

**ANSYS**<sup>®</sup>

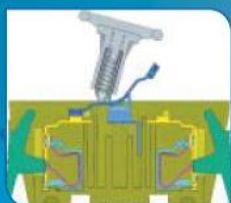
# ADVANTAGE<sup>™</sup>

НЕПРЕВЗОЙДЕННОЕ ПРЕИМУЩЕСТВО В ИНЖЕНЕРНЫХ РАСЧЕТАХ<sup>™</sup>  
№ 15'2011

## ЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА



Ветровая  
энергетика



Электрический  
расчет коммутатора



Оптимизация  
волновой  
энергоустановки



# Применение ANSYS для расчета гидродинамического смесителя

Степанов Андрей Юрьевич,  
ГОУ ВПО Тамбовский Государственный Технический Университет

Возможности параметрического моделирования объектов любой сложности и реалистичность визуализации программного комплекса ANSYS представляют собой педагогический потенциал, который при создании определенных условий способствует не только приобретению знаний, умений и необходимых навыков проектирования, но и формированию творческих способностей, воображения и технического мышления.

В Государственном образовательном учреждении высшего профессионального образования «Тамбовский Государственный Технический Университет» на кафедре «Техносферная безопасность» программный комплекс ANSYS используется для расчетов параметров гидродинамики потоков жидкости в трубопроводах, трубопроводной арматуре, гидравлического и теплообменного оборудования. Такие расчеты необходимы при изучении дисциплин «Мате-

сителя. Общий вид моделируемой конструкции показан на рис. 1.

Для моделирования течения потока жидкости в проточном смесителе была создана исходная геометрическая модель проточного смесителя в Autodesk Inventor Professional 2010 и импортирована в сеточный генератор ANSYS ICEM CFD. В качестве параметров жидкости использовались физические свойства воды при начальной температуре 25°C. Расчет производился в ANSYS Academic Teaching Advanced в модуле ANSYS CFX. Модель исследовалась при различных комбинациях расхода и давления жидкости.

На рис. 2–3 приведены примеры расчетных полей скорости и давления для продольного сечения рабочей зоны смесителя.

Для проверки расчетных зависимостей были выполнены экспериментальные исследо-

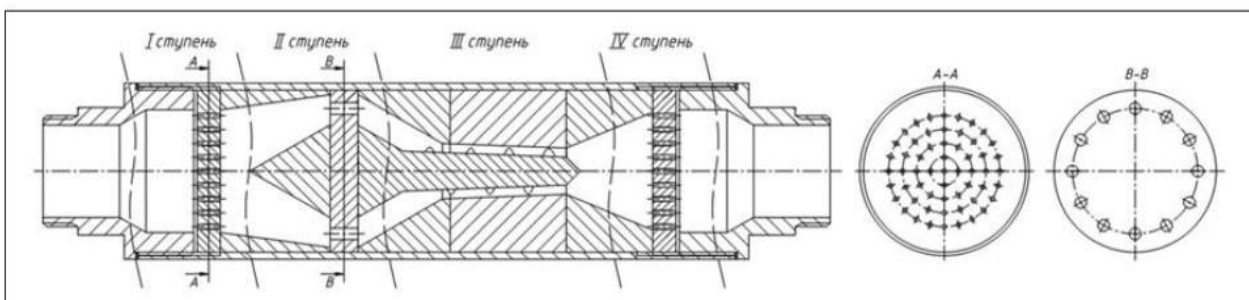


Рис. 1. Схема проточного смесителя

матическое моделирование», «Применение ЭВМ в инженерных расчетах», «Информационные технологии 3D-проектирования», «Расчет и конструирование безопасных элементов оборудования», «Прочностные расчеты элементов оборудования» и в научно-исследовательской работе студентов и аспирантов.

В качестве примера применения программного комплекса ANSYS, предлагаем рассмотреть расчет многоступенчатого проточного сме-

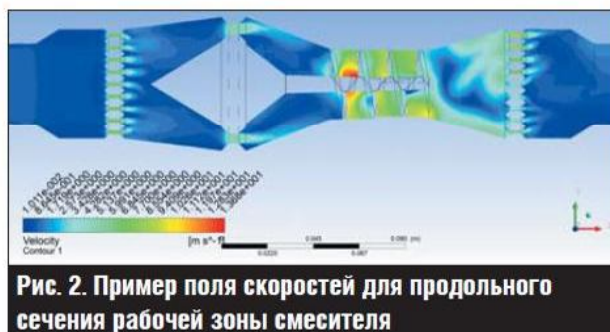
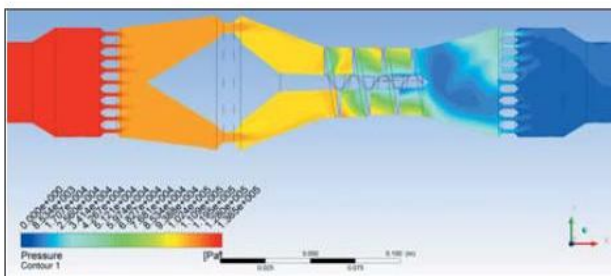


