

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЛАСТИНЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ

Могутова В.Ф., ассист., Машкин М.И., проф.

(Сумский национальный аграрный университет)

Богомолов А.В., д.т.н., проф., Денисенко С.А., к.т.н., доц.,

Токолов Ю.И. ст.преподаватель

(Харьковский национальный технический университет

сельского хозяйства им. Петра Василенка)

В статье рассмотрены вопросы совершенствования пластинчатых теплообменных аппаратов. Указано, что для достижения мирового технического уровня в области производства пластинчатых теплообменников необходимо разработать и внедрить термостойкую пищевую резину, подобрать коррозионностойкую листовую сталь, обеспечивать установки комплектующими изделиями, соответствующими мировому уровню по надежности и качеству изготовления.

Для тепловой обработки продуктов на молочных и пищевых предприятиях используют теплообменные установки различных конструкций, которые относятся к основному технологическому оборудованию. Для процессов молочной промышленности применяются аппараты: емкостного типа, трубчатые, пластинчатые с очищаемой поверхностью, пластинчатые. Благодаря ряду преимуществ, по сравнению с другими типами теплообменников, в молочной промышленности более широко используются пластинчатые теплообменные аппараты – в качестве нагревателей, охладителей, пастеризаторов, стерилизаторов. Преимуществом пластинчатых аппаратов являются низкие эксплуатационные расходы на единицу продукции (из-за возможности достижения в них коэффициентов регенерации тепла около 90%), высокие теплотехнические и гидравлические характеристики, простота изготовления, широкие возможности автоматизации процесса.

Наибольшее распространение пластинчатые установки получили в качестве комбинированных пастеризационно-охладительных установок с режимом нагревания молока до температуры 74...78°C с последующей выдержкой при температуре

пастеризации в течение 20...25 с и охлаждением до температуры 2...6°C. Режим пастеризации и последующее охлаждение позволяют увеличить срок хранения и реализации молочных продуктов благодаря подавлению жизнедеятельности микроорганизмов.

Пластинчатые аппараты могут быть использованы и в качестве стерилизаторов, которые предназначены для нагревания молока до температуры свыше 100°C с выдержкой или без нее в зависимости от конечной температуры. При стерилизации молока в нем полностью подавляется жизнедеятельность микроорганизмов. Наиболее распространенный режим стерилизации молока в потоке: нагрев до 140...150°C с выдержкой при этой температуре в течение 2...4 с. Срок хранения стерилизованного молока при комнатной температуре до 30 суток при асептической упаковке.

Практически все поступающее на заводы молоко подвергается тепловой обработке. Поэтому технико-экономические показатели теплообменного оборудования в значительной степени влияют на экономические показатели деятельности предприятия в целом.

Распространение пластинчатых теплообменных аппаратов в различных продовольственных отраслях промышленности объясняется особенностями их конструкции.

Основной элемент аппарата - теплообменные пластины изготовлены методом штамповки, позволяющим производить их массовый выпуск при минимальных затратах средств и материала.

Тепловая обработка жидкостей происходит в тонком слое толщиной 2...5 мм, что способствует быстрому ее прогреву, а имеющиеся на поверхности пластин турбулизирующие элементы вызывают интенсивное перемешивание жидкости по всему объему и исключают ее нагрев в отдельных точках потока. Благодаря турбулизирующему действию каналов пластинчатого пакета при низкой скорости движения жидкости в каналах получены высокие коэффициенты передачи тепла, а затраты на перемешивание жидкости незначительны.

По компактности пластинчатые аппараты в 4...5 раз превышают теплообменную поверхность в единице объема других типов аппаратов. Развитая турбулизация и высокие коэффициенты теплопередачи в пластинчатых аппаратах позволяют снизить разность температур между теплообменивающимися средами до минимальных значений (1...2°C), тем самым сократить интенсивность отложения молочного камня и увеличить время непрерывной работы аппарата на несколько часов без остановки на

мойку и чистку, не снижая при этом его производительности.

В пластинчатых теплообменных аппаратах можно производить одновременно обработку нескольких видов жидкостей и размещать различные секции для нагрева, охлаждения и регенерации в одном и том же теплообменнике. Наличие секции регенерации в аппарате экономит затрачиваемое тепло и холод на обработку продукта.

