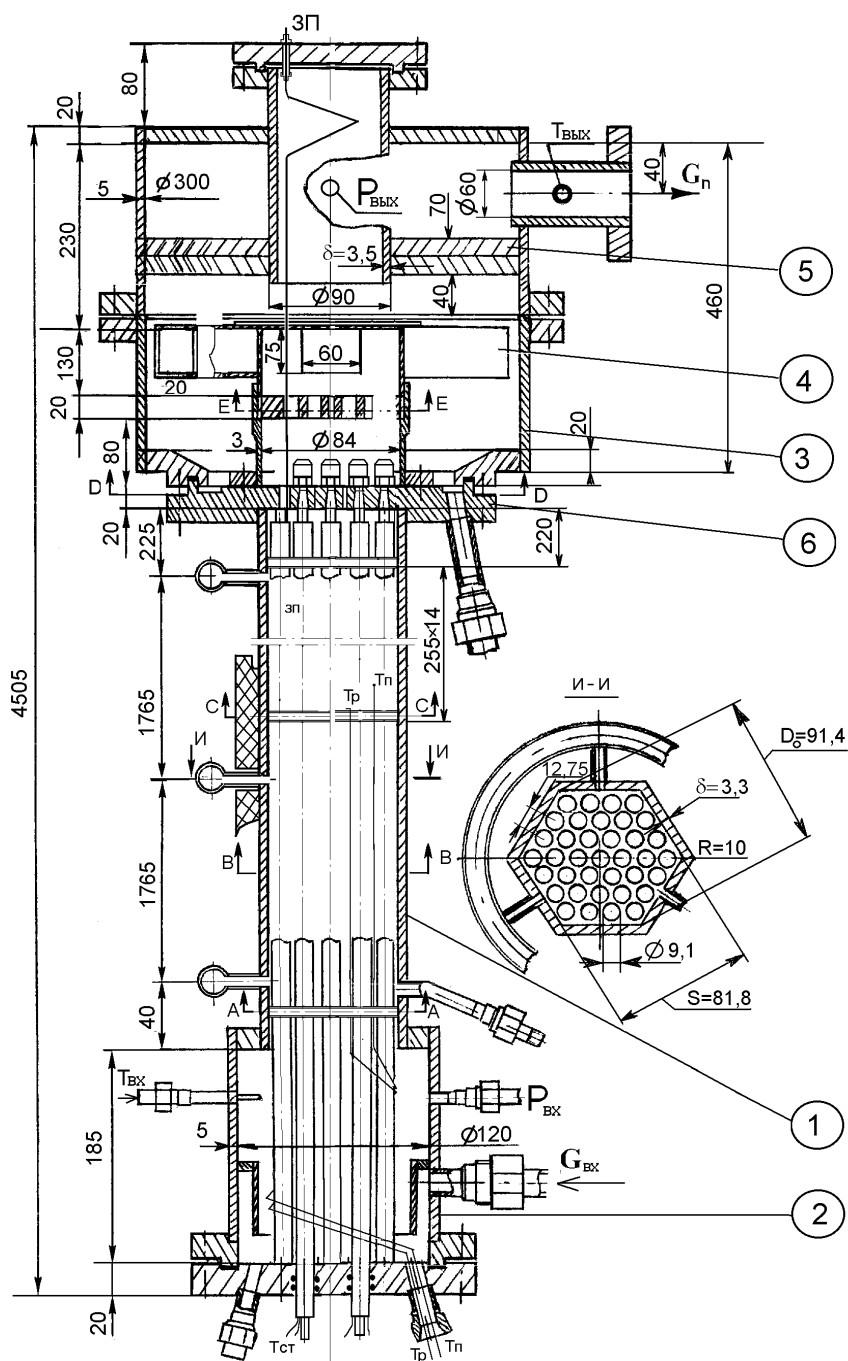


1 – бак; 2 – насос; 3,9 – парогенераторы; 4 – сдвоенный перекидной клапан; 5 – переключки; 6 – расходомер; 7 – сосуд унесенной влаги; 10 – модель ТВС; 11, 16 – холодильники; 13 – паровой компенсатор-смеситель; 15 – доосушитель пара; 18 – напорная труба (модель НКР).

