

ЛР №7. ОЗНАКОМЛЕНИЕ С КОНСТРУКЦИЕЙ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННОГО АППАРАТА И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕПЛОВОЙ НАГРУЗКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ ПОТОКОВ ЖИДКОСТИ

Цель работы: ознакомление с конструкцией пластинчатого теплообменного аппарата, повышение уровня знаний в вопросах теплопередачи и приобретение навыков экспериментального исследования работы холодильной установки.

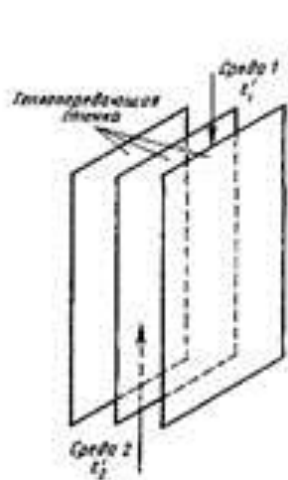
Задачи работы

1. Изучение конструкций пластинчатых теплообменных аппаратов.
2. Испытание холодильной установки в действительном цикле работы.

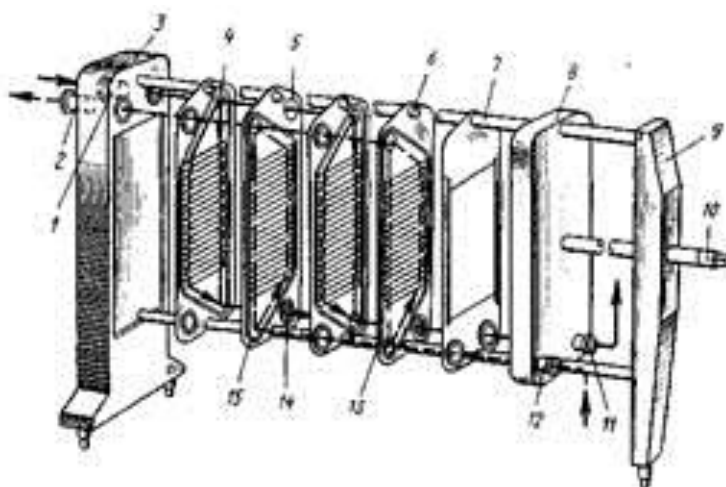
Общие сведения

Пластинчатые теплообменные аппараты состоят из однотипных пластин, объединенных в пакет, и могут выполняться разборными, полуразборными и неразборными (паянными).

Наиболее широко применяются разборные пластинчатые теплообменники. Они состоят из отдельных пластин 15, рис. 7.1, собираемых в пакет по несколько штук с уплотнением между ними с помощью резиновых прокладок 5 и 13. Герметизация обеспечивается за счет стягивания пакета между массивными плитами 3 и 8 с помощью штанг 7. Такие аппараты приспособлены для быстрой разборки и сборки, и вся их теплообменная поверхность доступна для очистки. Эта особенность важна, например, для аппаратов, применяемых в пищевой промышленности, и позволяет проводить полную его санитарную обработку.



а)



б)

Рисунок 7.1 – Разборный пластинчатый теплообменный аппарат: а) схема теплопередающего элемента пластинчатого теплообменника; б) схема современного пластинчатого аппарата: 1, 2, 11, 12 – штуцера; 3 – передняя стойка; 4 – верхнее угловое отверстие; 5 – кольцевая резиновая прокладка; 6 – граничная пластина; 7 – штанга; 8 – нажимная плита; 9 – задняя стойка; 10 – винт; 13 – большая резиновая прокладка; 14 – нижнее угловое отверстие; 15 – теплообменная пластина

Простейший теплообменник должен иметь не менее трех пластин, образующих два канала, по одному из которых течет горячая рабочая среда, а по другому – холодная. В промышленных аппаратах число пластин бывает больше и рабочие среды движутся по множеству параллельных каналов сразу, рис 7.2.

Полу разборные, сварные блочные и сварные неразборные (паянные) теплообменники являются разновидностью аппаратов пластинчатого типа и предназначены для работы при более высоких давлениях рабочих сред. Так паяные рассчитаны на давление до 40 бар.

