

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ,  
НАУКИ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ РЕВОЛЮЦИИ  
И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра механизации животноводства  
и электрификации сельскохозяйственного производства

*Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин*

# **МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

## **АВТОМАТ ПРОМЫВКИ АП-1М**

*Методические указания по выполнению лабораторной работы  
для студентов, обучающихся по специальности  
1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов  
сельскохозяйственного производства*

Горки  
БГСХА  
2023

УДК 631.363(072)

*Рекомендовано методической комиссией  
факультета механизации сельского хозяйства.  
Протокол № 7 от 21 марта 2022 г.*

Авторы:

старший преподаватель *Ю. А. Крупенин*;  
кандидат технических наук, доцент *П. Ю. Крупенин*

Рецензент:

кандидат технических наук, доцент *В. И. Коцуба*

**Машины и оборудование в животноводстве. Автомат промывки АП-1М** : методические указания по выполнению лабораторной работы / Ю. А. Крупенин, П. Ю. Крупенин. – Горки : БГСХА, 2023. – 32 с.

Описаны устройство, принцип работы, настройка и порядок эксплуатации автомата промывки доильных установок АП-1М.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 06 01 Техническое обеспечение процессов сельскохозяйственного производства.

© УО «Белорусская государственная  
сельскохозяйственная академия», 2023

**Цель работы:** изучить устройство, принцип работы, настройку и порядок эксплуатации автомата промывки АП-1М.

**Материалы и оборудование:** автомат промывки АП-1М, действующий фрагмент доильной установки АДМ-8, учебные плакаты.

**При выполнении работы необходимо:**

1) изучить назначение, устройство и принцип работы узлов автомата промывки АП-1М;

2) знать особенности работы автомата АП-1М на разных этапах программ промывки;

3) уметь настраивать автомат промывки и устранять возможные неисправности в его работе;

4) составить отчет о выполнении лабораторной работы.

**Содержание отчета:**

1) описать назначение и устройство автомата промывки;

2) вычертить схему работы автомата АП-1М при промывке доильной установки;

3) описать работу автомата АП-1М на разных этапах программ промывки.

Автомат промывки АП-1М (производитель ООО «Экстрасервис», Республика Беларусь) предназначен для автоматической промывки и дезинфекции доильных аппаратов и других молоконесущих узлов доильных установок типов «Елочка» и «Параллель», а также установок с молокопроводом, применяемых для доения коров в стойлах при привязном содержании.

Основные параметры и технические характеристики автомата промывки АП-1М приведены в табл. 1.

Таблица 1. Технические характеристики автомата промывки АП-1М

Наименование показателя	Значение
Объем бака для моющего раствора, л, не более	200
Температура нагрева моющего раствора, °С, не более	90
Датчики уровня моющего раствора в баке	Мембранные гидростатические
Датчик температуры моющего раствора в баке	Термопреобразователь сопротивления, Pt100 или Pt1000
Датчик температуры возвратного контура	Термопара, тип К
Счетчики воды	Тахометрические с импульсным выходом
Абсолютная погрешность измерения температуры моющего раствора в баке, °С, не более	±1
Напряжение электропитания, В	380

Наименование показателя	Значение
Установленная электрическая мощность, кВт, не более	16,5
Габаритные размеры, мм, не более:	
длина	2200
ширина	600
высота	1800
Масса, кг, не более	110
Количество обслуживающего персонала, чел.	1
Ежемесячное оперативное время ТО, ч, не более	0,25

Автомат промывки АП-1М состоит из блока управления 3 (рис. 1), бака 13 для моющего раствора, возвратного трубопровода 10, соединительных шлангов и трубок.

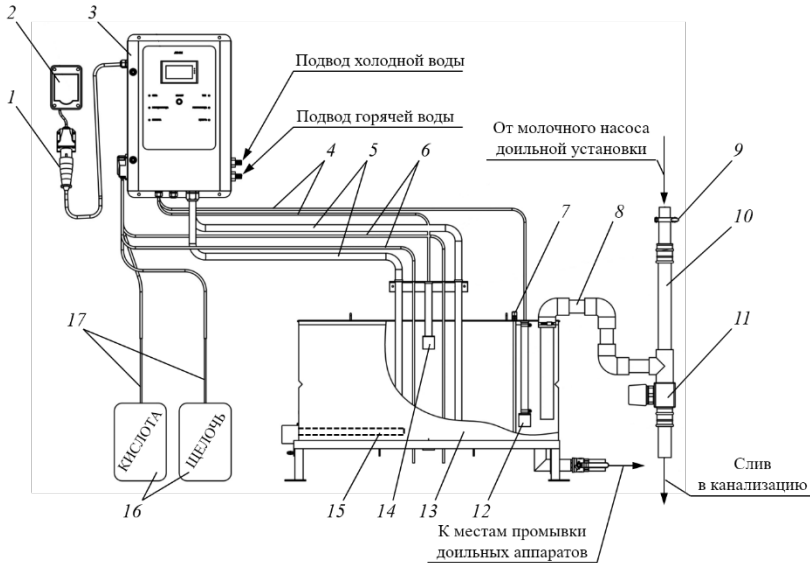


Рис. 1. Устройство автомата промывки АП-1М:

1 – силовой разъем; 2 – вводный щиток; 3 – блок управления; 4 – трубки датчиков уровня; 5 – шланги подачи холодной и горячей воды; 6 – трубки подачи моющих средств; 7 – датчик температуры; 8 – патрубок рециркуляции; 9 – датчик температуры возвратного контура; 10 – возвратный трубопровод; 11 – клапан рециркуляции; 12 – наконечник датчика нижнего уровня; 13 – бак; 14 – наконечник датчика верхнего уровня; 15 – ТЭН; 16 – емкости (канистры) для моющих средств; 17 – заборные трубки

Блок управления (рис. 2) представляет собой корпус, разделенный на два изолированных отсека. Верхний отсек используется для размещения платы управления, устройств защитного отключения, магнитного контактора ТЭНов, клемм для подключения внешних датчиков и устройств. В нижнем отсеке расположены электромагнитные клапаны подачи воды, счетчики воды и гидростатические мембранные датчики уровня моющего раствора в баке. На двери блока смонтирована панель управления, на которой расположены кнопка 7 включения («ON/OFF»), светодиодные индикаторы и сенсорный дисплей 6. На левой стенке блока управления закреплено два перистальтических насоса 1 для подачи моющих средств, на правой – штуцеры 11 и 12 для подключения автомата промывки к холодному и горячему водопроводам.

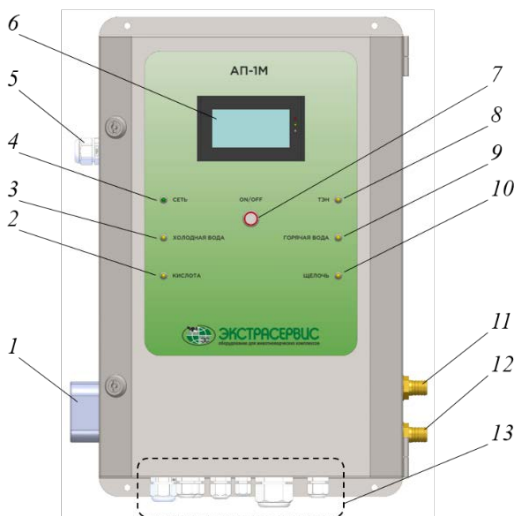


Рис. 2. Общий вид блока управления:

- 1 – насосы моющих средств; 2 – индикатор «КИСЛОТА»;
- 3 – индикатор «ХОЛОДНАЯ ВОДА»; 4 – индикатор «СЕТЬ»;
- 5 – сальниковый ввод кабеля электропитания; 6 – сенсорный дисплей; 7 – кнопка включения «ON/OFF»; 8 – индикатор «ТЭН»;
- 9 – индикатор «ГОРЯЧАЯ ВОДА»; 10 – индикатор «ЩЕЛОЧЬ»;
- 11 – штуцер подключения к холодной воде; 12 – штуцер подключения к горячей воде; 13 – сальниковые выводы

Подключение автомата промывки к электрической сети осуществляется через вводной щиток 2 (см. рис. 1) и силовой разъем 1 (розетка

и вилка типа 3Р + РЕ + N). Ввод силового кабеля в блок управления осуществляется через герметичный сальник 5 (см. рис. 2). Сальниковые выводы 13 используются для прокладки электрических, гидравлических и пневматических линий, соединяющих блок управления с ТЭНами, датчиками, клапаном рециркуляции и другими внешними нагрузками.

