

УДК 66.045.1

Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А.¹, Перевертайленко А.Ю.¹, Хавин Г.Л.¹,
Бухкало С.И.

ПЛАСТИНЧАТЫЕ ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ В ПРОЦЕССАХ ПРОИЗВОДСТВА ХЛЕБОПЕКАРНЫХ ДРОЖЖЕЙ

*Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»,
¹АО «Содружество–Т»*

В течение последних пятидесяти лет пластинчатые теплообменные аппараты получили широкое распространение во многих отраслях пищевой промышленности включая производство хлебопекарных дрожжей.

Следует отметить, что основные позиции применения пластинчатых теплообменных аппаратов – тепловая обработка мелассных растворов, поддержание температуры в дрожжерастильных аппаратах, охлаждение последрожжевой бражки после сепарации, охлаждение дрожжевого концентрата в зависимости от схем производства хлебопекарных дрожжей.

Хлебопекарные дрожжи представляют собой биомассу живых дрожжевых клеток, способных сбраживать сахаросодержащие среды. Основным сырьём для производства прессованных хлебопекарных дрожжей является меласса – побочный продукт свекло-сахарного производства. Меласса представляет собой сиропообразную жидкость темно-бурого цвета со специфическим вкусом и запахом. Меласса является источником ростовых веществ. Это комплекс термоустойчивых витаминов, перешедших в мелассу из свеклы (биотин, пантотеновая кислота, инозит).

Тепловая обработка мелассных растворов зачастую проводится в пластинчатых пастеризационно-охладительных установках. В этих установках проводят быструю тонкослойную пастеризацию либо стерилизацию, мелассных растворов в закрытом потоке, их кратковременную выдержку и последующее охлаждение.

Тонкослойная тепловая обработка в закрытом потоке обеспечивает соответствующие санитарно-гигиенические условия и является важным фактором, обеспечивающим выход качественной продукции. Основным элементом пластинчато-пастеризационной установки является пластинчатый теплообменный аппарат, состоящий из секции нагрева продукта до температуры пастеризации, секции регенерации, в которой происходит рекуперация тепла пастеризованного продукта продуктом, поступающим на пастеризацию, и секции охлаждения. Нагрев продукта после секции регенерации до температуры пастеризации осуществляется, как правило, горячей водой. Принципы конструкции современных пластинчато-пастеризационных аппаратов описаны в [1].

Сам процесс пастеризации происходит в выдерживателе. Выдерживатель представляет собой отдельный аппарат, состоящий из совокупности трубчатых секций. В отдельных случаях выдерживатель выполняется в виде пакета пластин и является секцией пластинчато-пастеризационного аппарата, например, аппарат P141-RB фирмы Альфа-Лаваль.

В основе производства дрожжей лежит способность дрожжевых клеток размножаться и накапливать биомассу в жидких питательных средах при оптимальных условиях жизнедеятельности.

Одной из важнейших стадий производства хлебопекарных дрожжей является стадия выращивания посевных и товарных дрожжей. Независимо от структуры технологических схем, выращивание дрожжей предусматривается в три генерации (рис. 1): получение маточных дрожжей чистой культуры практически без посторонней микрофлоры (генерация А), получение засевных дрожжей (генерация Б), получение товарных дрожжей (генерация В) [2].

Маточными называют дрожжи, которые используют для засева питательной среды при получении засевных дрожжей. Засевные дрожжи служат посевным материалом при получении товарных дрожжей. Товарные дрожжи – это готовый к использованию продукт, отвечающий требованиям соответствующего стандарта.

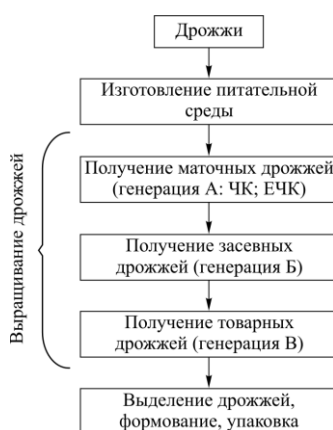


Рисунок 1 – Функциональная схема получения дрожжей

Производство товарных дрожжей осуществляют в дрожжерастильных аппаратах вместимостью 100 м³ воздушно-проточным способом. Продолжительность процесса выращивания 12–20 ч и более. Для выращивания дрожжей используют два дрожжерастильных аппарата: основной и отборочный. В основном аппарате осуществляется рост и размножение дрожжевых клеток, накапливается биомасса (накопительный период). В отборочном аппарате – происходит дозревание дрожжевых клеток.

Дрожжерастильные аппараты для выращивания товарных дрожжей предназначены для накопления и получения биомассы при периодическом и непрерывном способе культивирования организмов при температуре культуральной жидкости в аппарате на уровне 30 °С [2,3]. Для поддержания температуры культуральной среды в аппарате используется система охлаждения дрожжерастильного аппарата, в которой используется охлаждающая вода [3]. По конструкции системы охлаждения дрожжерастильные аппараты товарных дрожжей делятся на аппараты с охлаждающей рубашкой и аппараты с выносными теплообменниками и с комбинированным охлаждением. В аппаратах советской конструкции типа ВДА применяется рубашка охлаждения, встроенная непосредственно в аппарат, для аппаратов «Прессиндустрия» (Италия) – выносные пластинчатые теплообменники, для польских дрожжерастильных аппаратов «Полимэкс» и шведских SIA применяется комбинированная система – охлаждающая рубашка и выносные теплообменники.