Рассмотрим конструкцию пластинчатого теплообменника, рис. 7.2:

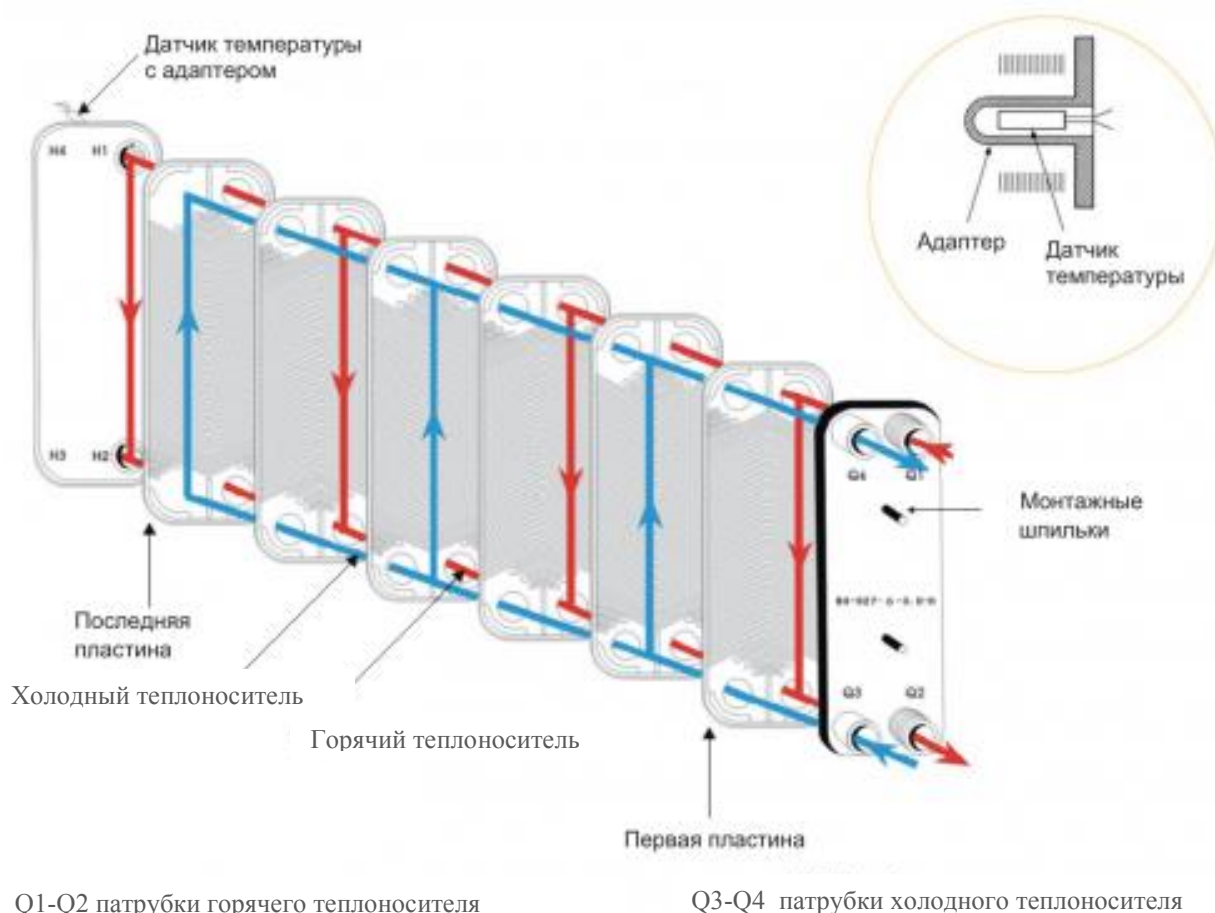


Рисунок 7.2. Конструкция пластинчатого теплообменного аппарата

Количество пластин – 10 шт;

Площадь теплообмена – 0,12 м²;

Паяный теплообменный аппарат пластинчатого типа состоит из рифленых тонкостенных теплообменных пластин из нержавеющей стали, спаянных между собой с помощью медного или никелевого припоя. Между пластинами образуются каналы для прохода теплоносителя. Высокая турбулентность потока и принцип противотока обеспечивают эффективный теплообмен.