Для подачи холодной и горячей воды из водопроводной сети в бак 13 (см. рис. 1) автомата промывки используется два нормально закрытых электромагнитных клапана Müller серии 1.010.115 (рис. 3).



Рис. 3. Общий вид клапана Müller серии 1.010.115

Принцип работы электромагнитного клапана подачи воды заключается в следующем. При отсутствии подачи напряжения на катушку 4 (рис. 4, а) пружина 5 выталкивает сердечник 6 и управляющий клапан 7 закрывает осевое отверстие в диске 8 на мембране 3. Поскольку полость над мембраной через жиклер 9 и кольцевой канал 10 соединяется со входным патрубком 1, то при закрытом управляющем клапане над мембраной устанавливается давление, равное давлению под ней. В связи с тем что площадь поверхности мембраны, на которую воздействует давление со стороны верхней полости, больше площади мембраны, соприкасающейся с кольцевым каналом, то при равенстве давлений сверху и снизу от мембраны сила, действующая на мембрану сверху, будет больше силы, действующей снизу. Разность сил прижимает мембрану 3 к седлу 2, и подача воды не производится.

При подаче напряжения на катушку 4 (рис. 4, б) возникающие электромагнитные силы преодолевают усилие пружины 5 и втягивают сердечник 6. Управляющий клапан 7 открывается, и давление в полости над мембраной 3 падает за счет перетока воды через отверстие

диска 8 в выходной патрубок 11. Давление со стороны патрубка 1 сдвигает мембрану вверх, после чего вода подается в бак автомата промывки.

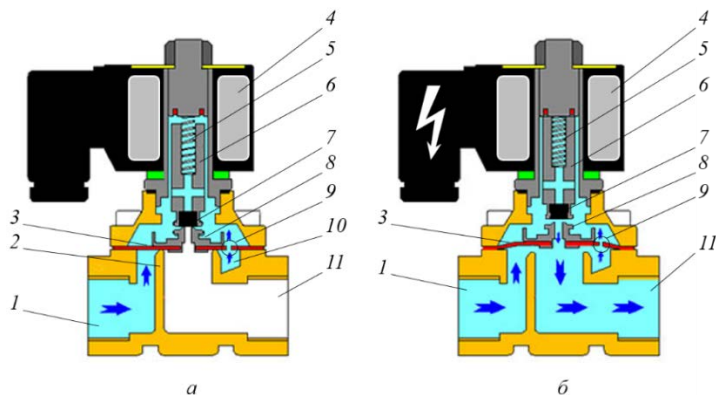


Рис. 4. Принцип работы электромагнитного клапана подачи воды:  
 а – клапан закрыт; б – клапан открыт;  
 1 – входной патрубок; 2 – седло; 3 – мембрана; 4 – электромагнитная катушка; 5 – пружина; 6 – сердечник; 7 – управляющий клапан;  
 8 – диск; 9 – жиклер; 10 – кольцевой канал; 11 – выходной патрубок

Для дозированной подачи в бак 13 (см. рис. 1) кислотных и щелочных моющих средств из емкостей 16 автомат промывки АП-1М оборудован двумя перистальтическими насосами (рис. 5).



Рис. 5. Общий вид перистальтических насосов

Перистальтические насосы представляют собой разновидность дозирующего оборудования. Их название позаимствовано из медицины, где широко используется понятие «перистальтика». Насос состоит из полукруглого корпуса 3 (рис. 6), внутри которого расположены эластичная трубка 1 и ротор 2 с двумя роликами 4. Размеры деталей насоса таковы, что ролики сдавливают трубку 1 и прижимают ее ко внутренней поверхности корпуса 3, в результате чего образуется временное уплотнение между всасывающим 5 и нагнетательным 6 патрубками. При вращении ротора это уплотнение перемещается вдоль трубки от всасывающего патрубка к нагнетательному, попутно выдавливая жидкость из трубки в линию нагнетания.

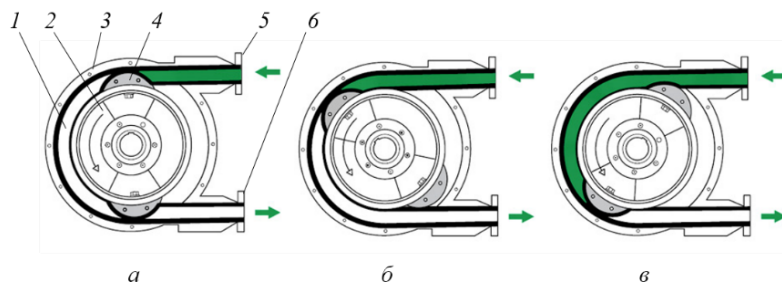


Рис. 6. Принцип работы перистальтического насоса:  
 а, б, в – положения ротора;  
 1 – трубка; 2 – ротор; 3 – корпус; 4 – ролик;  
 5 – всасывающий патрубок; 6 – нагнетательный патрубок

Перистальтические насосы являются самовсасывающими. В их конструкции отсутствуют уплотнители, что исключает возможность утечек или загрязнения перекачиваемых жидкостей. Перистальтические насосы выдерживают самые жесткие условия эксплуатации, включая работу с высокоабразивными и агрессивными жидкостями. Единственной деталью насоса, требующей регулярной замены, является эластичная трубка. Замена таких трубок на автомате промывки АП-1М должна производиться каждые 12 мес.

Бак 13 (см. рис. 1) автомата промывки представляет собой сварную емкость из нержавеющей стали с тремя встроенными ТЭНами 15. Подача в бак холодной и горячей воды осуществляется по шлангам 5, моющих средств – по трубкам 6. Для измерения температуры воды или моющего раствора в баке установлен датчик температуры 7. Уро-

вень (верхний и нижний) воды или моющего раствора определяется двумя гидростатическими мембранными датчиками с наконечниками 12 и 14.

Каждый датчик уровня состоит из корпуса 7 (рис. 7), внутри которого находится мембрана 6 с электрическими контактами 5, и наконечника 2, подвешенного на шланге 4 к крышке 9 бака 1. Корпуса 7 датчиков нижнего и верхнего уровня размещены в блоке управления и соединены трубками 8 с соответствующими наконечниками 2.

