



# Опыт применения FlowVision для оптимизации геометрии реакторной установки ВБЭР-300

Валерий Бабин, Дмитрий Свешников

В настоящее время в ОКБМ развернуты работы по созданию реакторных водоводяных установок ВБЭР-300. Один из важных вопросов, которые требуется решить, — оптимизация тракта первого контура. Актуальность задачи состоит в том, что гидравлическое сопротивление патрубков реактора (рис. 1) составляет значительную величину — по предварительным оценкам, до 30% от общего сопротивления контура.

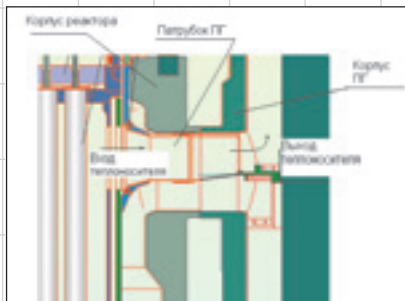


Рис. 1. Конструктивная схема входного участка ПГ

Гидродинамика потока в патрубках реактора достаточно сложна, и расчет с использованием справочных данных по коэффициентам гидравлических сопротивлений не позволяет получить достоверные результаты.

Для решения поставленной задачи были проведены расчеты масштабной модели контура (рис. 2) с использованием FlowVision, а с целью верификации программы для данного круга задач проведены аэродинамические испытания на модели.

Для исследования гидродинамики участка трассы первого контура с помощью программы FlowVision в САПР Mechanical Desktop была построена 3D-модель конструкции. В качестве расчетной модели использовалась «К-е»-модель турбулентности с низким числом Рейнольдса. Расчеты проводились на ПК Pentium 4 (2,8 ГГц). Расчет до выхода в стационарное состояние занимал 24 часа процессорного времени.

Федеральное государственное унитарное предприятие «Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И.Африкантова» (ФГУП «ОКБМ»). В настоящее время предприятие подчинено Управлению атомной энергетики Федерального агентства по атомной энергии РФ.

**Валерий Александрович Бабин**

Начальник подразделения 49, ФГУП «ОКБМ».

**Дмитрий Николаевич Свешников**

Инженер-конструктор подразделения 49, ФГУП «ОКБМ».

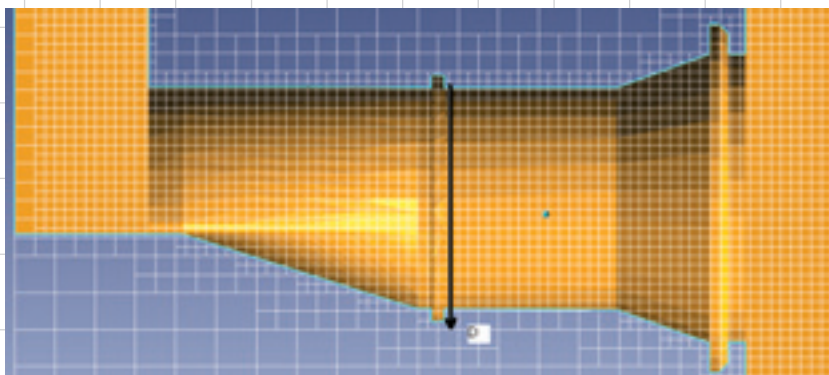


Рис. 3. Расчетная сетка

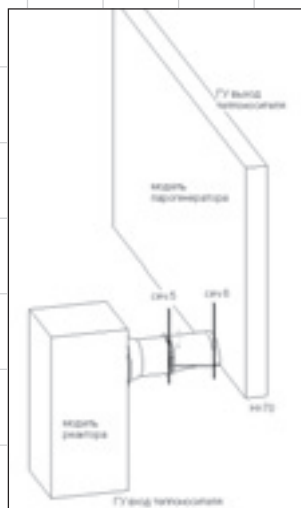


Рис. 2. Область расчета

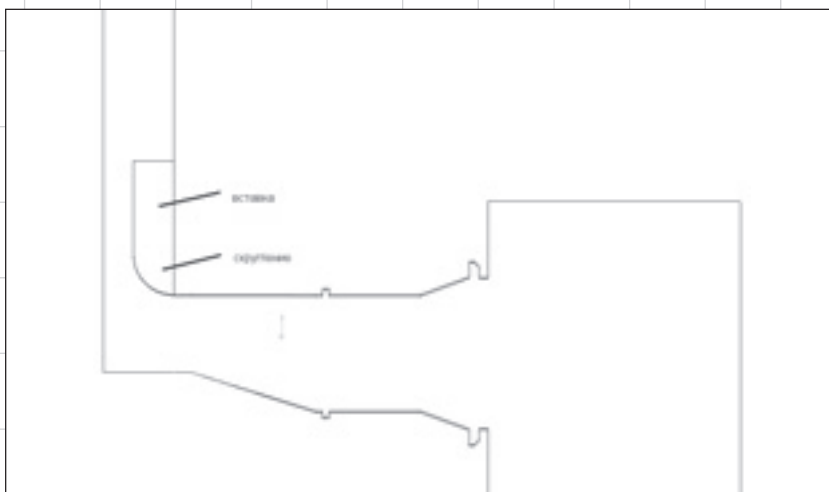


Рис. 4. Область расчета — характерное сечение

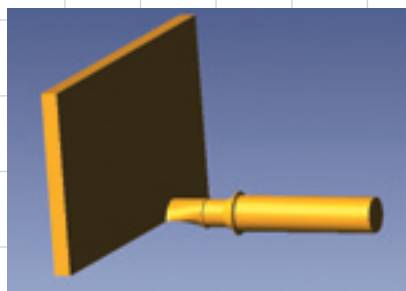


Рис. 5. Область расчета

Значения коэффициента гидравлического сопротивления

Наименование варианта	Эксперимент	Расчет	Погрешность, %
Исходный с H = 70 мм	1,47	1,523	3,6
С отсоединенной моделью парогенератора	1,19	1,33	11,7
С H = 105 мм	1,37	1,43	4,37
Со скруглением на выходе и вставкой с H = 30 мм	0,97	0,959	1,14
С отсоединенной моделью реактора и H = 70 мм	1,327	1,372	3,39