Типы пластин и профили их поверхности очень разнообразны. На рис. 7.3 представлены возможные варианты используемых пластин в пластинчатых теплообменных аппаратах.

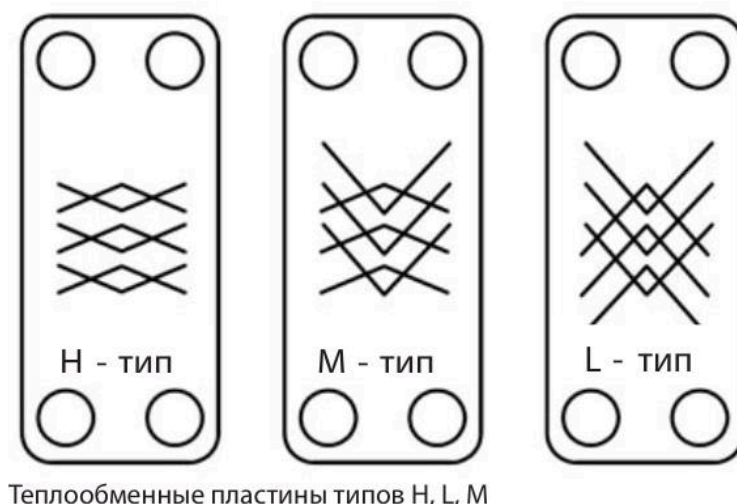


Рисунок 7.3 – Типы пластин теплообменных аппаратов

Уже на основании общего принципа конструирования пластинчатого теплообменника можно сделать заключение о некоторых его особенностях, весьма важных для практики. Малая толщина пластин и параллельная расстановка с малыми промежутками между пластинами позволяет разместить в пространстве рабочую поверхность теплообменника наиболее компактно с такой «плотностью», которая недостижима в других типах жидкостных теплообменников. Это, в конечном счете, приводит к тому, что пластинчатые теплообменные аппараты обладают при равной тепловой нагрузке значительно меньшими габаритными размерами и металлоемкостью, чем аппараты типа «труба в трубе», кожухотрубные и другие, обладающие достаточно высокой эффективностью теплообмена.

Таблица 7.1. Номера позиций датчиков температуры согласно рис. 1.

Наименование режима	Горячий контур			Холодный контур		
	Номер датчика на входе ПТ	Номер датчика на выходе ПТ	Расход	Номер датчика на входе ПТ	Номер датчика на выходе ПТ	Расход
Противоток	$T_{10}-t_{1н}$	$T_{11}-t_{1к}$	$V_{24}-V_1$	$T_{16}-t_{2н}$	$T_{17}-t_{2к}$	$V_{23}-V_2$
Прямоток				$T_{17}-t_{2н}$	$T_{16}-t_{2к}$	