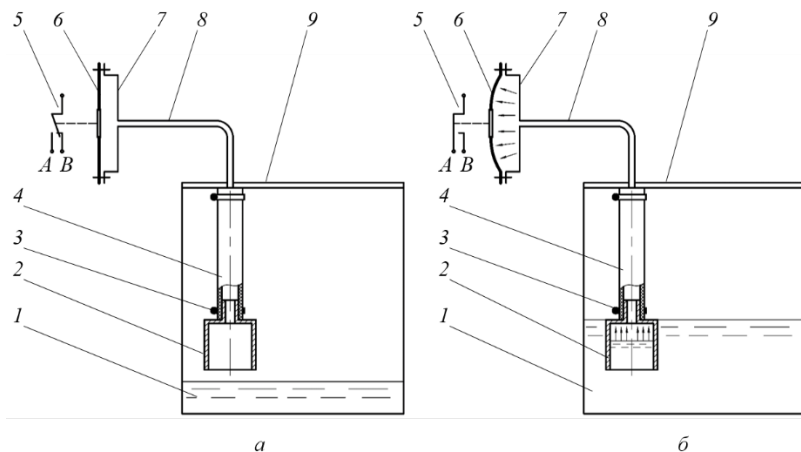


Рис. 7. Принцип работы гидростатического мембранного датчика уровня:

*a* – датчик не сработал; *б* – момент срабатывания датчика;

1 – бак; 2 – наконечник датчика; 3 – хомут; 4 – шланг; 5 – электрические контакты; 6 – мембрана; 7 – корпус; 8 – трубка; 9 – крышка бака;

*A* – нормально разомкнутый контакт; *B* – нормально замкнутый контакт

Принцип работы датчика уровня заключается в следующем. Когда уровень моющего раствора в баке 1 (см. рис. 7, *a*) находится ниже наконечника 2, в полости корпуса 7 устанавливается атмосферное давление, мембрана 6 занимает нейтральное положение, а электрический контакт *A* будет разомкнут. При повышении уровня моющего раствора происходит погружение в него наконечника 2 (см. рис. 7, *б*). При этом жидкость также заполняет внутреннюю полость наконечника, сжимая тем самым воздух в шланге 4 и трубке 8. Под давлением воздуха мембрана 6 выгибается и замыкает электрический контакт *A*, это подает сигнал блоку управления о заполнении бака до определенного уровня.

Порогом срабатывания датчиков уровня является полное ( $\pm 1$  см) погружение металлического наконечника 2 (см. рис. 7, б) в моющий раствор. Регулировка верхнего и нижнего уровней осуществляется изменением длины шланга 4, на котором с помощью хомутов 3 закреплен соответствующий наконечник. Удлинение шланга понижает уровень моющего раствора в баке, укорачивание – повышает. Длину шланга с наконечником датчика нижнего уровня подбирают так, чтобы в момент срабатывания датчика ТЭНы в баке были полностью закрыты водой. Наконечник датчика верхнего уровня располагают так, чтобы при срабатывании датчика бак был заполнен не более чем на 90 %.

Прокладку соединительных трубок 8 (см. рис. 7) следует выполнять без провисаний и с уклоном к баку 1. В противном случае в них будет скапливаться конденсат, что может привести к некорректной работе датчиков уровня.

По заказу покупателя автомат промывки АП-1М может комплектоваться баком на 100 или 200 л. Бак объемом 100 л используется с доильными установками для доения коров в стойлах (АДСН, 2АДСН) и оснащен ТЭНами суммарной мощностью 9 кВт ( $3 \cdot 3$  кВт). Для доильных установок типов «Елочка» или «Параллель» необходим бак объемом 200 л с мощностью ТЭНов, равной 15 кВт ( $3 \cdot 5$  кВт).

Ключевым элементом возвратного трубопровода 10 (см. рис. 1) является клапан рециркуляции 11, с помощью которого осуществляется переключение автомата промывки между режимами работы «Ополаскивание» и «Рециркуляционная промывка». В режиме «Ополаскивание» клапан 11 открыт и вода или моющий раствор, подаваемые в возвратный трубопровод молочным насосом доильной установки, направляются на слив в канализацию. В режиме «Рециркуляционная промывка» клапан 11 перекрывается и поток моющего раствора по патрубку рециркуляции 8 возвращается обратно в бак 13, из которого вновь поступает в доильную установку.

В качестве клапана рециркуляции в автомате промывки АП-1М используется нормально открытый клапан с электроприводом Depend-O-Drain MDB-O-2 (рис. 8). Клапан состоит из неразборного корпуса 1, на котором закреплен приводной механизм 4. Под крышкой 6 приводного механизма расположен электродвигатель переменного тока с редуктором 10. При подаче напряжения на обмотку статора 8 ротор 9 начинает вращаться и через редуктор 10 поворачивает клапанную пластину внутри корпуса 1, которая совершает поворот на  $90^\circ$  и перекрывает входной патрубок 2. При отключении питания электродвигателя пружина 3

возвращает клапанную пластину в исходное положение и клапан открывается.

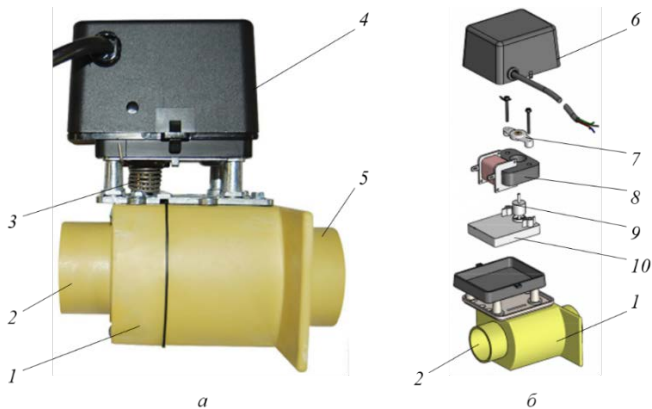


Рис. 8. Клапан рециркуляции Depend-O-Drain MDB-O-2:

*a* – общий вид; *б* – устройство приводного механизма;

*1* – корпус; *2* – входной патрубок; *3* – возвратная пружина;

*4* – приводной механизм; *5* – выходной патрубок; *6* – крышка;

*7* – подшипниковая опора; *8* – статор; *9* – ротор; *10* – редуктор

Опционально на возвратном трубопроводе *10* (см. рис. 1) может устанавливаться датчик температуры *9*. Это позволяет контролировать температуру моющего раствора на выходе из доильной установки. Датчик температуры представляет собой червячный хомут *1* (рис. 9) с припаянной к нему термопарой *2* (тип К, хромель-алюмелевая). Датчик закрепляется на возвратном трубопроводе, а его провод *3* подключается к соответствующим клеммам на плате управления автомата промывки.



Рис. 9. Устройство датчика температуры возвратного контура:

*1* – червячный хомут; *2* – термопара; *3* – провод

Включение блока управления автомата промывки (см. рис. 2) осуществляется нажатием на кнопку 7 («ON/OFF»). После включения на сенсорном дисплее 6 отображается главное меню (рис. 10), представляющее собой список рабочих («Дойка», «Промывка») и сервисных («Настройки», «Тестирование») режимов работы автомата.

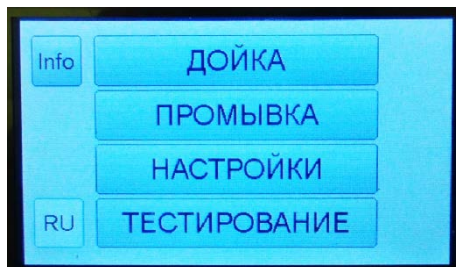


Рис. 10. Главное меню автомата промывки

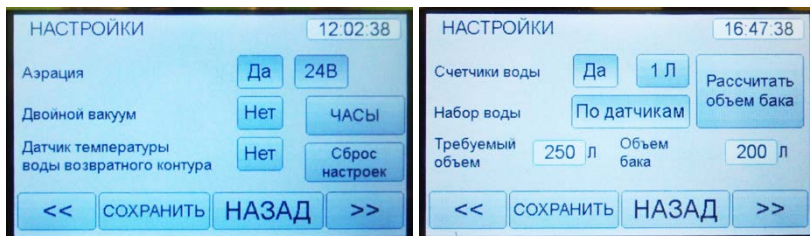
При нажатии кнопки «НАСТРОЙКИ» доступно меню настроек автомата промывки, которые являются общими для всех программ промывки (рис. 11). Переключение между разделами настроек осуществляется кнопками «<<» и «>>».

В первом разделе настроек (рис. 11, а) осуществляется подключение или отключение вспомогательных устройств: аэратора (напряжение питания – 24 или 220 В), клапана двойного вакуума (24 В), датчика температуры возвратного контура (см. рис. 9). Кнопка «ЧАСЫ» используется для установки точного времени. Нажатие кнопки «Сброс настроек» обеспечивает возврат к заводским настройкам по умолчанию.

