

СИСТЕМА АВТОМАТИКИ ПАСТЕРИЗАЦИОННО-ОХЛАДИТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ОПФ-1-300

1. НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ УСТАНОВКИ

Пастеризационно-охладительная пластинчатая автоматизированная установка ОПФ-1-300 предназначена для центробежной очистки, пастеризации, выдержки и охлаждения молока от больных коров в закрытом потоке при температуре 90...94°C с выдержкой 300 с.

Установка ОПФ-1-300 (рис. 1) состоит из пластинчатого теплообменного аппарата (поз. 9, 10, 11, 12, 13) центробежного молокоочистителя 16, трубчатого выдерживателя 19, молочного насоса 15 и насоса для горячей воды 1, уравнильного бака 2, перепускного электрогидравлического клапана молока 8, регулирующего клапана пара 4, бойлера 2 с инжектором 3, систем трубопровода и пульта управления. В пульте управления размещена пусковая, контролирующая и сигнализирующая аппаратура.

Система автоматики является автоматизированной и в отличие от автоматической представляет систему, в которой некоторые операции управления выполняет человек. Операции пуска, остановки, промывки основных ее элементов выполняются оператором вручную. Заданный температурный режим пастеризации молока устанавливается при помощи оператора и затем автоматически поддерживается заданная температура пастеризации в пределах $+92 \pm 2$ °C соответствующими техническими средствами автоматики.

Пастеризационно-охладительная установка ОПФ-1-300 может работать в ручном и автоматическом режимах. При ручном режиме пастеризации молока все операции управления выполняются оператором вручную. Система автоматики обеспечивает нормальное протекание процесса пастеризации в автоматическом режиме. Однако операции пуска и остановки ОПФ-1-300 выполняются вручную.

После подготовки ОПФ-1-300 к пастеризации сначала вручную включается центробежный молокоочиститель 16 (рис. 1) с паузой 2..3 мин до полного набора барабаном оборотов, а затем включаются в работу насос подачи молока 15, насос горячей воды 1 и открывается запорный вентиль 5 подачи пара. *(Внимание! Регулирующий клапан*

пара 4 в это время не работает).

Молоко из танка 22 поступает самотеком или под давлением в уравнильный бак 14, откуда насосом 15 подается в секцию регенерации 11. Затем молоко поступает в молокоочиститель 16, проходит вторую секцию регенерации 10, секцию пастеризации 9 и перепускным клапаном 8 направляется в уравнильный бак 14. Цепь катушки электромагнита перепускного клапана 17 запитана напряжением. Далее молоко повторяет пройденный путь, т.е. циркулирует через узлы 15, 11, 16, 10, 9, 8 и 14 по малому пути. Затем переключатель, расположенный на пульте управления, устанавливается положение «Автомат». *(Внимание! Включается в работу регулирующий клапан пара 4).* Далее процесс пастеризации протекает в автоматическом режиме.

Первичный сигнал, соответствующий начальной температуре пастеризуемого молока, поступает от термометра сопротивления 20 в электронный мост 28, который своими контактами включает в работу регулирующий клапан пара 4. Термометр сопротивления установлен на трубопроводе горячего молока после секции пастеризации. Клапан пара автоматически увеличивает подачу пара в бойлер 2 в котором вода подогревается паром, поступающим через инжектор 3 из паропровода.