К основным недостаткам рубашек охлаждения можно отнести большую сложность очистки поверхности теплообмена от загрязнений, а также проблемы, возникающие при коррозионном воздействии охлаждающей воды и культуральной жидкости. Имели место случаи выхода из строя рубашек охлаждения аппаратов ВДА из-за корро-

зии, в результате чего пришлось применять выносные теплообменники. Применение пластинчатых теплообменников в качестве выносных позволило повысить эффективность охлаждения культуральной среды в дрожжерастильных аппаратах. Принципиальная схема охлаждения культуральной среды с использованием пластинчатого теплообменника представлена на рис. 2.

Дозревание дрожжей завершает процесс их выращивания. От стадии дозревания в значительной степени зависит качество хлебопекарных дрожжей. В процессе дозревания дрожжевые клетки ассимилируют питательные остаточные вещества субстрата, завершается процесс их почкования. Во время дозревания ферментные системы клетки перестраиваются с активного синтеза биомассы на обменные процессы, поддерживающие лишь жизнедеятельность клетки.



Рисунок 2 – Схема охлаждения культуральной среды с использованием выносного пластинчатого теплообменника:
1 – дрожжерастильный аппарат; 2 – насос; 3 – пластинчатый теплообменник

Наряду с созреванием дрожжей в отборочном аппарате может накапливаться до 10–12 % биомассы. Общий объем отборочного дрожжерастильного аппарата должен составлять не менее одной трети объема основного.

Дозревшие в отборочном чане дрожжи поступают на сепараторы для выделения их из культуральной среды. Обычно используют трехступенчатое сепарирование, предусматривающее отделение бражки с одновременной подачей воды, промывание дрожжей и сгущение дрожжевого молока. Для промывки применяют холодную воду. Промытое и сгущенное до концентрации 450–700 г/л дрожжевое молоко с температурой 6–8 °С поступает в сборник с мешалками, где охлаждается до температуры 4–6 °С и подается на фильтрпрессы или вакуум-фильтры для удаления остатков промывной воды.

В качестве выносных пластинчатых теплообменников применяются разборные аппараты. К основным преимуществам использования разборных пластинчатых теплообменников можно отнести следующие:

- высокая тепловая эффективность;
- компактность и малое пространство для сервисного обслуживания;
- возможность изменения площади поверхности теплопередачи пакета путем изменения числа пластин пакета;
- возможность изменения общего проходного сечения по полостям путем соответствующего расположения специальных ходовых пластин в пакете при наличии коллекторных отверстий на подвижной плите;

- простота обслуживания, как при производстве механической чистки, так и промывкой чистящим раствором на месте (CIP).

Одной из главных характеристик пластинчатых теплообменных аппаратов является конструкция пластин. Основным элементом пластины является гофрированное теплопередающее поле пластины. Множество штампованных гофр пластин обеспечивает движение потоков в каналах сложной геометрической формы, что позволяет увеличить турбулентность потока в канале, оборудованном соседними пластинами и, следовательно, повысить коэффициент теплоотдачи.

Большинство типоразмеров современных пластинчатых теплообменников выпускаются, по крайней мере, с двумя вариантами пластин, которые имеют различные углы раскрытия гофр (рис. 3).

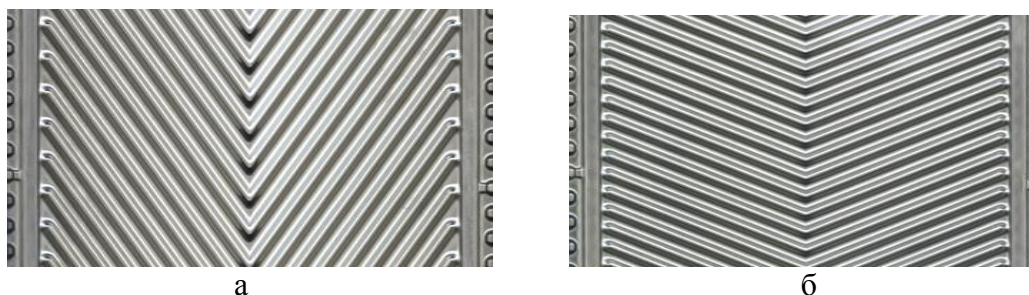


Рисунок 3 – Гофрировка пластин разборного теплообменного аппарата

При сборке пластин в пакет образуются каналы сетчато-поточного типа, а соседние пластины контактируют вершинами гофр. В пакете пластин можно сформировать различные типы каналов, приведенные на рис. 4.