В разделе настроек, представленном на рис. 11, б, в соответствующей ячейке указывается значение объема бака автомата промывки (100 или 200 л). В ячейке «Требуемый объем» задается суммарный объем воды (холодная + горячая), который будет циркулировать в доильной установке на каждом этапе промывки. Значение требуемого объема подбирается таким образом, чтобы в ходе этапа «Промывка с рециркуляцией» уровень моющего раствора в баке 13 (см. рис. 1) не опускался ниже наконечника датчика нижнего уровня 12.

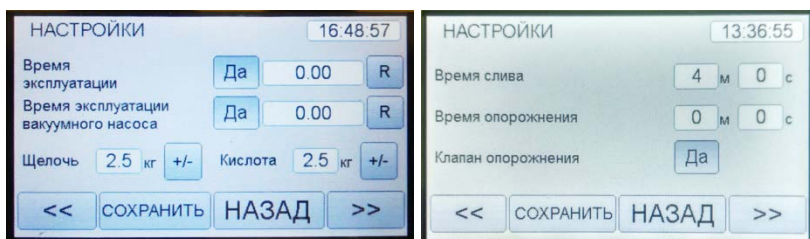
В третьем разделе настроек (рис. 11, в) можно активировать опции «Время эксплуатации» и «Время эксплуатации вакуумного насоса», установив напротив соответствующих строк флаг «Да». После вклю-

чения этих опций блок управления будет осуществлять подсчет времени работы автомата промывки и времени работы вакуумного насоса, что позволит контролировать интервалы между техническими обслуживаниями оборудования. Нажатие кнопки «R» обнуляет показания соответствующего счетчика.



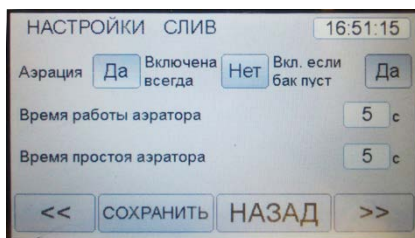
*а*

*б*



*в*

*г*



*д*

Рис. 11. Меню «НАСТРОЙКИ»: *а, б, в, г, д* – разделы настроек

Масса добавляемых в бак щелочного и кислотного моющих средств задается в ячейках «Щелочь» и «Кислота» (см. рис. 11, в). Расчет требуемой массы (кг) моющих средств производится по формуле

$$m_{\text{мс}} = \frac{V_{\text{в}} C_{\text{мс}}}{100 - C_{\text{мс}}}, \quad (1)$$

где  $V_{\text{в}}$  – объем воды, циркулирующей в доильной установке (параметр настроек «Требуемый объем» на рис. 11, б), л;

$C_{\text{мс}}$  – концентрация моющего средства в моющем растворе; принимается согласно рекомендациям производителя, %.

Для обеспечения точного дозирования моющих средств проводят калибровку перистальтических насосов. Калибровку выполняют каждые 6 мес, а также после замены эластичных трубок *1* (см. рис. 6) насосов. Запуск калибровки осуществляют нажатием кнопки «+/-» (см. рис. 11, в) напротив соответствующего реагента, после чего на экран выводится меню калибровки (рис. 12).

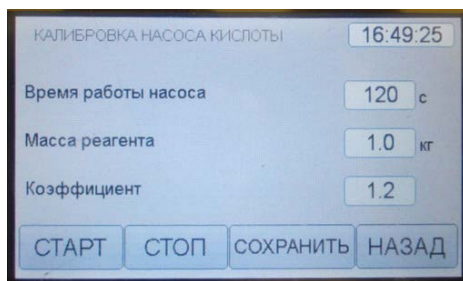


Рис. 12. Меню калибровки насосов моющих средств

Для калибровки насоса конец соединенной с ним трубки *б* (см. рис. 1) заводят в пустую емкость для сбора моющего средства, после чего проводят предварительное заполнение насоса и трубок *17* и *б* моющим средством. Для этого в меню калибровки насосов (см. рис. 12) устанавливают время работы насоса (от 60 до 300 с) и нажимают кнопку «СТАРТ». Насос начинает забирать моющее средство из канистры *16* и подает его в предварительно установленную емкость. После заполнения трубок моющим средством по всей длине нажимают кнопку «СТОП», что прерывает процесс калибровки. Сливают моющее средство из сборной емкости и снова заводят в нее труб-

ку 6. Повторно запускают процесс калибровки нажатием кнопки «СТАРТ». По истечении установленного времени работы насос автоматически отключается. Взвешивают емкость с моющим средством и рассчитывают массу нетто моющего средства по формуле

$$m_p = m_1 - m_0, \quad (2)$$

где  $m_1$  – масса емкости с моющим средством, кг;

$m_0$  – масса пустой емкости (тара), кг.

Рассчитанное по формуле (2) значение  $m_p$  вводят в ячейку «Масса реагента» (см. рис. 12). Ячейка «Коэффициент» предназначена для учета возникающей в ходе эксплуатации насоса деформации трубки 1 (см. рис. 6), которая приводит к снижению подачи моющего средства. Производитель рекомендует устанавливать значение коэффициента равным 1,2, при котором фактическая масса подаваемого насосом моющего средства будет на 20 % больше значения, введенного в настройках, показанных на рис. 11, в. При более частой калибровке насосов значение коэффициента можно понизить до 1,0...1,1, что, в свою очередь, уменьшит перерасход моющих средств.

При работе с концентрированными кислотными и щелочными моющими средствами необходимо использовать защитные очки, резиновые перчатки и влагонепроницаемый фартук. Канистры с кислотными и щелочными моющими средствами следует хранить отдельно друг от друга. Запрещается смешивать кислотные и щелочные моющие средства между собой.

В четвертом разделе настроек (см. рис. 11, з) задается продолжительность этапов «Слив» и «Опорожнение», в ходе которых удаляются остатки воды или моющего раствора из бака автомата промывки и узлов доильной установки. Для этапа «Опорожнение» требуется установка в бак дополнительного клапана слива воды в канализацию, который в базовой комплектации автомата промывки АП-1М отсутствует. В связи с этим этап «Опорожнение» в программах промывки отключен (продолжительность этапа равна нулю) и вместо него используется этап «Слив». Продолжительность этапа «Слив» (параметр «Время слива») подбирается таким образом, чтобы по его окончании бак автомата промывки был полностью пуст.

Нажатие кнопки «ТЕСТИРОВАНИЕ» в главном меню (см. рис. 10) активирует сервисный режим, используемый для диагностики и настройки автомата промывки (рис. 13). В этом режиме на дисплее отобража-

ются кнопки включения и выключения внешних нагрузок с графическими индикаторами состояния. На дисплее также отображается состояние датчиков уровня и счетчиков воды. При срабатывании датчика или поступлении сигнала от счетчика соответствующий графический индикатор подсвечивается зеленым цветом.



Рис. 13. Меню режима «Тестирование»:  
а, б, в, г – разделы меню

Нажатие кнопки «ДОЙКА» в главном меню (см. рис. 10) включает одноименный режим работы автомата промывки, который используется во время доения коров (рис. 14). Нажатие кнопки «СТАРТ» обеспечивает пуск в работу вакуумного насоса доильной установки. После пуска вакуумного насоса индикатор «Вк1» на дисплее будет подсвечиваться зеленым цветом, а в графе «Время работы» начнется отсчет времени. Выключение вакуумного насоса производится нажатием кнопки «СТОП», которая появляется на дисплее вместо кнопки «СТАРТ». Нажатие кнопки «МЕНЮ» возвращает в главное меню автомата промывки.



Рис. 14. Представление информации на дисплее в режиме «Дойка»

При нажатии в главном меню (см. рис. 10) кнопки «ПРОМЫВКА» на дисплей выводится перечень программ промывки доильной установки (рис. 15).