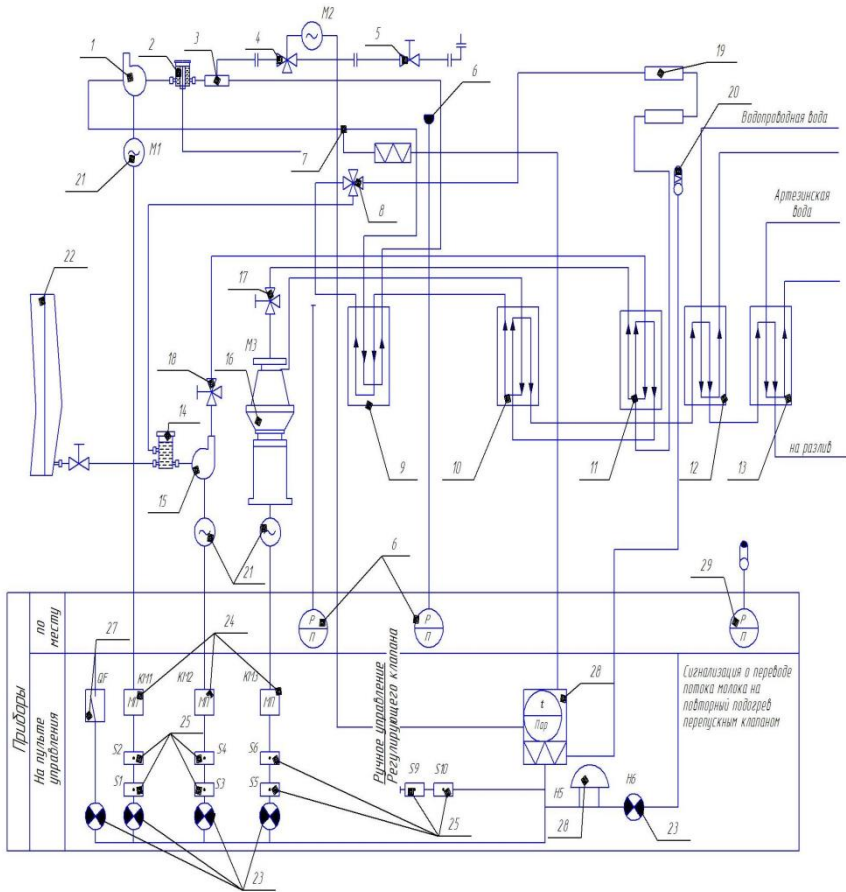


Рис. 1. Функциональная схема пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1-300

Горячая вода подается насосом 1 из бойлера в секцию пастеризации 9, где происходит нагрев молока. Циркуляция молока по малому пути продолжается до тех пор пока температура молока в секции пастеризации не достигает значения $+90^{\circ}\text{C}$. (Внимание! В этот момент оператор должен включить подачу холодной воды). Сигнал

соответствующий температуре молока $+90^{\circ}\text{C}$, поступает от термометра сопротивления в электронный мост, который действует на перепускной клапан, и молоко из секции пастеризации направляется в выдерживатель 19. Молоко здесь выдерживается в течении 300 с и далее поступает последовательно в секции регенерации 11 и 10 для отдачи теплоты встречному потоку пастеризуемого молока, поступающего в секции регенерации после молокоочистителя. Затем молоко последовательно поступает в секции охлаждения 12, 13, где охлаждается до температуры $+8^{\circ}\text{C}$ и выходит из пастеризационно-охладительной установки. Температура охлажденного молока контролируется термометром, который установлен на трубопроводе выхода молока после секции охлаждения. При изменении температуры молока в заданных пределах $+90^{\circ}\text{C} \dots 94^{\circ}\text{C}$ молоко совершает большой путь и направляется на разлив или в танк для последующего хранения. При температуре молока ниже $+90^{\circ}\text{C}$ замыкаются контакты электронного моста, запитывается цепь катушки электромагнита перепускного клапана, который открывает проход на вторичный подогрев молока. Клапан срабатывает так, что молоко поступает из секции пастеризации в уравнильный бак и далее циркулирует по малому пути.

2. НАЗНАЧЕНИЕ, УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ ОСНОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

Система автоматики (рис.1) включает следующие узлы: регулирующий клапан пара 4, перепускной электрогидравлический клапан молока 8, электродвигатели насосов горячей воды М1, молока М2, молокоочистителя М3, термометр сопротивления 20, электронный мост 28, уравнильный бак 14, пульт управления.

Регулирующий клапан пара 4 имеет электрический привод и служит для подачи определенного количества пара согласно заданному режиму пастеризации молока.

Перепускной электрогидравлический клапан молока 8 служит для автоматического переключения потока молока на повторный подогрев при снижении температуры его пастеризации ниже $+90^{\circ}\text{C}$.

