УДК 621.565.93

DOI: 10.35211/1990-5297-2020-8-243-28-32

С. Е. Божкова, В. М. Ящук

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПЛАСТИНЧАТОГО ТЕПЛООБМЕННИКА ДЛЯ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Волгоградский государственный технический университет

E-mail: bozhkova@mail.ru

Рассмотрена конструкция пластинчатого теплообменника, широко используемого в пищевой промышленности. Предлагаются ее усовершенствования, заключающиеся в изменении формы пластин, разделяющих теплоносители, и мест ввода-вывода потоков. Модернизированная конструкция теплообменника имеет улучшенные эксплуатационные и массогабаритные характеристики, повышенную герметичность и обеспечивает высокие коэффициенты теплопередачи.

Ключевые слова: теплообмен, теплообменник, плиты, пластинчатый теплообменник, молоко, жидкая пищевая продукция.

© Божкова С. Е., Ящук В. М., 2020.

S. E. Bozhkova, V. M. Yaschuk

MODERNIZATION OF PLATE HEAT EXCHANGER FOR THE FOOD INDUSTRY

Volgograd State Technical University

The article considers the design of a plate heat exchanger widely used in the food industry. Its improvements are proposed, which consist in changing the shape of the plates that separate the heat carriers and the places where the flow input and output is located. The upgraded design of the heat exchanger has improved performance and weight-and-size characteristics, increased tightness and provides high heat transfer coefficients.

Keywords: heat transfer, heat exchanger, frame, plates heat exchanger, liquid food products.

При создании современных теплообменных аппаратов необходимо удовлетворить предъявляемые к ним требования, такие как соблюдение условий протекания технологического процесса, высокий коэффициент теплопередачи, низкое гидравлическое сопротивление аппарата, устойчивость теплообменных поверхностей к коррозии, доступность поверхности теплопередачи для чистки, технологичность конструкции с точки зрения изготовления, экономное использование материалов и др. [1; 2].

Целью данной работы являлась модернизация конструкции пластинчатого теплообменника, используемого для охлаждения жидких пищевых сред (в частности, молока и жидкой молочной продукции) в технологических линиях на предприятиях малой мощности, обеспечивающая

интенсификацию теплообменных процессов.

На рис. 1 показан пластинчатый теплообменник, который содержит:

- станину, которая с одной стороны устройства прикрепляется к неподвижной прижимной плите и служит элементом опоры;
- пакет гофрированных пластин, образующий между составляющими элементами каналы для теплоносителя;
- раму, состоящую из подвижной прижимной плиты, неподвижной прижимной плиты и задней стойки;
- кожух, защищающий аппарат от внешних воздействий;
- шпильки, размещены по краю отверстий, через которые в устройство вводится и выводится теплоноситель;

Рис. 1. Теплообменник пластинчатый разборный:

1 – передняя плита (опорная); 2 – задняя плита (прижимная); 3 – теплообменные пластины;
4 – уплотнение; 5 – стяжные шпильки; 6 – патрубки для входа и выхода рабочих сред

– прокладки, обеспечивающие герметичность каналов;

– опорные и крепежные элементы (направляющие балки, несущая база, лапы станины и рамы, болты, гайки, шайбы).

Теплообменные пластины навешиваются на верхнюю и опираются на нижнюю несущие балки, также служащие и для центровки теплообменных пластин. Они, одна за другой, размещаются между опорной и прижимной плитами, образуя пакет, стягиваемый в монолитный узел с помощью болтов.

Пластины выполнены с различными штампованными объемными элементами – гофрами, вызывающими турбулизацию потока, благодаря чему коэффициенты теплоотдачи в пластинчатых теплообменниках значительно выше, чем в трубчатых и змеевиковых теплообменниках при одинаковом гидравлическом сопротивлении.

Пластины отделены друг от друга резиновыми или силиконовыми прокладками двух назначений:

– большое резиновое кольцо, ограничивающее на лицевой стороне пластины канал для соответствующего потока жидкости и, охватывающее также два угловых отверстия (с одной стороны пластины или по диагонали) для подвода и отвода жидкости;

– малые резиновые кольца, изолирующие также два отверстия и создающие транзитный проход для другого потока жидкости.

Фотография теплообменной пластины (рис. 2) дает представление о возможной форме гофр и расположению уплотнительных прокладок.

Система уплотнительных прокладок пластинчатого аппарата построена так, что после сборки и сжатия гофрированных пластин в аппарате образуются две системы каналов: одна для нагреваемой жидкости, другая для теплоносителя. Одна из этих систем состоит из нечетных каналов, между пластинами, а другая –

из четных, благодаря чему потоки греющей и обогреваемой жидкостей чередуются.