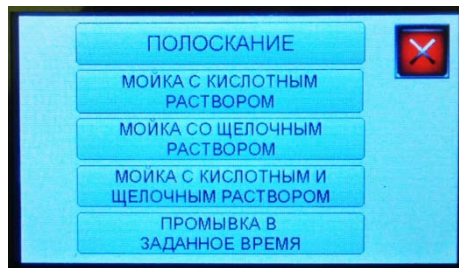


Рис. 15. Основное меню режима «Промывка»

Программа «Полоскание» используется для преддоильного ополаскивания. В ходе данного этапа обеспечивается смывание остатков моющих средств, а также прогреваются и смачиваются водой молоконеусущие узлы доильной установки. Программы «Мойка с кислотным раствором», «Мойка со щелочным раствором», «Мойка с кислотным и щелочным раствором» используются для промывки доильной установки после дойки. Описания этапов программ промывки приведены в табл. 2 и 3.

Программа промывки «Мойка с кислотным и щелочным раствором» включает в себя этапы 1–12 программы «Мойка со щелочным раствором», после которых выполняются этапы 4–12 программы «Мойка с кислотным раствором» (табл. 3).

Таблица 2. Этапы программы «Полоскание»

№ этапа	Название этапа	Описание этапа
1	Наполнение	1. Наполнение бака холодной и горячей водой. 2. Подогрев воды в баке до заданной температуры (по умолчанию 30 °С)
2	Промывка	1. Включение вакуумного насоса. 2. Всасывание воды из бака в доильную установку с доливом холодной и горячей воды; подогрев воды (температура по умолчанию 30 °С). 3. Ополаскивание молоконесущих узлов доильной установки теплой водой. 4. Слив возвращающейся из доильной установки воды в канализацию
3	Слив	1. Всасывание оставшейся воды из бака в доильную установку. 2. Удаление воды из молоконесущих узлов доильной установки потоком воздуха. 3. Выключение вакуумного насоса

Таблица 3. Этапы программ «Мойка с кислотным раствором»,  
«Мойка со щелочным раствором»

№ этапа	Название этапа	Описание этапа
1	2	3
1	Наполнение	1. Наполнение бака холодной и горячей водой. 2. Подогрев воды в баке до заданной температуры (по умолчанию 30 °С)
2	Промывка	1. Включение вакуумного насоса. 2. Всасывание воды из бака в доильную установку с доливом холодной и горячей воды; подогрев воды (температура по умолчанию 30 °С). 3. Ополаскивание молоконесущих узлов доильной установки теплой водой для удаления остатков молока. 4. Слив возвращающейся из доильной установки воды в канализацию
3	Слив	1. Всасывание оставшейся воды из бака в доильную установку. 2. Удаление воды из молоконесущих узлов доильной установки потоком воздуха. 3. Выключение вакуумного насоса
4	Наполнение с добавлением моющего средства	1. Наполнение бака горячей водой. 2. Добавление моющего средства* в бак. 3. Подогрев моющего раствора в баке до заданной температуры (по умолчанию 65 °С)

1	2	3
5	Рециркуляционная промывка с моющим средством	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Включение вакуумного насоса.</li> <li>2. Всасывание моющего раствора из бака в доильную установку с доливом горячей воды; подогрев моющего раствора.</li> <li>3. Рециркуляционная промывка доильной установки в течение заданного времени (по умолчанию 15 мин).</li> <li>4. Слив моющего раствора в канализацию</li> </ol>
6	Слив	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Всасывание оставшегося моющего раствора из бака в доильную установку.</li> <li>2. Удаление моющего раствора из молоконесущих узлов доильной установки потоком воздуха.</li> <li>3. Выключение вакуумного насоса</li> </ol>
7	Наполнение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наполнение бака холодной и горячей водой.</li> <li>2. Подогрев воды в баке до заданной температуры (по умолчанию 30 °С)</li> </ol>
8	Промывка	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Включение вакуумного насоса.</li> <li>2. Всасывание воды из бака в доильную установку с доливом холодной и горячей воды.</li> <li>3. Ополаскивание молоконесущих узлов доильной установки теплой водой для удаления моющего средства.</li> <li>4. Слив возвращающейся из доильной установки воды в канализацию</li> </ol>
9	Слив	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Всасывание оставшейся воды из бака в доильную установку.</li> <li>2. Удаление воды из молоконесущих узлов доильной установки потоком воздуха.</li> <li>3. Выключение вакуумного насоса</li> </ol>
10	Наполнение	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Наполнение бака холодной водой.</li> <li>2. Подогрев воды в баке до заданной температуры (по умолчанию 20 °С)</li> </ol>
11	Рециркуляционная промывка	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Включение вакуумного насоса.</li> <li>2. Всасывание воды из бака в доильную установку с доливом холодной воды.</li> <li>3. Рециркуляционная промывка доильной установки холодной водой в течение заданного времени (по умолчанию 6 мин).</li> <li>4. Слив воды в канализацию</li> </ol>
12	Слив	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Всасывание в установку оставшейся воды из бака.</li> <li>2. Удаление воды из молоконесущих узлов доильной установки потоком воздуха.</li> <li>3. Выключение вакуумного насоса</li> </ol>

\*При выполнении программы «Мойка с кислотным раствором» добавляется кислотное моющее средство, а при выполнении программы «Мойка со щелочным раствором» – щелочное.

Как видно из табл. 2, 3, все программы промывки состоят из одинаковых этапов: «Наполнение», «Промывка» и «Слив».

Рассмотрим работу автомата промывки на этапе «Наполнение». В ходе данного этапа на дисплей блока управления выводится следующая информация (рис. 16):

«П» – обозначение выбранной программы промывки, в данном случае это «Полоскание» (для программы «Мойка с кислотным раствором» будет отображаться «МК», «Мойка со щелочным раствором» – «МЩ», «Мойка с кислотным и щелочным раствором» – «МКЩ»);

«НАПОЛНЕНИЕ» – название текущего этапа программы;

«ЭТАП: 1» – порядковый номер текущего этапа программы;

«Т1» – фактическая температура воды в баке автомата промывки;

«Ts» – заданное в настройках этапа значение температуры воды;

«Время работы» – отображается время, отсчитываемое от начала выполнения этапа;

«V» – общий объем поступившей в бак воды (холодная + горячая);

«Vc» – объем поступившей в бак холодной (cold) воды;

«Vh» – объем поступившей в бак горячей (hot) воды.



Рис. 16. Представление информации на дисплее в ходе этапов «Наполнение», «Наполнение с добавлением моющего средства»

На этапе «Наполнение» на дисплее также отображаются графические индикаторы, показывающие состояние датчиков и других узлов:

«ВУ» – датчик верхнего уровня воды (моющего раствора) в баке;

«НУ» – датчик нижнего уровня воды (моющего раствора) в баке;

«ГВ» – клапан подачи горячей воды;


«ХВ» – клапан подачи холодной воды;

«Т» – ТЭНы;

«Щ» – насос для подачи щелочного моющего средства;

«К» – насос для подачи кислотного моющего средства.

При срабатывании датчика или включении в работу узла автомата промывки соответствующий индикатор будет подсвечиваться зеленым цветом. Графические индикаторы «ГВ», «ХВ», «Т», «Щ», «К» дублируются светодиодными индикаторами «ГОРЯЧАЯ ВОДА», «ХОЛОДНАЯ ВОДА», «ТЭН», «ЩЕЛОЧЬ», «КИСЛОТА» на передней панели блока управления (см. рис. 2).

При нажатии кнопки  (см. рис. 16) открываются настройки этапа «Наполнение» (рис. 17). В пункте «Температура подогрева» задается температура (значения по умолчанию для разных программ промывки см. в табл. 2, 3), до которой ТЭНы будут нагревать воду в баке автомата промывки. Если в общих настройках автомата промывки (см. рис. 11, б) выбрано «Набор воды» → «По датчикам», то набор воды в бак ведется по датчикам уровня и конкретные значения времени, указываемые в пунктах «Время набора холодной воды» и «Время набора горячей воды», не учитываются, однако в случае установки одного из них равным нулю, в ходе этапа «Наполнение» не будет открываться соответствующий клапан подачи воды.