Он состоит из корпуса, выполненного из нержавеющей стали, собственно клапана и электрогидравлического реле (рис. 2). Электромагнит 16 реле соединен с датчиком, контролирующим

температуру пастеризационного молока. Если молоко выходит из пастеризатора, имея температуру ниже заданной величины, то цепь катушки реле замкнута и шток 14 находится в верхнем положении. При этом клапан входа воды в гидрореле закрыт, мембрана 7 реле с ее клапанным устройством находится в верхнем положении и клапан перекрывает верхнее окно, оставляя молоку путь обратно в уравнительную камеру.

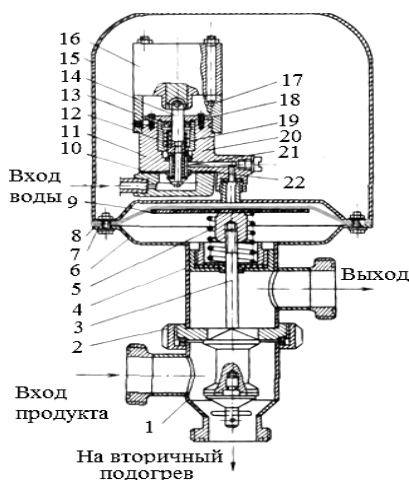


Рис. 2. Перепускной электрогидравлический клапан молока: 1, 4, 10, 11 – корпусы; 2 – гайка; 3 – щиток; 5, 12 – пружины; 6 – нижняя тарелка; 7 – мембрана; 8 – верхняя тарелка; 9 – грибок; 13 – манжета; 14 – шток; 15 – кожух; 16 – электромагнит; 17 – опора; 18 – крышка; 19 – стакан; 20 – шпилька; 21 – втулка; 22 – прокладка

По достижении температуры пастеризации контакты электронного моста размыкаются, обесточивая катушку электромагнита 16. Под действием пружины 12 шток 14 опускается и открывает доступ воде в гидрокамеру клапана. Вода под напором, создаваемым насосом, преодолевает сопротивление пружины 5 и опускает мембранно-клапанный механизм в нижнее положение. При этом перекрывается путь молоку в уравнительную камеру клапана и открывается выход для подачи молока в молочные танки или на разливно-укупорочную машину.

При понижении температуры молока в пастеризационной секции контакты электронного моста замыкаются, шток 14 втягивается электромагнитом 16 реле, одновременно закрывая напорный канал воды и открывая отверстие для выхода из гидрокамеры. Пружина 5, освобожденная от напора воды, поднимает мембранно-клапанный механизм, вытесняя остаток воды из гидрокамеры через окно слива, а клапан переходит в верхнее положение, открывая путь молоку на повторную пастеризацию.

Термометр сопротивления 20 (рис. 1) служит для получения первичных сигналов при изменении температуры пастеризуемого молока. Он представляет собой платиновый термометр сопротивления, сигнал которого, пропорциональный температуре пастеризуемого молока, поступает в измерительную схему электронного моста.

Электронный мост 28 обеспечивает автоматическое управление клапаном пара 4, перепускным клапаном молока 8 и служит для записи показаний температуры пастеризуемого молока.

Измерительная мостовая схема состоит из реохорда R_p (рис. 3), обеспечивающего балансировку моста; резистора $R_{ш}$, шунтирующего реохорд; резисторов R_n, R_v определяющих нижний и верхний пределы измерения; резисторов $гн, гв$, выполняющих роль подстроечных сопротивлений; резистора $R_δ$, служащего для ограничения тока в цепи источника питания; резисторов R_1, R_2, R_3 , являющихся плечами моста; термометра сопротивления $R_θ$; резисторов $R_{л1}, R_{л2}$ для подгонки сопротивления соединительных проводов до градуировочного значения.

Мост работает следующим образом. При изменении температуры пастеризуемого молока меняется сопротивление $R_θ$, в результате чего нарушается равновесие измерительной схемы. Сигнал рассогласования, пропорциональный разности между заданными значениями температуры и ее действительным значением, усиливается УПП и вызывает вращение реверсивного двигателя PD, который перемещая движок реохорда в соответствующую сторону, восстанавливает равновесие измерительной схемы.