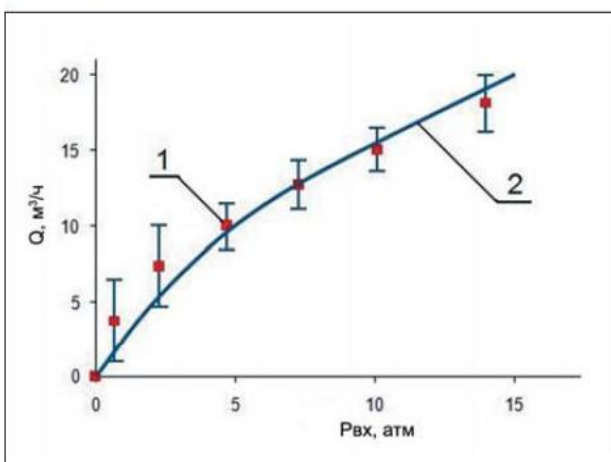
Рис. 2. Пример поля скоростей для продольного сечения рабочей зоны смесителя



**Рис. 3. Пример поля давлений для продольного сечения рабочей зоны смесителя**

вания гидродинамических параметров реального смесителя. Расход жидкости регулировался объемным насосом марки НМШГ 20-25-14/10, измерения давления и расхода жидкости производились при помощи манометров МТ — 100 и счетчика жидкости ППТ — 32/ 6,4.

На рис. 4 сплошной линией показаны расчетные значения напорно-расходной зависимости смесителя, точками — экспериментальные данные.



**Рис. 4. Напорно-расходная зависимость ПГС; сплошная линия — расчетные значения; точки — экспериментальные данные**

Погрешность расчета напорно-расходных параметров ПГС составляет в среднем 11 % по сравнению с экспериментальными данными.

Для определения эффективности работы смесителя измеряли интенсивности кавитации при помощи кавитометра марки ICA-3DH в потоке жидкости на выходе 4-ой ступени. Четвертая ступень смесителя представляет собой диск с каналами цилиндрической формы одинакового диаметра. Количество каналов в диске изменяли от 6 до 16.

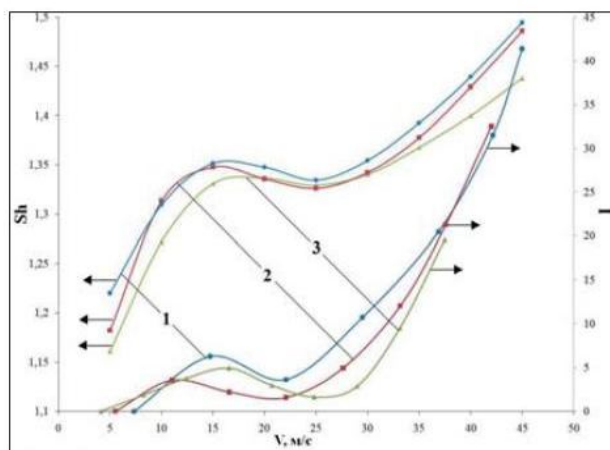
Для проточных смесителей мерой развития кавитации является число Струхалия

$$Sh = \frac{\rho V^2}{2(P_{\text{вых}} - P_{\text{нас. пара}})}, \text{ где } Sh \text{ — число Струхалия,}$$

$P_{\text{вых}}$  — давление на выходе из каналов или ступеней смесителя,  $P_{\text{нас. пара}}$  — давление насыщен-

ных водяных паров при температуре 25°C ( $P_{\text{нас. пара}} = 3167 \text{ Па}$ ),  $V_{\text{вых}}$  — скорость потока жидкости на выходе из каналов или ступеней смесителя. Для расчета  $Sh$  необходимо определить значения давления и скорости потока жидкости на определенном расстоянии от диска. Значения скорости и давления определяли по модели течения потока жидкости через смеситель, рассчитанной в ANSYS.

Чем больше число Струхалия, тем интенсивнее кавитация в потоке жидкости, поэтому увеличение числа Струхалия косвенно показывает увеличение интенсивности кавитации. На рис. 5 представлены графики расчетных зависимостей числа Струхалия и экспериментальных значений интенсивности кавитации от скорости потока жидкости на выходе из каналов и количества каналов.



**Рис. 5. Графики расчетных зависимостей числа Струхалия ( $Sh$ ) и экспериментальных значений интенсивности кавитации  $I$  (отн. ед.) от скорости потока жидкости на выходе из каналов ( $V$ ) и количества каналов  $n$  диаметром 2 мм. Кривая 1 —  $n=6$ ; кривая 2 —  $n=8$ ; кривая 3 —  $n=16$**

Графики экспериментальной зависимости интенсивности кавитации ( $I$ ) от скорости ( $V$ ) подтверждают качественную зависимость числа Струхалия ( $Sh$ ) от скорости ( $V$ ), графики которой получены путем моделирования течения потока жидкости в смесителе.

Таким образом, с помощью расчетного комплекса ANSYS CFX можно получить все основные данные, необходимые для проектирования и оптимизации многоступенчатого проточного смесителя, что позволяет значительно уменьшить временные затраты при разработке новых конструкций, так как можно существенно сократить объемы стендовых испытаний. Кроме того с помощью программного комплекса ANSYS, можно в сравнительно короткие сроки оценить характеристики разных вариантов конструкций и выбрать наилучшую.