Режим повторного залива моделировался путем подачи воды снизу в рабочий участок после предварительного осушения и прогрева модели и петли сухим насыщенным паром рабочего давления, стабилизации режимных параметров и стартовой мощности на рабочем участке. Сигналом для пуска воды и снижения мощности по заданному закону служило повышение температуры оболочек имитаторов твэл до заданного стартового значения.

СХЕМА РАБОЧЕГО УЧАСТКА

37-стержневая модель ТВС ВВЭР представляла собой сборку имитаторов ТВЭЛ косвенного нагрева в шестигранном стальном корпусе. Распределение энерговыделения по высоте имитаторов было ступенчатым (5 ступеней) с коэффициентом неравномерности - 1,62. Температура внутренней поверхности оболочек имитаторов измерялась хромель-алюмелевыми кабельными термомпарами диаметром 1 мм.



1 – корпус; 2 – нижняя камера; 3 – верхняя камера; 4 – сепарирующая циклонная насадка; 5 – жалюзи; 6 – решетка-токоподвод.

СЦЕНАРИЙ ОПЫТА

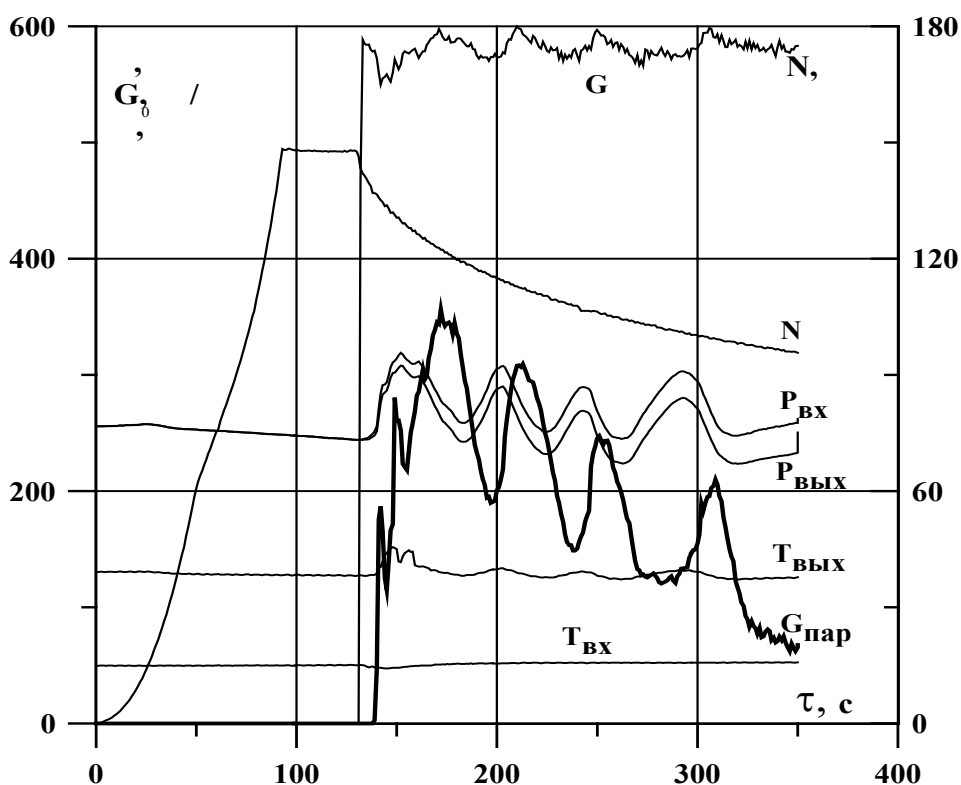
Исходное состояние: нижняя камера модели и нижняя часть пучка стержней (до уровня начала зоны обогрева) заполнены водой, остальная часть пучка и верхняя камера – насыщенным паром

- Подъем мощности до заданного уровня.
- Прогрев стержней до стартовой температуры.
- При достижении стартовой температуры начинается снижение мощности по заданному закону и включается расход охлаждающей воды.
- Опыт прекращается при снижении температуры стержней до температуры кипения.