Уравнительный бак 14 (рис. 1) имеет поплавковый регулятор прямого действия, который исключает пригорание пастеризуемого молока за счет обеспечения непрерывной его подачи в пастеризатор. Таким образом, исключается подсос воздуха в молочный насос. Невыполнение этого условия приводит к пенообразованию, которое

снижает эффективность пастеризации. Поплавковый регулятор поддерживает уровень молока не менее 300 мм.

Пульт управления служит для размещения в нем пусковой, контролирующей и сигнализирующей аппаратуры. Кнопки управления 1 служат для включения электродвигателей в работу, кнопка управления SB7 (рис.6) для включения звукового сигнала. Лампа 2, 3 (рис.4) сигнализирует о включении пульта и электродвигателей в работу. Лампа Н6 (рис.6) сигнализирует о падении температуры пастеризуемого молока ниже +90 °С. Переключателем управления 5 (рис.4) переводят работу системы регулирования с автоматического режима на дистанционный, и наоборот. С помощью автоматического выключателя 7 на пульт управления подается электроэнергия. Питание пульта управления осуществляется напряжением 380В, 50 Гц через автоматический выключатель АЕ 2033-10, а цепей управления сигнализации – напряжением 220В, 50 Гц.

Магнитный пускатель (рис. 5) предназначен для автоматического или дистанционного управления электродвигателями и другими электроприёмниками. Пускатель имеет две основные части – неподвижную и подвижную. Неподвижная часть представляет собой пластмассовое основание 4, на котором укреплены Ш-образный магнитопровод 3, силовые и вспомогательные контакты 5. Магнитопровод набран из большого количества изолированных друг от друга (для уменьшения потерь от вихревых токов) листов электротехнической стали толщиной 0,3...0,5 мм. На среднюю часть магнитопровода надета катушка 2, рассчитанная на сетевое напряжение (фазное или линейное). Подвижная часть представляет собой пластмассовое основание 7, на котором укреплены Ш-образный магнитопровод 1 и мостиковые контакты 6.

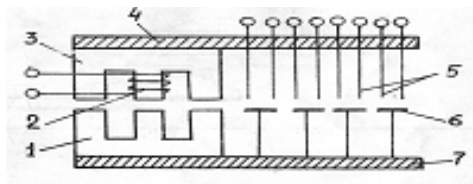


Рис.5. Электрическая схема магнитного пускателя

При протекании через катушку пускателя электрического тока намагничивается магнитопровод 3 неподвижной части и притягивает к себе магнитопровод 1 подвижной части. В результате замыкаются силовые (главные) и блокировочные (вспомогательные) контакты.

Управление магнитным пускателем осуществляется при помощи кнопочной станции или контактами других аппаратов в автоматическом режиме.

Кнопочная станция имеет две кнопки «Пуск», «Стоп». Ее применение обусловлено необходимостью подачи напряжения на соответствующие катушки магнитных пускателей для включения электродвигателей молокоочистителя, насосов подачи молока и горячей воды.

Электромагнит представляет собой цилиндрический сердечник, выполненный из ферромагнитного материала (электротехнической стали), на который надета катушка. Внутри сердечника находится подвижный якорь. При протекании тока по катушке возникает магнитный поток, создаваемый током катушки и сердечником, и якорь перемещается под его действием. Электромагнит преобразует энергию электрического тока в поступательное движение якоря.

Реле напряжения переменного тока в данной системе автоматики используется для управления работой регулирующего клапана пара и другими элементами, Реле имеет катушку и контакты, катушка расположена на сердечнике, который служит магнитопроводом. На электрических схемах графически изображаются только катушка и контакты.

Реле работает следующим образом. При протекании управляющего электрического тока по катушке в сердечнике возникает магнитный поток, который вызывает притягивающую электромагнитную силу, в результате чего реле срабатывает и это вызывает замыкание контактов (т.е. включение управляемой цепи).