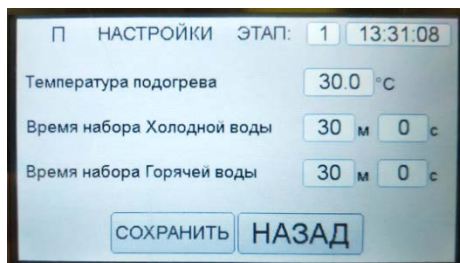


Рис. 17. Меню настроек этапов «Наполнение», «Наполнение с добавлением моющего средства»

Работа автомата промывки на этапе «Наполнение» заключается в следующем. Контроллер блока управления 15 (рис. 18) подает команду на открытие одного или обоих электромагнитных клапанов подачи воды 16, 17, в результате чего вода из соответствующих водопроводов начинает поступать в бак 26. Объем поступившей в бак воды определяется счетчиками 19, 20 и отображается в ячейках «Vc» и «Vh» на дисплее блока управления. В случае если температура воды в баке, измеряемая датчиком 37, ниже установленного в настройках этапа значения (см. рис. 17), то после частичного заполнения бака водой и срабатывания датчика нижнего уровня 38 включаются ТЭНы 25.

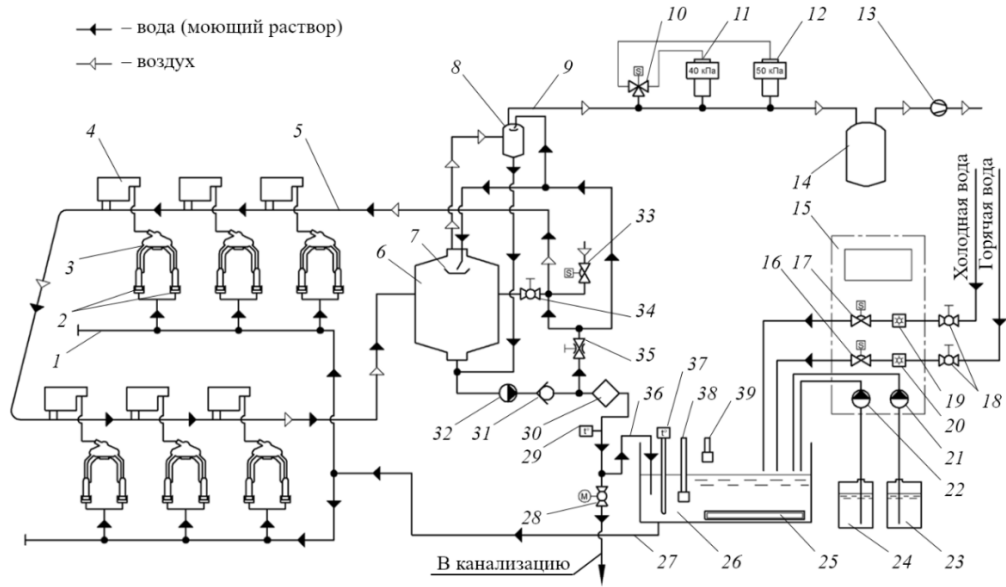


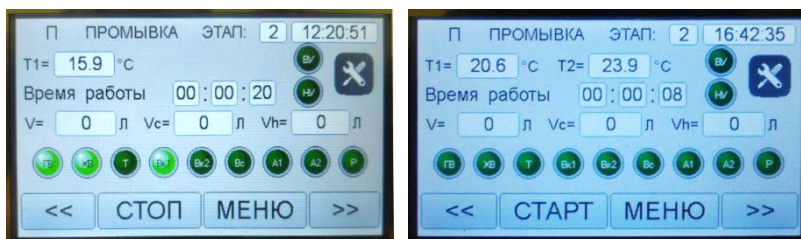
Рис. 18. Схема работы автомата АП-1М при промывке доильной установки:

1, 27 – трубопроводы; 2 – промывочные головки; 3 – доильный аппарат; 4 – счетчик молока; 5 – молокопровод;  
 6 – молокосорбник; 7 – разбрызгиватель; 8 – предохранительная камера; 9 – вакуум-провод; 10 – клапан двойного вакуума;  
 11, 12 – вакуум-регуляторы; 13 – вакуумный насос; 14 – вакуум-баллон; 15 – блок управления; 16, 17 – клапаны подачи воды;  
 18, 34 – краны; 19, 20 – счетчики; 21, 22 – насосы моющих средств; 23, 24 – емкости с моющим средством; 25 – ТЭН; 26 – бак;  
 28 – клапан рециркуляции; 29, 37 – датчики температуры; 30 – корпус молочного фильтра; 31 – обратный клапан; 32 – молочный насос; 33 – клапан азотатора; 35 – шланговый зажим; 36 – патрубок рециркуляции; 38, 39 – датчики уровня

Отключение ТЭНов произойдет после нагрева воды до заданной в настройках температуры или при падении уровня воды в баке ниже датчика нижнего уровня. После заполнения бака водой и срабатывания датчика верхнего уровня 39 клапаны подачи воды 16 и 17 закрываются и, если температура воды в баке выше или равна заданному в настройках значению, автомат промывки переходит к выполнению следующего этапа программы.

Этап «Наполнение с добавлением моющего средства» (см. табл. 3) отличается от этапа «Наполнение» тем, что через 20 с после открытия клапанов подачи воды включается один из перистальтических насосов 21 или 22 и подает заданное в настройках (см. рис. 11, в) количество моющего средства в бак 26 автомата промывки из соответствующей емкости 23 или 24. При выполнении программы «Мойка с кислотным раствором» включается насос «КИСЛОТА» (см. рис. 5), программы «Мойка со щелочным раствором» – насос «ЩЕЛОЧЬ».

В ходе этапа «Промывка» (рис. 19, а) на дисплей блока управления выводится текстовая и числовая информация, аналогичная этапу «Наполнение». При комплектовании автомата промывки датчиком температуры возвратного контура 29 (см. рис. 18) и включении соответствующей опции в настройках (см. рис. 11, а) регистрируемые им значения будут отображаться на дисплее в ячейке «Т2» (рис. 19, б).



а


б

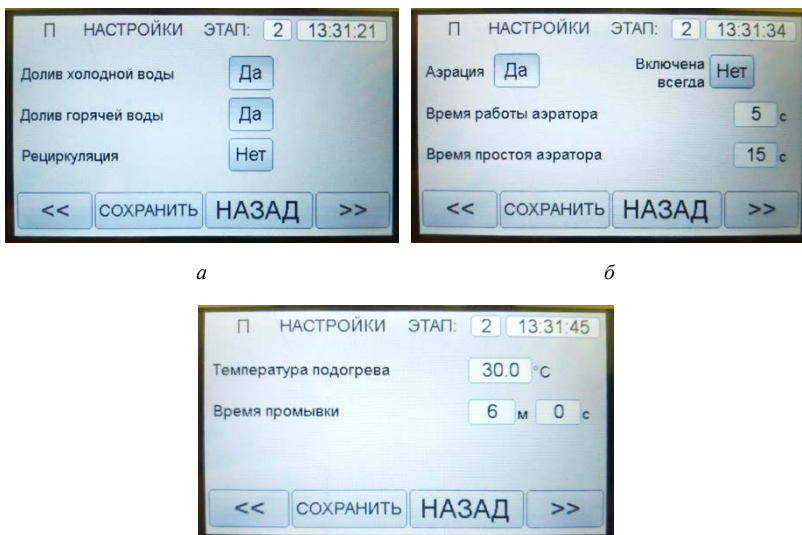
Рис. 19. Представление информации на дисплее в ходе этапов «Промывка», «Рециркуляционная промывка», «Рециркуляционная промывка с моющим средством»: а – без подключения датчика температуры возвратного контура; б – при подключении датчика температуры возвратного контура

В ходе этапа «Промывка» на дисплее блока управления, помимо индикаторов датчиков уровня «ВУ» и «НУ», клапанов подачи воды «ГВ» и «ХВ», работы ТЭНов «Т», дополнительно отображаются:

«Вк1» – вакуумный насос;

«Вк2» – клапан двойного вакуума;  
 «Вс» – клапан всасывания (не входит в состав базовой комплектации автомата промывки);  
 «А1» – клапан аэратора (напряжение питания 24 В);  
 «А2» – клапан аэратора (напряжение питания 220 В);  
 «Р» – клапан рециркуляции.