Последовательность выполнения работы

1. Ознакомиться со схемой лабораторной установки и расположением приборов, рис.1. Составить описание и заготовить таблицу для регистрации результатов испытаний.
2. Подготовить установку к испытаниям. Удостовериться, что уровень воды наблюдается в емкостях ЕГВ и ЕХВ, в противном случае долить воду в систему.
3. Подключить стенд к сети 220 В.
4. Подключить автоматизированный стенд к USB разъему компьютера и запустить программу Пуск → Программы → MeasLAB → «Теплотехника жидкости».
5. Включить питание стенда кнопкой «Сеть 220В».
6. Включить переключатель в положение «Противоток».
7. Открыть вентиль подачи горячего теплоносителя в пластинчатый теплообменный аппарат на коллекторе К1 и соответствующий вентиль на обратном коллекторе К2.
8. Кнопкой ВК2 запустить насос Н1. Регулятор скорости установить в положение II.
9. При включении компьютерной системы измерения клавишей «Пуск» в программе на цифровых индикаторах лицевой панели отображаются мгновенные значения температур, измеряемых всеми датчиками, и графики их изменения по времени.
10. Кнопкой ВК1 включить нагреватель в режим позиционного регулирования.
11. Установить значение температуры 40°C. **Будьте внимательны температура в системе не должна превышать 60 °С.**
12. Открыть вентиль подачи холодного теплоносителя в пластинчатый теплообменный аппарат на коллекторе К3 и К4.
13. Запустить насос Н2, кнопкой ВК2. Регулятор скорости установить в положение II.
14. Включить и отрегулировать обороты вращения вентилятора воздушного теплообменного аппарата.
15. Если горячий теплоноситель не достигнет установленной температуры необходимо прикрыть вентиль на обратном коллекторе К2.
16. После выхода температуры на заданный режим и установления стационарного теплового режима провести испытания, результаты занести в табл. 7.2.
17. Изменить расходы воды методом переключения режимов работы насосов Н1 и Н2 в положение I. Снять показания в установившемся режиме, результаты занести в табл. 7.2.
18. Включить переключатель в положение «Прямоток».
19. Провести опыты в соответствии с п. 14-16.
20. Выключить все оборудование и питание стенда автоматическим выключателем Сеть 220В.

21. Провести расчеты по методике, приведенной в разделе «обработка результатов испытаний», результаты занести в табл. 7.2.
22. Сделать выводы.

Обработка данных

Массовый расход горячей и холодной воды определяется по следующему соотношению

$$M_1 = V_1 \cdot \rho_1, \quad M_2 = V_2 \cdot \rho_2 \quad (\text{кг/с})$$

где V_1, V_2 - объемные расходы горячего и холодного теплоносителя (воды), определяются с помощью соответствующего счетчика;

ρ_1, ρ_2 - плотность горячей и холодной воды, принимаются при средней температуре среды в аппарате, см. приложение 1.

Количество передаваемой теплоты определяется по формуле (1.3) при этом,

c_{p1}, c_{p2} - удельные теплоемкости горячей и холодной воды, принимаются при средней температуре среды в аппарате, кДж/(кг·К), см. приложение 1.

Средняя разность температур (температурный напор) определяется по формуле

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{\theta}} - \Delta t_m}{2} \quad \text{при} \quad \frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_m} \leq 2$$

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_{\bar{\theta}} - \Delta t_m}{\ln \left(\frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_m} \right)} \quad \text{при} \quad \frac{\Delta t_{\bar{\theta}}}{\Delta t_m} > 2$$

где $\Delta t_{\bar{\theta}}, \Delta t_m$ - значения большего и меньшего температурных напоров в начале и конце поверхности теплообмена (определяются с учетом схемы подключения), °С;

Для прямотока $\Delta t_{\bar{\theta}} = t_{1н} - t_{2н}$, $\Delta t_m = t_{1к} - t_{2к}$.

Для противотока $\Delta t_{\bar{\theta}} = t_{1н} - t_{2к}$, $\Delta t_m = t_{1к} - t_{2н}$.

Коэффициент теплопередачи для каждого режима определяется по формуле:

$$K = \frac{Q}{F \cdot \Delta t_{cp}}, \quad \left(\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \right)$$

Таблица 7.2. Результаты измерений и вычислений

Значения измеренных и вычисляемых параметров												
№№ п/п	$t_{1н}$ °С	$t_{1к}$ °С	$t_{2к}$ °С	$t_{2н}$ °С	V_1 л/мин	V_2 л/мин	Q_1 Вт	Q_2 Вт	$\Delta t_{\bar{\theta}}$ °С	Δt_m °С	Δt_{cp} °С	K Вт/(м²·К)
Прямоток												
1												

2												
3												
Противоток												
1												
2												
3												

Контрольные вопросы

1. Какие по конструктивным особенностям бывают пластинчатые теплообменные аппараты?
2. В чем преимущество пластинчатых теплообменных аппаратов?
3. В чем преимущество не разборных пластинчатых теплообменных аппаратов?
4. Почему противоточная схема циркуляции более предпочтительна?
5. Какие факторы оказывают влияние на коэффициент теплопередачи?