Защита электродвигателей от перегрузок осуществляется тепловыми реле КК1, КК2 и КК3 с одноименными контактами.

Защита силовых цепей и цепей управления от токов короткого замыкания осуществляется автоматическим выключателем QF, а также плавким предохранителем FU.

3. ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИКИ

На принципиальной схеме системы автоматики пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1-300 (рис.6) все элементы изображены в соответствии с условными обозначениями во взаимосвязи между собой.

Изображение элементов соответствует выключенному (обесточенному) состоянию всех цепей схемы и отсутствию внешних воздействий. Каждому элементу принципиальной схемы присвоено буквенно-цифровое позиционное обозначение. Буквенное обозначение представляет собой сокращённое наименование элемента, а цифровое в порядке возрастания и в определенной последовательности условно показывает нумерацию элемента, считая слева направо или сверху вниз.

Положение переключателя на пульте управления обеспечивает «Автоматический» А или «Ручной» Р режимы работы пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1-300.

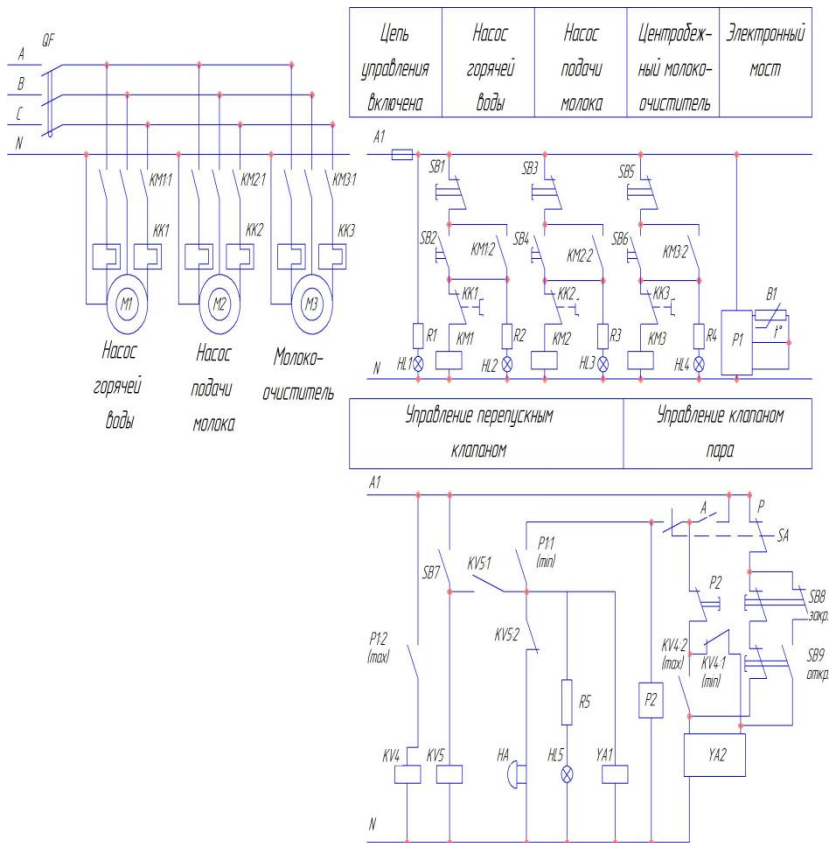


Рис.6. Принципиальная электрическая схема установки ОПФ-1-300

Для автоматического управления процессом пастеризации необходимо переключатель SA поставить в положение «А». Запитывается ступенчатый импульсный прерыватель P2 и включается в работу регулирующий клапан пара YA2, увеличивая его подачу. Вначале вручную пускаются в работу последовательно центробежный молокоочиститель M1, насос подачи молока M2 и насос горячей воды M3. Пуск этих агрегатов обеспечиваются соответственно нажатием на кнопки SB6,SB4 и SB2. В результате запитываются катушки

магнитных пускателей КМ3, КМ2 и КМ1, которые своими силовыми контактами КМ3:1, КМ2:1, КМ1:1 подключают к трехфазной сети статорные обмотки асинхронных электродвигателей М3, М2 и М1. Одновременно кнопки S6, S4, S2 шунтируются блок-контактами КМ3:2, КМ2:2 и КМ1:2 магнитных пускателей.