Настройки этапа «Промывка», открываемые при нажатии кнопки  (см. рис. 19), представлены тремя разделами (рис. 20), переключение между которыми осуществляется кнопками «<<<» и «>>>».



*а*

*б*

*в*

Рис. 20. Меню настроек этапов «Промывка», «Рециркуляционная промывка», «Рециркуляционная промывка с мощным средством»:  
*а, б, в* – разделы настраиваемых параметров

Алгоритм работы автомата промывки на этапе «Промывка» заключается в следующем. Контроллер блока управления 15 (см. рис. 18) включает вакуумный насос 13. За счет создаваемого вакуумным насосом разрежения вода из бака 26 по трубопроводам 1 и 27 через промывочные головки 2 засасывается в стаканы доильных аппаратов 3, проходит через счетчики молока 4 и по молокопроводам 5 поступает в молокосорбник 6. В молокосорбнике вода и воздух разделяются: воз-

дух через предохранительную камеру 8 и вакуум-провод 9 откачивается вакуумным насосом 13, а вода выкачивается молочным насосом 32. Создаваемый насосом поток воды проходит через обратный клапан 31, пустой корпус молочного фильтра 30 (перед промывкой доильной установки фильтрующий элемент удаляется) и поступает к клапану рециркуляции 28. Одновременно с этим некоторая часть воды через открытый на время промывки шланговый зажим 35 отводится для ополаскивания предохранительной камеры 8 и стенок молокооборника 6. Поскольку на этапе «Промывка» клапан рециркуляции 28 открыт, то вся поступающая к нему вода направляется на слив в канализацию.

Засасывание воды по трубопроводу 27 в доильную установку понижает ее уровень в баке 26. Если в настройках этапа «Промывка» (см. рис. 20, а) как минимум в одном из пунктов «Долив холодной воды» или «Долив горячей воды» установлен флаг «Да», то при падении уровня воды в баке ниже датчика верхнего уровня 39 соответствующие электромагнитные клапаны 16 и 17 открываются и доливают воду в бак. При срабатывании датчика верхнего уровня клапаны подачи воды закрываются. Долив воды в бак полностью прекращается после того, как измеренный счетчиками 19 и 20 общий объем залитой воды (ячейка «V» на рис. 19) станет равным значению «Требуемый объем» в настройках автомата (см. рис. 11, б). После этого уровень воды в баке будет снижаться, и при его падении ниже датчика нижнего уровня 38 этап «Промывка» завершится и автомат промывки перейдет к выполнению следующего этапа программы.

Этапы «Рециркуляционная промывка» и «Рециркуляционная промывка с моющим средством» (см. табл. 3) отличаются от вышеописанного этапа «Промывка» тем, что выполняются при закрытом клапане рециркуляции 28 (в настройках этапа на рис. 20, а напротив строки «Рециркуляция» установлен флаг «Да»). В этом случае вода или моющий раствор, выкачиваемые из молокооборника 6 молочным насосом 32, возвращаются по патрубку рециркуляции 36 обратно в бак 26, из которого снова засасываются в доильную установку по трубопроводу 27. В таком режиме доильная установка промывается в течение времени, установленного в настройках этапа в пункте «Время промывки» (см. рис. 20, в). По истечении этого времени долив воды в бак прекращается, открывается клапан рециркуляции 28 и поступающая из доильной установки вода или моющий раствор направляются на слив в канализацию. После падения уровня жидкости в баке ниже датчика нижнего уровня 38 этап рециркуляционной промывки завершается.

Некоторые из современных доильных установок могут работать с двумя уровнями разрежения: основным (39...41 кПа), используемым для доения коров, и повышенным (50...54 кПа) – во время промывки. Повышение уровня разрежения во время промывки усиливает турбулентность потоков воды и моющего раствора внутри молоконесущих узлов доильной установки, что обеспечивает более полную промывку и дезинфекцию их. По окончании промывки вакуумметрическое давление восстанавливается до необходимого для доения уровня (рис. 21, б).

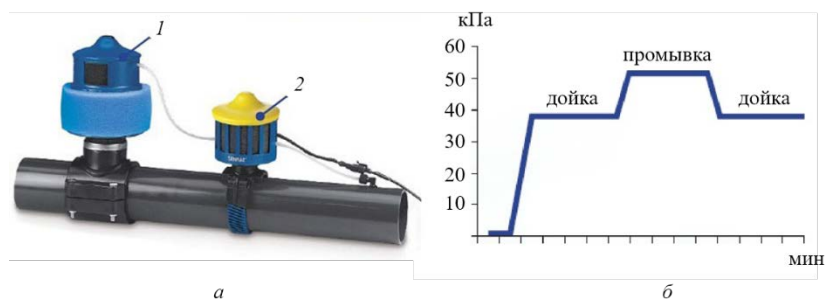


Рис. 21. Общий вид и принцип работы устройства повышения уровня разрежения: а – общий вид вакуум-регуляторов; б – изменение вакуумметрического давления; 1 – основной вакуум-регулятор; 2 – повышающий вакуум-регулятор

Доильные установки с функцией двойного вакуума оснащаются двумя вакуум-регуляторами (см. рис. 21, а), из которых один отрегулирован на основной уровень разрежения, а второй – на повышенный. Включение в работу того или иного вакуум-регулятора производится электромагнитным клапаном двойного вакуума 10 (см. рис. 18). В режиме «Промывка» блок управления автомата промывки подает напряжение в 24 В на катушку клапана двойного вакуума, в результате чего от вакуум-провода 9 отключается основной вакуум-регулятор 11 и подключается повышающий вакуум-регулятор 12. За активацию режима двойного вакуума отвечает одноименная опция в основных настройках автомата промывки (см. рис. 11, а).

С целью повышения качества промывки молокопровода современные доильные установки могут комплектоваться аэраторами (рис. 22). Аэратор (инжектор воздуха) представляет собой электромагнитный клапан 33 (см. рис. 18), подключенный к одной из ветвей молокопровода 5 рядом с молокосорбником б. При подаче электропитания на катушку аэратора клапан его открывается и в молокопровод из окру-

жающей среды всасывается большой объем воздуха. Поскольку во время промывки кран 34 закрыт, то, продвигаясь к молокосорбнику б, воздух проходит по всей длине молокопровода 5, ускоряя тем самым течение внутри него воды или моющего раствора. Периодическое открытие клапана аэратора создает пульсирующий поток моющего раствора и, как следствие, обеспечивает более качественную промывку молокопровода.



Рис. 22. Общий вид аэраторов InterPuls:  
а – Turbowash 4000P; б – Turbowash 4000

Подключение аэратора и выбор подаваемого на него напряжения (24 или 220 В) осуществляются в общих настройках автомата промывки (см. рис. 11, а). Режим работы аэратора на этапах «Промывка» и «Рециркуляционная промывка» задается в настройках каждого из этапов индивидуально (см. рис. 20, б). Режим работы аэратора на этапе «Слив» задается одинаковым для всех программ промывки (см. табл. 3) в меню общих настроек (см. рис. 11, д).

При выполнении этапа «Слив» на дисплей выводится значение температуры воды в баке «Т1» и ведется отсчет времени от начала этапа (рис. 23). На дисплее также отображаются графические индикаторы датчиков уровня и внешних нагрузок.