Кроме того, пластинчатые аппараты обладают высокими эксплуатационными показателями. Они быстро и легко разбираются, что обеспечивает хорошую мойку и чистку всех поверхностей аппарата, контактирующих с продуктом. Вследствие того, что их теплообменная поверхность состоит из набора пластин одного типа, можно выбрать наиболее рациональные режимы тепловой обработки пищевых жидкостей в зависимости от производительности, давления.

Применение пластинчатых теплообменных аппаратов дало возможность автоматизировать технологический процесс тепловой обработки молока, а также безразборную мойку оборудования моющими растворами.

Современные пластинчатые аппараты состоят из следующих основных узлов: станины, представляющей собой массивную литую или сварную плиту, облицованную нержавеющей листовой сталью и опирающуюся на ножки; присоединенных к ней верхней и нижней горизонтальных параллельных штанг для крепления между ними промежуточных и нажимных плит, а также пакетов пластин.

Основными элементами пластинчатых аппаратов являются теплообменные пластины. Они изготавливаются методом холодной штамповки из листовой нержавеющей стали, но могут быть выполнены из других коррозионностойких материалов, допущенных к контакту с пищевыми жидкостями.

На поверхности пластины для создания искусственной турбулизации потоков жидкости в каналах теплообменников предусмотрены турбулизирующие элементы в виде всевозможных выступов, впадин и гофр.

Кроме турбулизирующих элементов, на поверхности пластины изготавливаются и опорные элементы, которые предотвращают прогиб пластин и перекрытие каналов для прохода жидкости в случае деформации последних под действием гидравлического давления жидкости.

Для создания герметичности каналов между соседними пластинами по контуру каждой из них предусмотрены пазы, в

которые закладывается или приклеивается резиновая уплотнительная прокладка. Такая прокладка служит для подводки и распределения по поверхности пластины потока одной из жидкостей. Она образует также транзитные каналы для прохода через пластину другой жидкости.

По характеру движения потока жидкости в канале современные пластины подразделяются на сетчато-поточные и ленточно-поточные. В каналах сетчато-поточных пластин происходит одновременное изменение направлений струй, составляющих поток в двух плоскостях, хотя живое сечение по длине канала остается постоянным на всем его протяжении. В каналах ленточно-поточных пластин поток изменяет свое направление в одной плоскости, нормальной к плоскости пластины, живое сечение канала по длине периодически изменяется.

Пластина является основным элементом аппарата, определяющим его эффективность, экономичность, компактность, удобство обслуживания и технологичность изготовления. Поэтому вопросу проектирования пластины за рубежом уделяется большое внимание, причем большинство ее элементов запатентовано.

Кроме конструктивных элементов на технические и эксплуатационные показатели пластины влияют: материал, из которого она изготовлена, чистота обработки ее поверхности и толщина, материал уплотнительных прокладок, надежность крепления прокладок на пластине, в том числе способ крепления.

Отечественные пластинчатые теплообменные установки изготавливаются на основе пяти типоразмеров пластин толщиной 1...1,5 мм из стали X18H10T поверхностью 0,07; 0,15; 0,2; 0,36; 0,55 м².

У ведущих зарубежных фирм число типоразмеров теплообменных пластин составляет от 20 до 40, что позволяет разработать и изготовить широкую гамму аппаратов для жидкостей с различными свойствами (толщина пластин 0,6...1 мм). В качестве одного из компонентов стали для улучшения механических свойств и коррозионной стойкости пластин, используется молибден. Поверхность пластин имеет зеркальную чистоту.

Таким образом, основными требованиями, предъявляемыми к материалу пластины, являются возможность их штамповки с выступами, впадинами и гофрами различной конфигурации без повреждения ее толщины и поверхности, а также точность выштамповки элементов по всей поверхности пластины, которая

должна иметь чистоту, близкую к зеркальной. Толщина металла пластины должна составлять около 0,7 мм при достаточной жесткости и коррозионной стойкости, позволяющей эксплуатировать ее не только в пищевых средах, растворах кислоты и щелочи, но и в соляном растворе, содержащем ионы хлора. Всеми этими свойствами пластины, выпускаемые для пищевых теплообменников, не обладают, поэтому достижение подобных показателей для материала пластины является одной из важных задач.