Замыкающий контакт Р1:1 электронного моста Р1 замыкается и запитывается фазным напряжением электромагнит YA1 перепускного клапана, приборы световой HL и звуковой HA сигнализации. При минимальном значении температуры пастеризуемого молока (+90 °C) контакты Р1:1 электронного моста размыкаются и обесточивается катушка электромагнита YA1 (перепускной клапан направляет молоко в выдерживатель). Контакты Р1:2 замыкаются при максимальном значении температуры пастеризуемого молока (+94 °C) и запитывается катушка промежуточного реле KV4. В результате его срабатывания размыкаются контакты KV4:1 и замыкаются контакты KV4:2. Электромагнит YA2 действует таким образом, что регулирующий клапан уменьшает подачу пара.

Ручное управление обеспечивается постановкой переключателя на пульте управления в положение «Р». Все операции управления режимом пастеризации выполняются вручную оператором. Управление работой молокоочистителя, насосами подачи горячей воды и молока осуществляется кнопками SB5 и SB6, SB3 и SB4, SB1 и SB2. Кнопками SB8, SB9 управляют подачей пара. Так, при нажатии на кнопку SB8 срабатывает электромагнит YA2 так, что подача пара прекращается путем закрытия регулирующего клапана. Нажатием на кнопку SB9 обеспечивается открытие регулирующего клапана и подача пара.

Прибор звуковой сигнализации HA отключается кнопкой SB7. Путем нажатия на кнопку SB7 запитывается катушка промежуточного реле KV5, контакты KV5:1 которого обесточивают цепь питания прибора звуковой сигнализации.

4. ПУСК УСТАНОВКИ В РАБОТУ, ЕЕ ОСТАНОВКА И НАСТРОЙКА

После установки переключателя на автоматическое управление включается молокоочиститель, который должен работать на полных оборотах к моменту подачи молока, иначе возможен перелив молока

из барабана в чашу станины. Затем включается подача молока в аппарат. После этого открывается запорный вентиль подачи пара и включается насос подачи горячей воды. При таком порядке пуска молоко из уравнильного бака вытесняет воду, оставшуюся в аппарате после стерилизации. Воду необходимо спускать до тех пор, пока не будет вытекать молоко.

Вначале молоко имеет температуру +90 °С. Поэтому оно автоматически при помощи перепускного клапана возвращается из секции пастеризации обратно в уравнильный бак. Такая циркуляция первых порций молока продолжается до температуры его нагрева, равной +90 °С. В этот момент необходимо включать подачу холодной воды.

Для прекращения работы ОПФ-1-300 необходимо закрыть подачу молока в уравнильный бак. Когда остаток молока из бака уйдет в насос, нужно подать воду для вытеснения молока из аппарата. Подача воды продолжается до прекращения вытекания молока из установки. Этот момент определяется по виду струи, пробой на вкус или замером плотности лактоденсиметром. Затем прекращается подача пара, отключается молочный насос, насос горячей воды и останавливается молокоочиститель.

4. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Объясните назначение, устройство и принцип работы пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1-300 используя функциональную схему.
2. Объясните назначение, устройство и принцип действия системы автоматики пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1-300.
3. Объясните назначение, устройство и принцип действия основных элементов системы автоматики пастеризационно-охладительной установки ОПФ-1-300.
4. Как и в какой последовательности необходимо запускать и останавливать установку ОПФ-1-300?
5. Как настроить систему автоматики установки ОПФ-1-300 на нужный температурный режим работы?
6. Какие основные регулировки имеет установка ОПФ-1-300?
7. Какие основные неисправности могут возникнуть в работе системы автоматики установки ОПФ-1-300 при ее эксплуатации?

8. Объясните устройство и принцип действия перепускного клапана молока.
9. Объясните устройство и принцип действия магнитного пускателя.