Стартовые значения основных параметров:

- давление в выходной камере - 0,246 МПа
- температура охлаждающей воды - 50 °С
- скорость залива - 4,9 см/с
- максимальная плотность теплового потока - 1,77 кВт/м
- максимальная температура оболочек имитаторов - 700 °С

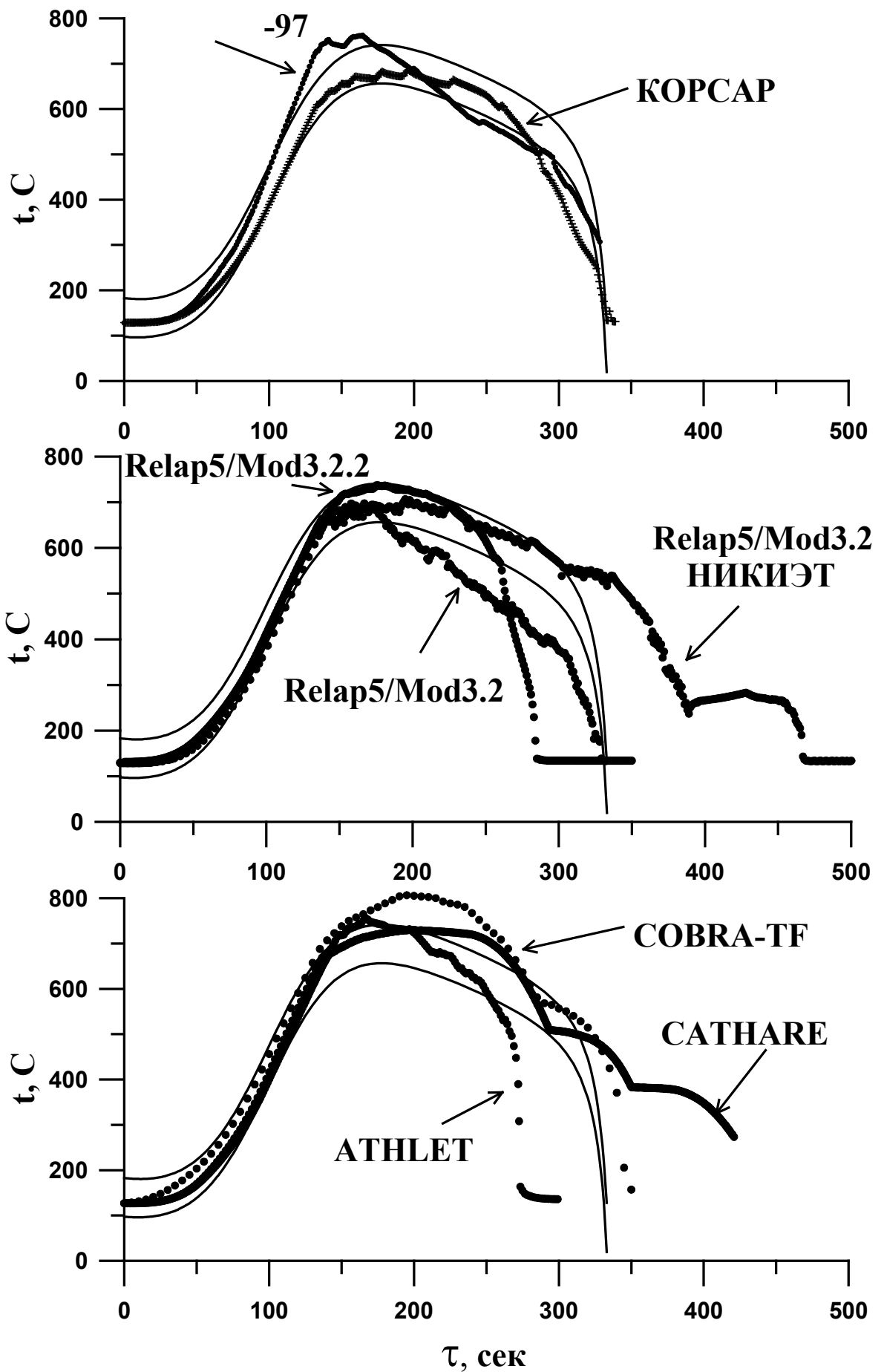
Изменение режимных параметров в опыте



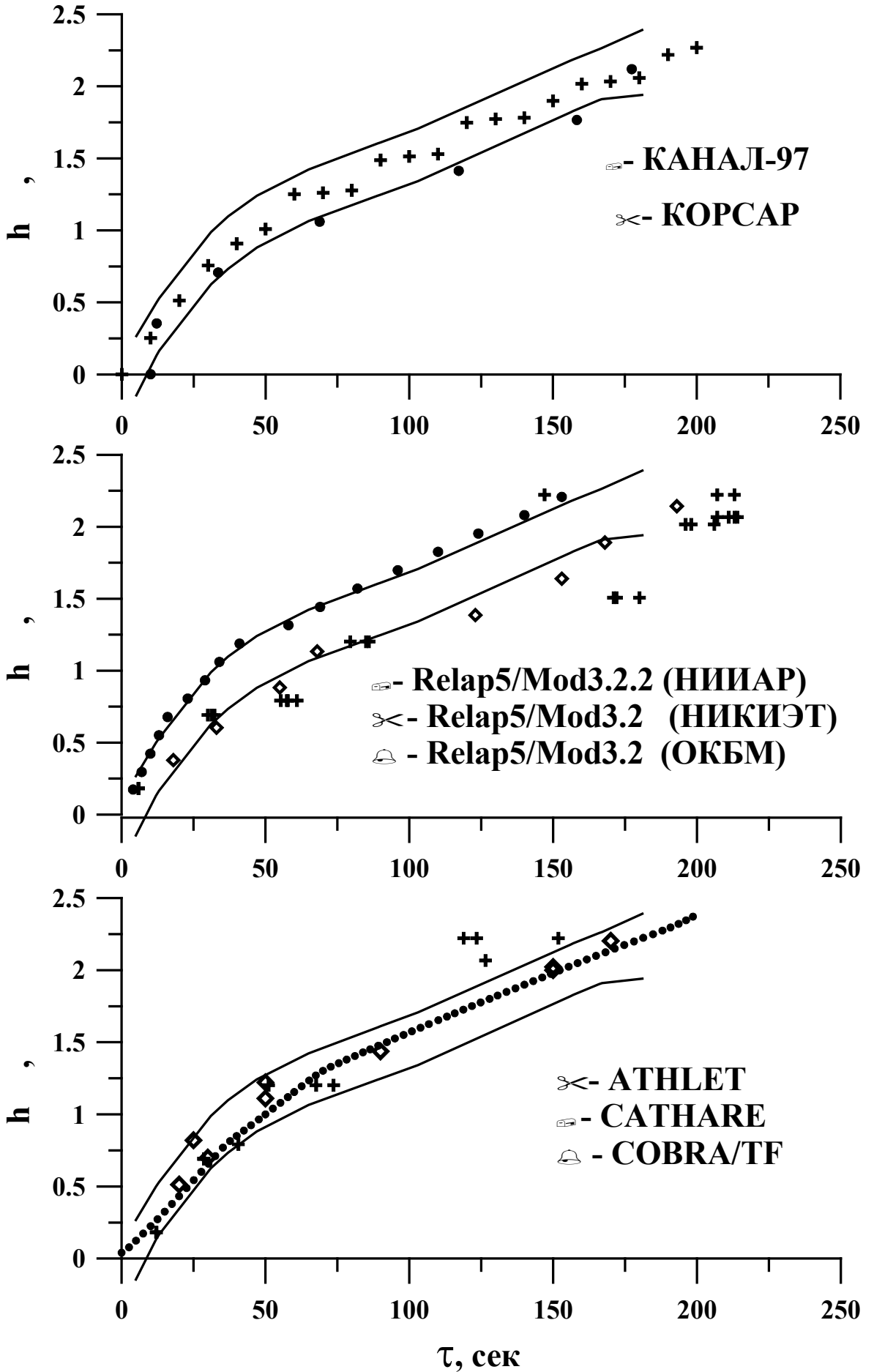
СП-2
ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТОВ

Расчетный код (организация)	Максимальная температура стержней, °С		Время расхолаживания ТВС, сек	
	претест	посттест	претест	посттест
КАНАЛ-97 (ОКБ ГП)	816	764	220	200
КОРСАР/В1 (НИТИ)	686	-	207	-
RELAP5/Mod3.2.2 (НИИАР)	781	737	176	153
RELAP5/Mod3.2 (НИКИЭТ)	855	663	337	338
RELAP5/Mod3.2 (ОКБМ)	690	700	195	195
RELAP5/Mod3.2.2 (РНЦ КИ)	949	726	118	255
ATHLET 1.2 (НИКИЭТ)	824	751	330	148
SATHARE 2 (ПКФ РЭА)	749	737	326	161
COBRA-TF (ФЭИ)	815	806	220	220
Эксперимент	696		196	

МАКСИМАЛЬНАЯ ТЕМПЕРАТУРА СТЕРЖНЕЙ

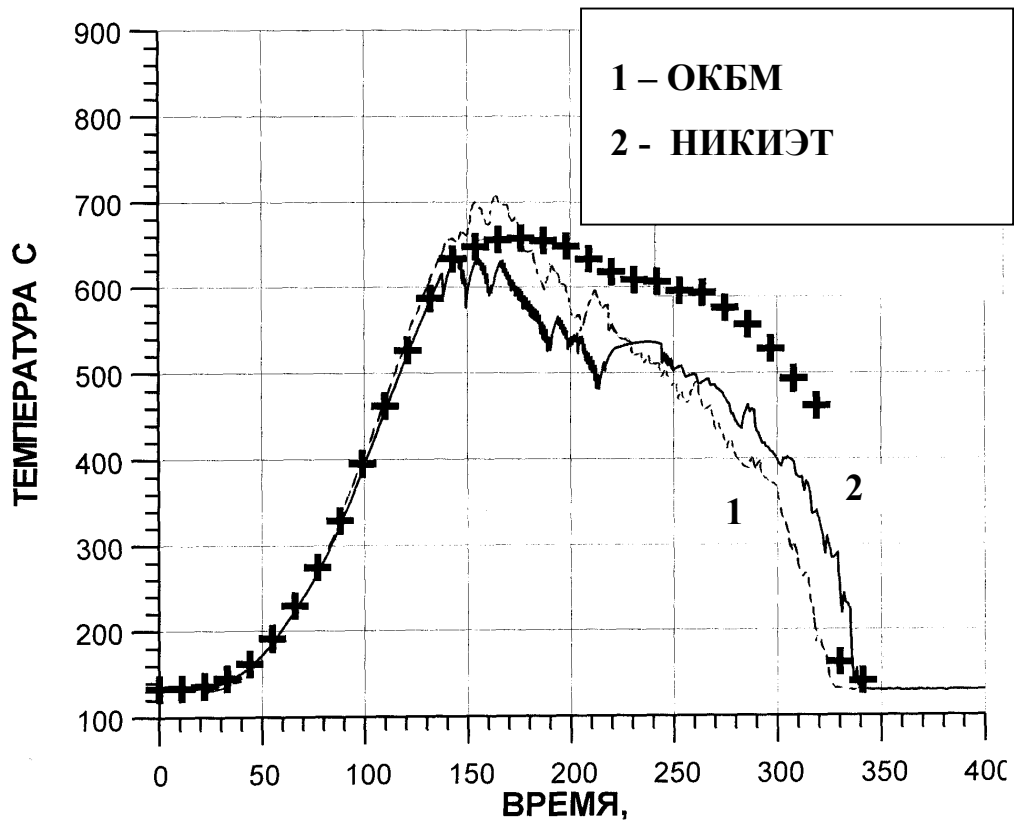


ВОСХОДЯЩИЙ ФРОНТ СМАЧИВАНИЯ

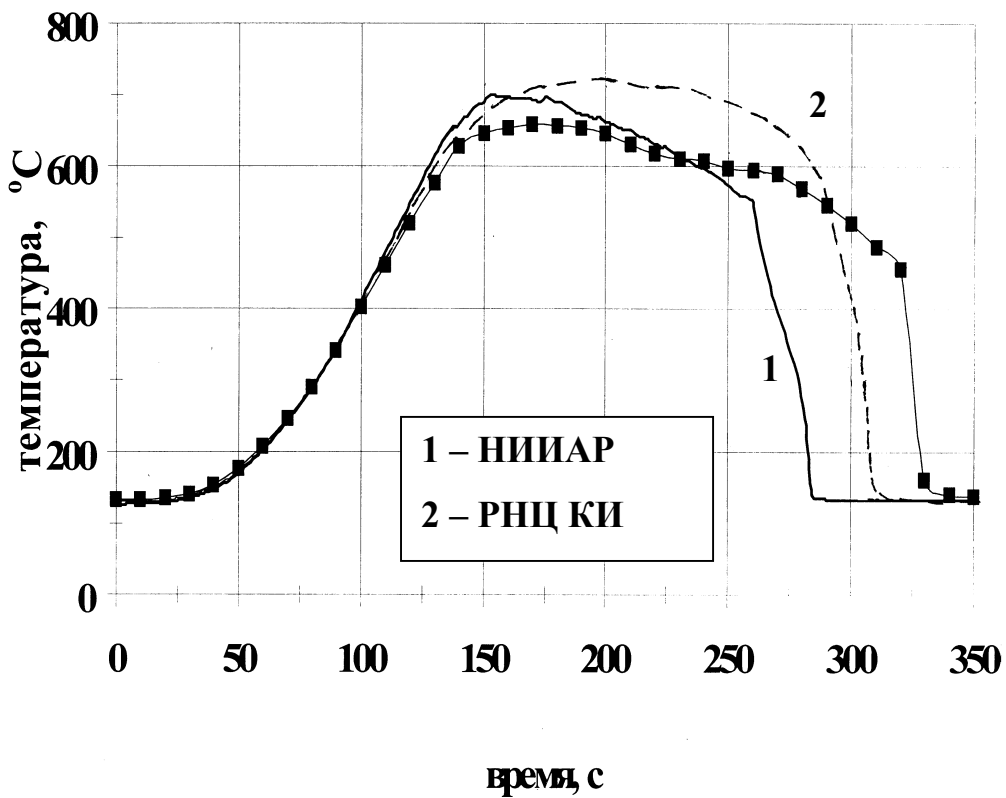


«ЭФФЕКТ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ»

RELAP5/MOD3.2



RELAP5/MOD3.2.2



ВЫВОДЫ

- Стадия разогрева сборки и интегральные характеристики процесса (вынос влаги и пара из ТВС) предсказываются большинством кодов вполне удовлетворительно.
- Расчетные значения максимальной температуры стержней и полного времени расхолаживания сборки, в основном, превышают экспериментальные, причем уровень консерватизма расчетов не превосходит 10%.
- Наилучшие, с точки зрения предсказания максимальной температуры стержней и времени расхолаживания, результаты дали расчеты по кодам КОРСАР, КАНАЛ-97 и RELAP5/Mod3.2.
- Наибольшие расхождения расчетов с опытом наблюдаются в верхней части ТВС и обусловлены образованием вторичных фронтов смачивания.