В ходе этапа «Слив» происходит всасывание оставшейся воды или моющего раствора из бака 26 (см. рис. 18) в доильные аппараты 3. Далее вода или моющий раствор по молокопроводам 5 поступает в молокосорбник б, из которого выкачивается насосом 32 и через открытый клапан рециркуляции 28 сливается в канализацию. Продолжитель-

ность этапа задается параметром «Время слива» в меню общих настроек автомата промывки (см. рис. 11, з). Значение времени подбирают таким образом, чтобы по окончании этапа бак автомата промывки был пуст.

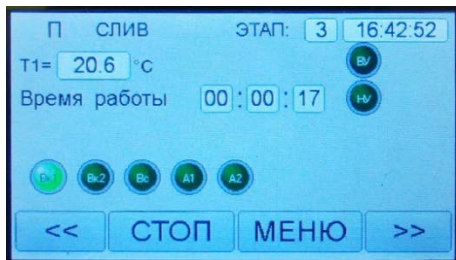
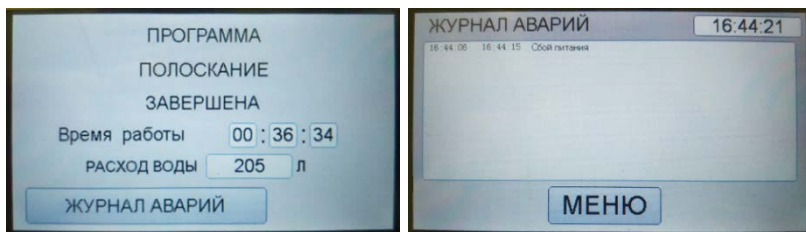


Рис. 23. Представление информации на дисплее на этапе «Слив»

По окончании этапа «Слив» блок управления выключает вакуумный насос *I3* (см. рис. 18) и переходит к выполнению следующего этапа программы промывки (см. табл. 2, 3). В случае если этап «Слив» является последним этапом программы, работа автомата промывки прекращается с выводом на дисплей отчета (рис. 24, а).



а

б

Рис. 24. Представление информации на дисплее после завершения программы: а – отчет о выполнении программы промывки; б – журнал аварий

В процессе выполнения программы промывки блок управления проводит самодиагностику и в случае обнаружения неполадок в работе выводит на дисплей сообщение об ошибке (рис. 25). Сброс ошибки осуществляется нажатием кнопки «R».



Рис. 25. Отображение на дисплее сообщения об ошибке

Описание возможных ошибок при работе автомата промывки приведено в табл. 4.

Таблица 4. Возможные неисправности в работе автомата промывки и методы их устранения

Сообщение об ошибке	Условие появления ошибки	Возможная неисправность	Метод устранения
1	2	3	4
Нет горячей воды. Нет холодной воды. Возобновите подачу воды	После открытия клапанов подачи воды показания счетчиков не меняются в течение 10 мин	Отсутствует вода в системе	Возобновить подачу воды
		Засорены клапаны подачи воды	Прочистить клапаны
		Не подается питание к клапанам подачи воды	Проверить напряжение на клеммах клапанов
		Неисправны счетчики воды	Проверить счетчики и правильность их подключения
		Неисправен блок питания 24 В	Проверить напряжение 24 В на выходе блока питания
Датчики нижнего и верхнего уровня не сработали. Проверьте датчики	Общий объем воды, поступившей в бак на этапе «Наполнение», достиг значения «Объем бака» (см. рис. 11, б), но датчики нижнего и верхнего уровня не сработали	Датчики уровня не отрегулированы	Отрегулировать положение датчиков в баке
		Присутствует конденсат или вода в трубках датчиков	Проложить трубки с уклоном к баку
		Неисправен блок питания 24 В	Проверить напряжение 24 В на выходе блока питания

Продолжение табл. 4

1	2	3	4
Датчик верхнего уровня не сработал; Датчик нижнего уровня не сработал	Общий объем воды, поступившей в бак на этапе «Наполнение», достиг значения «Объем бака» (см. рис. 11, б), но при этом сработал только один из датчиков уровня	Датчик уровня не отрегулирован	Отрегулировать положение датчика в баке
		Присутствует конденсат или вода в трубке датчика	Проложить трубку с уклоном к баку
		Отсутствует электрический контакт между датчиком и платой управления	Проверить наличие напряжения 24 В на клемме датчика
Нет подогрева воды. Проверьте ТЭНы	В течение 20 мин с момента включения нагрева температура воды в баке повысилась менее чем на 1 °С	С платы управления не подается напряжение на катушку контактора	Проверить напряжение на катушке контактора
		Неисправен (отключен) автоматический выключатель, устройство защитного отключения (УЗО) или дифференциальный автомат	Проверить исправность автоматического выключателя, УЗО и дифференциального автомата
		Поврежден провод подключения ТЭНов	Проверить целостность провода
		Неисправны ТЭНы	Проверить и при необходимости заменить ТЭНы
Температура воды некорректная. Проверьте датчик температуры	Показания датчика температуры <0 или >100 °С	Неисправен датчик температуры или его провод	Проверить сопротивление между проводами датчика (при температуре 20 °С должно составлять 105...110 Ом)
Вода не отсасывается. Отсутствует вакуум в системе	1. Датчик верхнего уровня замкнут в течение 10 мин после начала этапа «Промывка». 2. По окончании этапа «Слив» замкнут датчик нижнего уровня	Не подается напряжение на катушку пускателя вакуумного насоса	Проверить напряжение на катушке пускателя
		Неисправен клапан рециркуляции	Проверить работу клапана в режиме «ТЕСТИРОВАНИЕ»
		Недостаточная продолжительность этапа «Слив»	Увеличить значение «Время слива» в настройках (см. рис. 11, з)

1	2	3	4
Бак частично заполнен. Общий объем воды увеличится	Датчик нижнего уровня сработал еще до начала этапа «Наполнение»	Недостаточная продолжительность этапа «Слив»	Увеличить значение «Время слива» в настройках (см. рис. 11, з)
Бак полон	Датчик верхнего уровня сработал еще до начала этапа «Наполнение»	Недостаточная продолжительность этапа «Слив»	Увеличить значение «Время слива» в настройках (см. рис. 11, з)
		Клапаны подачи воды в закрытом положении пропускают воду	Проверить клапаны, очистить мембрану и седло от известковых отложений

Все возникающие в ходе выполнения программы ошибки записываются в журнал аварий (см. рис. 24, б), который может быть просмотрен после завершения программы.

### Контрольные вопросы

1. Опишите устройство блока управления автомата промывки.
2. Опишите устройство и принцип работы электромагнитного клапана подачи воды.
3. Какой тип насоса используется для дозированной подачи моющих средств? Опишите его устройство и принцип работы.
4. Каким образом контролируется уровень воды или моющего раствора в баке автомата промывки?
5. С какой целью трубки датчиков уровня следует прокладывать с уклоном к баку автомата промывки?
6. Опишите порядок настройки нижнего и верхнего уровней воды в баке.
7. Каково назначение клапана рециркуляции? Опишите его устройство и принцип работы.
8. Расскажите о порядке калибровки насосов моющих средств. С какой целью она выполняется?
9. Для решения каких задач используется режим «Тестирование»?
10. Перечислите этапы программ промывки «Полоскание» и «Промывка с кислотным раствором».

11. Опишите действия, выполняемые автоматом промывки на этапах «Наполнение» и «Наполнение с добавлением моющего средства».

12. Опишите схему движения воды или моющего раствора по доильной установке на этапах «Промывка» и «Рециркуляционная промывка».

13. Каким образом в ходе этапа «Слив» удаляется вода из бака автомата промывки?

14. Опишите особенности работы автомата АП-1М при промывке доильной установки с функцией двойного вакуума.

15. Что такое аэратор и какие функции он выполняет при промывке доильной установки?

16. Перечислите возможные сообщения об ошибках в работе автомата промывки и опишите методы их устранения.