К другим проблемам, связанным с конструкцией пластины, относятся изготовление прокладок из пищевой резины с необходимыми значениями твердости, упругости и долговечности, а также применение клея, допущенного к контакту с пищевыми средами и обеспечивающего надежное соединение с поверхностью металлической пластины во время заданного срока эксплуатации.

Используемые в настоящее время в отечественных аппаратах резиновые прокладки не отвечают требованиям термостойкости, эластичности и долговечности, а клей - требованиям термостойкости. Все это снижает технический уровень отечественных теплообменных пластинчатых установок.

Для тепловой обработки питьевого молока, сливок, обезжиренного молока, молока для кисломолочных напитков серийно выпускается около сорока типоразмеров пластинчатых установок производительностью, как правило, 5, 10, 15 и 25 тыс. л/ч.

Создание высокоэффективного оборудования для тепловой обработки молока является актуальной задачей.

По своим техническим характеристикам (производительность, металлоемкость, потребление энергии) отечественные установки находятся на уровне или выше установок, выпускаемых ведущими зарубежными фирмами, однако по качеству изготовления и комплектующих изделий значительно ниже их. Кроме того, отечественные установки уступают по степени автоматизации.

Повышение степени автоматизации пластинчатых пастеризационно-охладительных установок и обеспечение возможности их использования в системе АСУ ТП линии, цеха, завода требуют разработки средств управления. В связи с этим необходимо освоить изготовление микроконтроллеров, дистанционно управляемых клапанов, датчиков и измерительной аппаратуры.

Повышение технического уровня отечественных пластинчатых теплообменных установок связано с оснащением заводов

необходимыми материалами и средствами автоматизации. Поэтому в ближайшее время к решению этих проблем следует привлечь такие смежные отрасли промышленности, как металлургическая и химическая, а также промышленность средства автоматизации.

Выводы. Для достижения мирового технического уровня в области производства пластинчатых теплообменников разработчикам и изготовителям необходимо:

1. Разработать и внедрить термостойкую пищевую резину и клей для эксплуатации при температуре от -40 до $+150^{\circ}\text{C}$.

2. Подбирать и поставлять коррозионностойкую, в том числе к растворам поваренной соли, истовую полированную сталь толщиной $0,6\ldots 0,8$ мм, обладающую большей пластичностью, чем сталь X18N10T.

3. Поставлять профили из нержавеющей стали и внедрять изготовление из них штанг для подвески и передвижения теплообменных пластин.

4. Обеспечивать установки комплектующими изделиями (сепараторы, насосы, переключающие и регулирующие клапаны), соответствующими мировому уровню по надежности и качеству изготовления.

5. Осваивать выпуск микроконтроллеров и других современных средств автоматизации.

Список литературы

1. Бредихин С.Е., Космодемьянский Ю.В., Юрин В.Н. Технология и техника переработки молока. – М.: Колос, 2003. – 400 с.

2. Драгилев А.И., Дроздов В.С., Технологические машины и аппараты пищевых производств. – М.: Колос, 1999. – 376 с.

3. Єресько Г.О., Шинкарик М.М., Ворошук В.Я. Технологічне обладнання молочних виробництв. – Київ: Фірма “ІНКОС”, Центр навчальної літератури, 2007. – 344 с.

4. Сурков В.Д., Липатов Н.Н., Золотин Ю.П. Технологическое оборудование предприятий молочной промышленности. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 432 с.

ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ УДОСКОНАЛЕННЯ ПЛАСТИНЧАТИХ ТЕПЛОБМІННИХ АПАРАТІВ

В статті розглянуті питання удосконалення пластинчастих

теплообмінних апаратів. Вказано, що для досягнення світового технічного рівня в області виробництва пластинчастих теплообмінників необхідно розробити та впровадити термостійку харчову гуму, підібрати корозійностійка листову сталь, забезпечити устаткування комплектуючими виробами, які відповідають світовому рівню надійності та якості вироблення.

THE BASIC PROBLEMS OF PERFECTION LAMELLAR DEVICES

In article questions of perfection lamellar теплообменных devices are considered. It is specified, that for achievement of a world technological level in the field of manufacture of lamellar heat exchangers it is necessary to develop and introduce heat-resistant food rubber, to pick up a sheet steel, to provide installations by the completing products corresponding to world level on reliability and quality of manufacturing.