**Лабораторная работа № 10**

**Кожухотрубный теплообменник**

**Цель работы**:

1. моделирование теплообменных процессов от одной жидкой среды к другой при параллельноструйном течении;
2. нахождение температуры теплоносителей на выходе из прямоточного и противоточного теплообменников.

Теоретическая часть

Типичными представителями жидкостножидкостных теплообменников являются кожухотрубные аппараты. Основу кожухотрубных теплообменников составляют круглые трубы, заключенные в цилиндрический кожух так, что оси труб и кожуха параллельны. Кожухотрубные теплообменники изготавливают одно- и многоходовыми; прямоточными, противоточными и перекрестноточными.

На рис. 38 приведена конструкция вертикального одноходового (по обоим теплоносителям) противоточного теплообменника. Теплообменник состоит из цилиндрических труб *1*, цилиндрического кожуха *2*, опор *3*, входного и выходного патрубков *4* одного из теплоносителей, трубных решеток *5*, жидкостных крышек *6* с фланцами, верхней *7* и нижней *9* распределительных камер, входного и выходного патрубков *8* другого теплоносителя. Концы труб неподвижно соединены с трубными решетками, которые приварены к кожуху. Патрубки *4* приварены к кожуху, а патрубки *8* – к жидкостным крышкам. Трубы, закрепленные в трубных решетках, образуют трубный пучок.

Принцип действия теплообменника заключаются в следующем. Горячая вода через верхний патрубок *8* поступает в распределительную камеру *7* и далее внутрь труб *1*, выходит из них в распределительную камеру *9* и из нее − в нижний патрубок *8*, затем направляется к источнику нагрева. Нагреваемая вода вводится через правый патрубок *4* в межтрубное пространство теплообменника и движется противотоком к выходному левому патрубку *4*, обтекая продольно снаружи трубы *1*, затем поступает к потребителю.

В одноходовых теплообменниках по трубному пространству входной и выходной патрубки располагаются в разных жидкостных крышках. Особенностью кожухотрубного теплообменника является меньшее в 2–3 раза проходное сечение труб по сравнению с проходным сечением межтрубного пространства.



Рис. 38.

Площадь поверхности теплообмена теплообменника определяют из уравнения теплопередачи

,

где *k* – коэффициент теплопередачи, Вт/(м2⋅К); *F* – площадь поверхности теплообмена, м2; Δ*t*ср – средний температурный напор между теплоносителями, °С.

Средний температурный напор при прямоточном и противоточном движении теплоносителей рассчитывают как среднелогарифмический

,

где ,  – соответственно большая и меньшая из разностей температур теплоносителей на входе и выходе теплообменника.

Если , то с точностью до 2% средний температурный напор вычисляется по формуле

.

Для прямотока всегда , а . Для противотока ,  или наоборот , .

При прямотоке конечная температура  нагреваемого теплоносителя не может быть больше конечной температуры  греющего теплоносителя, то есть всегда . Противоток свободен от этого ограничения и здесь, как правило, . В этом состоит одно из преимуществ противоточной схемы движения. Как правило, при противотоке средний температурный напор больше по сравнению с прямотоком, то есть , что позволяет иметь меньшую площадь поверхности теплообмена аппарата.

**Постановка задачи**

Течение холодной воды *t*1 = 4 + 0,5⋅*N* °C сквозь пакет трубок, по которым движется горячая вода *t*2 = 80 + *N* °C. Отношение проходного сечения трубок горячей среды к полному сечению теплообменника 0,7. Скорость горячей и холодной среды υ = 0,7 м/с.

**Моделирование**

1. Загрузите **FlowVision**.
2. Выберите файл D:\Samples\Geom\Porous.wrl.
3. Выберите **Модель − Пористая среда**, отметьте уравнение Навье−Стокса, уравнение переноса энергии, уравнения переноса турбулентных функций, уравнение теплопроводности для каркаса.
4. Задайте **Начальные значения**: температура = *t*1, пульсации − 0,03, масштаб турбулентности − 0,01; температура каркаса = *t*2.
5. Параметры модели: Пористость, Пористость = 0,7; Каркас, Плотность = 1000 кг/м3, Коэф. теплоотдачи = 27600 Вт/(м2⋅К), Коэф. теплоемкости = 4170 Дж/(кг⋅К); Теплопроводн. каркаса: L\_11 = 0,0068 Вт/(м⋅К), L\_22 = 0,68 Вт/(м⋅К), L\_33 = 0,0068 Вт/(м⋅К); Скорость теплоносителя: yСкорость = ±υ м/с.
6. Задайте свойства среды: **Вещество0** для воды.
7. Перегруппируйте геометрию: Угол перегруппировки = 50°.
8. Задайте **Общие параметры, шаги**: неявная схема, КФЛ = 500.
9. Задайте **Граничные условия.**

Граница 0: тип − Стенка; **Температура**, Тип граничного условия = Нулевой поток; **Скорость**, Тип граничного условия = Стенка, логарифмический закон, Шероховатость = 0; **Температура каркаса**, Тип граничного условия = Нулевой поток.

Граница 1: тип – Стенка; **Температура**, Тип граничного условия = Нулевой поток; **Скорость**, Тип граничного условия = Стенка, логарифмический закон, Шероховатость = 0; **Температура каркаса**, Тип граничного условия = Значение на стенке = *t*2.

Граница 2: тип − Вход/Выход; **Температура**, Тип граничного условия = Значение на стенке, Значение на стенке = *t*1; **Скорость**, Тип граничного условия = Нормальная массовая скорость = ρ⋅υ; **ТурбЭнергия**, Тип граничного условия = Пульсация, Пульсация = 0,03; **ТурбДиссипация**, Тип граничного условия = Масштаб турбулентности, Масштаб = 0,01.

Граница 3: тип Свободный выход; **Температура**, Тип граничного условия = Нулевой поток; **Скорость**, Тип граничного условия = Нулевое давление/Выход.

1. Откройте папку **Геометрия**, задайте граничные условия.
2. Задание начальной расчетной сетки. Введите количество сеточных интервалов 18, 38, 18 для каждой из оси (*X, Y, Z*).
3. Задание фильтра сопротивления: нажмите правой кнопкой мыши на папке **Фильтры** и выберите в контекстном меню **Создать;** выберите **Объект = Все пространство** выберите **Тип = Анизотропное сопротивление с источником тепла;** задайте следующие параметры сопротивления на закладке D&E: Е11 = 0,16, Е22 = 0,02, Е33 = 0,16.
4. Выполнить предварительный и окончательный расчет задачи.

### Представление и анализ результатов

1. Создайте Заливку по Температуре и Заливку по Температуре Каркаса.
2. Определите температуру на выходе горячего и холодного теплоносителя для прямоточной и противоточной схем движения теплоносителей. Рассчитайте коэффициент теплопередачи для прямоточной и противоточной схемы движения теплоносителей.