Рис. 2. Вид теплообменной пластины

Обе системы каналов соединяются со своими штуцерами для входа и выхода жидкостей. Материал прокладок ограничивает максимальную рабочую температуру – до 260 °С, номинальная температура составляет 150 °С во избежание использования прокладок из дорогостоящих материалов. Из-за значительной длины прокладок пластинчатые теплообменники не используются для теплоносителей при глубоком разрежении.

Характеристика материалов прокладок, параметров и условий эксплуатации теплообменников представлена в табл. 1 и 2 [2; 3].

Таблица 1

Материалы для прокладок

Используемые материалы	Назначение
Нитриловый каучук	Общее применение, маслостойкий материал
EPDM (синтетический каучук)	Общее применение, повышенные температуры
Фирменный материал HeatSeal™	Высокие температуры, особенно при нагревании паром

Таблица 2

**Некоторые геометрические параметры и условия эксплуатации
пластинчатых теплообменников**

Параметр, условие	Значение
Геометрические параметры	
Максимальная поверхность теплообмена	до 2500 м ²
Количество пластин	3÷700
Присоединительные размеры фланцев	до 400 мм
Параметры пластин	
Толщина пластин	0,5÷1,2 мм
Размеры пластин	0,03–3,6 м ²
Высота каналов, образованных пластинами	1,5÷7 мм
Ширина пластин	70÷1200 мм
Длина пластин	0,4÷5 м
Гидравлический диаметр	2÷10 мм
Поверхность теплообмена одной пластины	0,02÷5 м ²
Режимные параметры	
Рабочее давление	0,1÷3,0 МПа
Рабочая температура	40÷260 °С
Максимальная скорость (для жидкости) во входном патрубке	6 м/с
Расход теплоносителя через один канал	0,05÷12,5 м ³ /ч
Максимальный расход	2500 м ³ /ч
КПД	93%
Коэффициент теплоотдачи в каналах	3000–8000 Вт/(м ² ·К)

Коррозионная агрессивность сред рабочих сред увеличивается по мере насыщения растворов кислотными компонентами, повышения температуры и соответствующего снижения pH.

В качестве конструкционного материала для изготовления пластин теплообменников целесообразно использовать стали аустенитного класса 12X18H10T, 12X17H13M3T [3].

Для крепежных изделий используется сталь 20 [3].

Пластинчатые теплообменники имеют недостаток заключающийся в наличии большого числа пластин и большой протяженности уплотнительных прокладок, что увеличивает трудоемкость работ, связанных с их обслуживанием, тем самым ограничивая область их применения.

Поэтому, одним из перспективных направлений совершенствования пластинчатых теплообменников, является разработка уплотнения, которое в сочетании с выбранным материалом прокладки будет обеспечивать надежную и долговечную герметизацию проточных каналов и выдерживать высокие давления рабочей среды.

Кроме того, конструкция устройства также должна обеспечивать удобство монтажа-демонтажа при его ремонте и обслуживании в процессе эксплуатации.

Для улучшения эксплуатационных характеристик пластинчатого теплообменника предлагается внести следующие изменения в его конструкцию:

- изменить плиты и пластины таким образом, чтобы они имели форму квадрата, а не вертикального прямоугольника, как у традиционных конструкций, и сечение внутренней полости, используемой для прохода теплоносителя, имело форму круга;

- гофры на пластине выполнить таким образом, чтобы они имели форму концентрических окружностей или спиралей;

- вход и выход каждого из теплоносителей должен производиться через отверстия, одно из которых расположено в геометрическом центре, а другое – в периферийной зоне, передней и задней плит.

Предлагаемые усовершенствования пластинчатого теплообменника позволяют улучшить

его массогабаритные характеристики, улучшить эксплуатационную надежность уплотнения и повысить коэффициенты теплопередачи [4].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. ГОСТ 15518–87 Аппараты теплообменные пластинчатые. Типы, параметры и основные размеры. – М. : ИПК издательство стандартов, 1999. – 31 с.

2. Теплообменные аппараты : учеб. пособие / Б. Е. Байгалиев, А. В. Щелчков, А. Б. Яковлев, П. Ю. Гортышов. – Казань : Изд-во КГТУ, 2012. – 180 с.

3. Расчет и проектирование теплообменников : учеб. / А. Н. Остриков, А. В. Логинов, А. С. Попов, И. Н. Болгова. – Воронеж : ВГТА, 2011. – 427 с.

4. *Попов, И. А.* Физические основы и промышленное применение интенсификации теплообмена : Интенсификация теплообмена : монография / И. А. Попов, Х. М. Махьянов, В. М. Гуреев ; под общ. ред. Ю. Ф. Гортышова. – Казань : Центр инновационных технологий, 2009. – 560 с.