Пластины с меньшим углом раскрытия шеврона (рис. 3а) в пакете образуют каналы с меньшим уровнем теплоотдачи потока и с меньшим гидравлическим сопротивлением или каналы типа L (рис. 4а). Пластины с большим углом раскрытия шеврона (рис. 3б) в пакете образуют каналы с большим уровнем теплоотдачи потока, но и с большим гидравлическим сопротивлением или каналы типа Н (рис. 4в). При комбинации пластин с разными углами раскрытия шеврона образуется канал типа ML/МН (рис. 4б), обеспечивающий промежуточные значения теплоотдачи и гидравлического сопротивления. В пакете пластинчатого теплообменника целесообразно использование каналов не более, чем двух типов: L+ ML/МН или Н+ ML/МН [4].

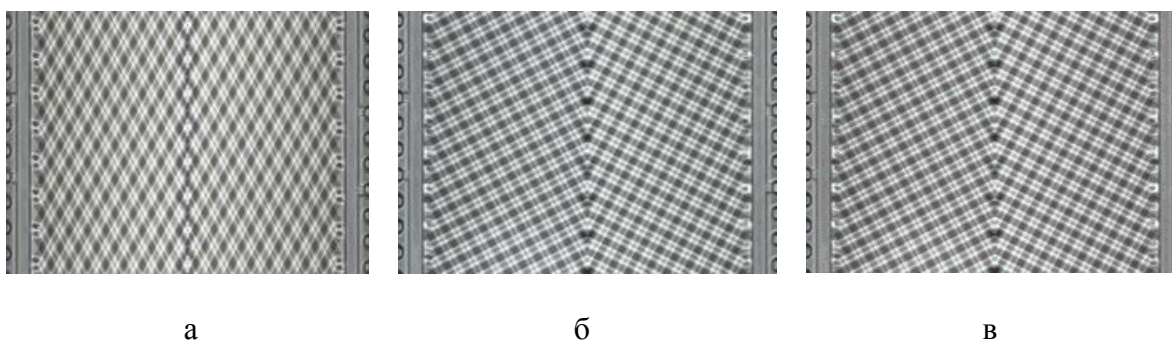


Рисунок 4 – Каналы, образуемые пластинами с различным углом наклона гофры:
а – L-каналы; б – ML/МН-каналы; в – Н-каналы

Приведенная конфигурация пластин и каналов носит название ALFAFLEX и была разработана компанией Альфа-Лаваль (Швеция). Аналогичный принцип был применен и другими компаниями-изготовителями пластинчатых теплообменников.

Применение нержавеющей стали AISI316 с содержанием молибдена, практически исключает коррозию теплопередающих пластин. Для минимизации риска загрязнений необходимо поддерживать оптимальные скорости охлаждающей воды, которые обеспечивают относительно высокие значения касательных напряжений на стенках каналов, и оценивать физико-химические свойства воды, влияющие на образование отложений, в каждом конкретном случае.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что наиболее эффективным мероприятием с точки зрения минимизации капитальных и эксплуатационных затрат является замена трубчатого теплообменного оборудования современными пластинчатыми аппаратами на различных стадиях получения хлебопекарных дрожжей. Особо следует отметить преимущества разборных пластинчатых теплообменников как охладителей дрожжерастильных аппаратов в процессах охлаждения товарных дрожжей. Модернизация производств хлебопекарных дрожжей должна протекать с учетом изложенных принципов конструкции пакетов современных разборных пластинчатых теплообменников.

Литература

1. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., КАПУСТЕНКО П.А., БУХКАЛО СИ., ПЕРЕВЕРТАЙЛЕНКО А.Ю. К вопросу применения пастеризационно-охладительных пластинчатых аппаратов для тепловой обработки молока // Интегровані технології та енергозбереження. – Харків. – НТУ«ХПИ». 2005. – №3. С. 3–12.
2. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., БУХКАЛО С.И., КАПУСТЕНКО П.А., ХАВИН Г.Л. Основные технологии пищевых производств и энергосбережение. – Харьков: НТУ«ХПИ», 2005, – 460 с.
3. НОВАКОВСКАЯ С.С., ШИШАЦКИЙ Ю.И. Производство хлебопекарных дрожжей. Справочник. – М.: 1990, – 332 с.
4. ТОВАЖНЯНСКИЙ Л.Л., КАПУСТЕНКО П.А., ХАВИН Г.Л., АРСЕНЬЕВА О.П. Пластинчатые теплообменники в промышленности. – Харьков: НТУ«ХПИ», 2004, – 232 с.

УДК 66.045.1

ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., КАПУСТЕНКО П.О., ПЕРЕВЕРТАЙЛЕНКО О.Ю., ХАВІН Г.Л., БУХКАЛО С.І.

ПЛАСТИНЧАСТІ ТЕПЛОБМІННІ АПАРАТИ У ПРОЦЕСАХ ВИРОБНИЦТВА ХЛІБОПЕКАРНИХ ДРІЖДЖЕЙ

В статті розглянуті питання енергозберігаючої модернізації основних стадій технології виробництва хлібопекарних дріжджів з використанням пластинчастих теплообмінників. Відмічена важливість процесів охолодження, що протікають у дріжджеростильних апаратах для виробництва товарних дріжджів. Сформульовано переваги розбірних пластинчастих теплообмінників як охолоджувачів дріжджеростильних апаратів.