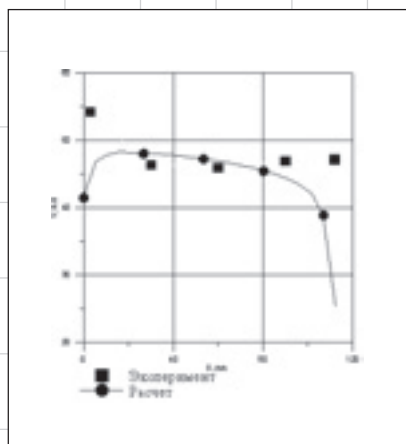


Рис. 6. Эпюра скоростей в сечении 5 (вертикальное)

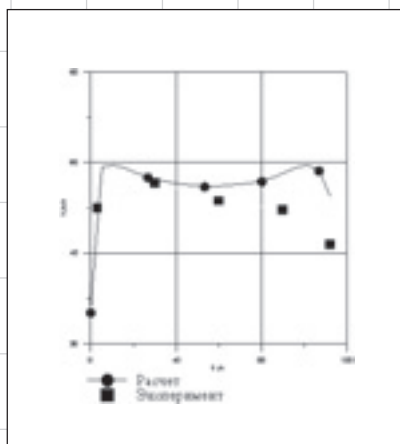


Рис. 7. Эпюра скоростей в сечении 5 (горизонтальное)

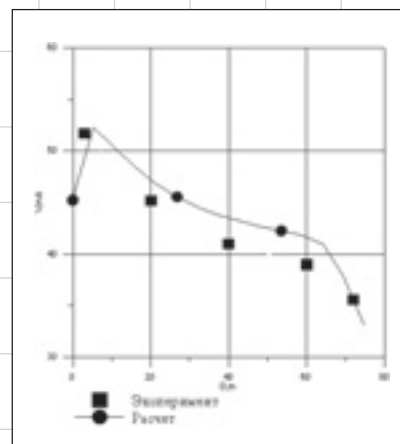


Рис. 8. Эпюра скоростей в сечении 6 (вертикальное)

Проведены расчеты пяти вариантов сборки модели трассы циркуляции первого контура, а именно изучено влияние расстояния от выхода потока из патрубка до стенки ПГ, для снижения гидравлического сопротивления на выходе потока из реактора проводились расчеты с дополнительными конструктивными элементами — скругление, обтекатель, вставка. В середине патрубка и на выходе из него рассчитаны поля скоростей.

Верификация программы FlowVision проводилась прежде всего по интегральной характеристике исследуемого участка — коэффициенту гидравлического сопротивления, а также по распределению скоростей в середине патрубка и на выходе из него, с последующим сравнением с результатами стендовых испытаний.

Результаты расчета модели участка трассы первого контура для исходного варианта с H = 70 мм.

Расход воздуха в модели составил Q = 1753 м³/ч, температура окружающего воздуха — 17 °С. Область расчета создавалась в САПР Mechanical Desktop 6

и импортировалась в FlowVision в виде VRML-файла (см. рис. 2). Количество расчетных элементов — 80 тыс. (рис. 3 и 4).

В таблице приведены значения коэффициента гидравлического сопротивления ( $\xi_{рас}$ ), рассчитанного при помощи программы FlowVision, и экспериментальные данные.

$$\xi_{рас} = \frac{\Delta P_{полн}}{\rho \frac{V_0^2}{2}}$$

где  $\Delta P_{полн}$  — потери полного давления;  $V_0$  — средняя скорость по сечению патрубка;  $\rho$  — средняя плотность по сечению патрубка.

Результаты расчета модели участка трассы первого контура в варианте скругления на выходе из патрубка и с вставкой с H = 40 мм.

Геометрия расчетной области показана на рис. 5. Расход воздуха в модели составил Q = 1739,43 м³/ч, температура окружающего воздуха — 18 °С. Эпюры скоростей по сечениям показаны на рис. 6-8.

С учетом удовлетворительного совпадения результатов расчета с экспериментом были проведены расчеты натурной конструкции и в

соответствии с этим выработаны рекомендации по оптимизации геометрии конструкции, позволившие снизить величину коэффициента гидравлического сопротивления.

Таким образом, можно констатировать, что используемая для

оценки величины КГС программа FlowVision дает удовлетворительное совпадение результатов расчета с экспериментом и может успешно применяться для оптимизации тракта теплоносителя реакторных установок. ■



**Комплексные инженерные решения САПР:**

- аэродинамика
- прочность
- акустика
- технология

127083, Москва, ул. Юннатов, 18, оф. 701-708  
Тел/факс: (095) 212-44-22, 212-42-62  
www.tesis.com.ru info@tesis.com.ru