

УДК 539.23

## Проектирование схемы охлаждения молока без чиллера (бюджетный вариант)

Погадаев В. А., магистрант

Ганусевич К. А., студент

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Комаровская В. М.*

Аннотация:

В данной статье приводится доработанная схема охлаждения молочной продукции на ферме, которая позволит значительно ускорить процесс охлаждения молока и как следствие снизить вероятность отбраковки продукции.

Эффективная система охлаждения молока до того, как оно будет отправлено на молокоперерабатывающее предприятие, позволит не только повысить сортность готовой продукции, но и значительно снизит энергопотребление, что в свою очередь увеличит прибыль. В связи с этим предлагается разработать улучшенную схему для эффективного охлаждения молока в потоке. Для этого в типовую схему установим предоохладитель молока в потоке и заменим танк охладитель на более технологичный и менее энергозатратный. Рассмотрим первоначально замену существующего базового танка охладителя на новый (см. рисунок 1).

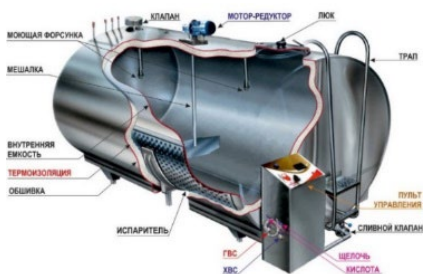


Рис. 1 – Танк охладитель молока

Предлагаемый танк охладитель позволяет работать с более высокими холодильными мощностями за счет замены трубчатого охладителя на щелевой испаритель днища и боковин (то есть имеется возможность подключить дополнительный компрессорно-конденсаторный агрегат). Установка электронасоса в танке-охладителе обеспечивает автоматическую выгрузку охлажденного молока по сливному патрубку в молоковозы. Также в предлагаемом танке охладителе предусмотрен монтаж датчиков уровня молока (верхний и нижний уровень). Для контроля температуры охлажденного молока предусмотрим установку термостата, который будет отключать систему охлаждения после достижения температуры молока +4 °С и включать снова при повышении температуры свыше +5 °С.

Дополнительная установка мешалки в объем танка охладителя обеспечивает хороший холодосъем, исключая обморожение испарителей и образование льда и предотвращает расслоение молока на жир и воду, что привело бы к снижению сортации молока.

В предлагаемом танке охладителе реализуется практически мгновенное охлаждение молока из молокопровода.

За счет этого качество и сортность молока многократно возрастают, снижаются затраты на обслуживание и содержание высококвалифицированного персонала, появляется возможность увеличить количество заготавливаемого сыря.

Для обеспечения большей производительности предлагаемой линии охлаждения и улучшения качества сыря требуется установка предохладителя (теплообменник), что снизит количество бактерий и разгрузит танки охладители в теплое время года. Охлаждение жидкости на проток (охлаждение в потоке) предполагает использование пластинчатых теплообменников в качестве испарителей холодильной машины [9].

Применение предохладителя обеспечивает ферму теплой водой, что актуально в холодное время года. Все усовершенствование является относительно дешевым и приносит большую выгоду и быстро окупается. При применении предохладителя увеличивается моторесурс узлов и агрегатов охлаждения молока за счет сокращения работы танка молокоохладителя в сутки с 8 часов до 1–2 часов из-за того, что охлаждать нужно молоко с 9 °С вместо 38 °С; следовательно, также сокращаются затраты на электроэнергию.

В нашем случае в качестве предохранителя установлен пластинчатый теплообменник (см. рисунок 2).

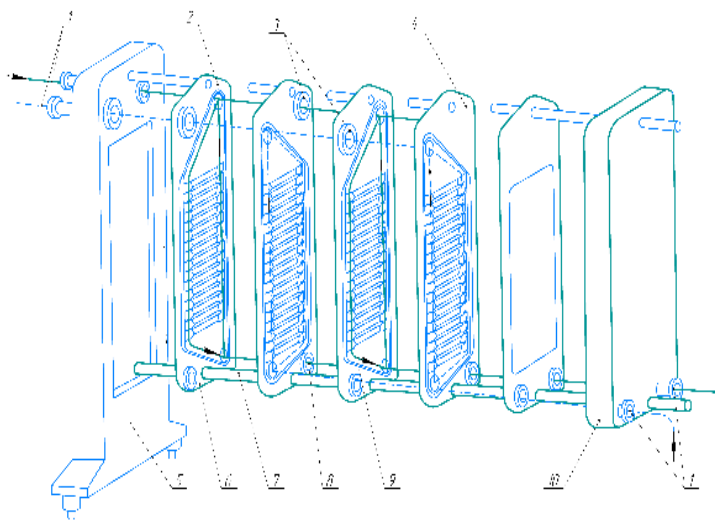


Рис. 2 – Предохранитель:

- 1 – штуцера; 2 – верхнее отверстие; 3 – кольцевые резиновые прокладки;  
4 – граничная пластина; 5 – стойка; 6 – теплообменная пластина; 7 – штанга;  
8 – нижнее отверстие; 9 – большая резиновая прокладка; 10 – нажимная плита

Пластинчатые теплообменники имеют следующие преимущества по сравнению с другими видами:

1. Уменьшение площади, которое занимает теплообменное оборудование, что актуально при переоборудовании старых молочных ферм.
2. Способность к самоочищению теплообменника. За счет турбулизации слоя жидкости вблизи поверхности пластин.
3. Высокий коэффициент теплопередачи.
4. Малые потери давления.
5. Уменьшение расхода электроэнергии.

Снижение энергозатрат на охлаждение молока в два раза: теплообменник снижает температуру проходящего через него молока с 38 °С до 6–9 °С в осенний, зимний, весенний период, и до 8–12 °С в

летний период. Затем танк-охладитель понижает температуру до необходимых  $4^{\circ}\text{C}$ , тем самым разгружая молокоохладитель на 75 %. По электрозатратам, также в летний период молокоохладитель работает не на пределе своих возможностей.

Увеличивается моторесурс узлов и агрегатов танка охлаждения молока за счет сокращения работы молокоохладителя в сутки с 8 часов до 1–2 часов.

6. Простота обслуживания оборудования.

7. Улучшение качественных показателей молока.

Снижение бак-обсемененности на 95–98 %: в результате ускоренного охлаждения в потоке останавливается рост и размножение бактерий, что позволяет получать молоко сорта экстракласса взамен первого и высшего сорта.

8. Рекуперация тепла от молока.

Возможность получить теплую воду за счет теплоотдачи молока воде. Вода в дальнейшем разбирается с трубопровода на технологические нужды, а также для поения коров. В зимний период времени вода в поилках во время доения не замерзает, как на новых комплексах, так и на старых. Температура воды за счет прохождения через предохладитель повышается в зимний период времени с  $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$  до  $17\text{--}21^{\circ}\text{C}$ .

9. Увеличение скорости получения готового сыря.

Молоко охлаждается в потоке, соответственно, к концу дойки температура молока составляет  $4\text{--}5^{\circ}\text{C}$ . Следовательно, молоковоз не ждет окончания охлаждения молока в танках, а забирает молоко сразу после дойки уже охлажденным.

УДК 539.23

### **Проектирование системы охлаждения молочной продукции с применением чиллерной установки**

**Погадаев В. А. магистрант**

**Ганусевич К. А., студент**

*Белорусский национальный технический университет*

*Минск, Республика Беларусь*

*Научный руководитель: к.т.н., доцент Комаровская В. М.*