

3. Дуборезов, В. М. Оптимизация кормопроизводства для молочного скотоводства / В. М. Дуборезов, В. Н. Виноградов, Н. И. Васильев // Перспективы развития кормовой базы отечественного животноводства с целью повышения продуктивности крупного рогатого скота» (Кормовая база КРС-2012) : материалы междунар. конф. / Междунар. промышл. акад., 18—20 июня 2012 г. — М. : Пищепромиздат, 2012. — С. 39—43.

4. Дуборезов, В. М. Факторы, влияющие на качество объемистых кормов / В. М. Дуборезов, И. О. Кирнос, Н. И. Васильев // Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. С. Я. Зафрена, Москва, 19—20 авг. 2009 г. — М. : ФГУ РЦСК, 2009. — С. 107—111.

5. Латерин, Н. А. Экономические проблемы и пути развития кормовой базы молочно-мясного скотоводства Нечерноземной зоны России / Н. А. Латерин // Кормопроизводство. — 2012. — № 8. — С. 6—10.

6. Жуков, В. П. Сравнительная оценка технологий заготовки силосованных кормов в хранилищах разного типа / В. П. Жуков, М. Ф. Кулик, А. В. Спириин // Актуальные проблемы заготовки, хранения и рационального использования кормов : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 100-летию со дня рожд. С. Я. Зафрена, Москва, 19—20 авг. 2009 г. / М. : ФГУ РЦСК, 2009. — С. 124—130.

7. Иванов, Ю. А. Современные механизированные технологии заготовки стебельчатых кормов / Ю. А. Иванов, В. К. Скоркин // Перспективы развития кормовой базы отечественного животноводства с целью повышения продуктивности крупного рогатого скота» (Кормовая база КРС-2012) : материалы Междунар. конф. / Междунар. промышл. акад., 18—20 июня 2012 г. — М. : Пищепромиздат, 2012. — С. 32—38.

УДК 637.116.5

П. Ю. Крупенин

Учреждение образования «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия», Горки, Республика Беларусь

## МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ КОЛЛЕКТОРА ДОИЛЬНОГО АППАРАТА

**Введение.** Животноводство является важнейшим звеном агропромышленного комплекса. Эта отрасль дает человеку ценные продукты питания, а также сырье для промышленности [1]. К сожалению, в ряде сельскохозяйственных предприятий сохранился поверхностный подход к средствам механизации животноводческих ферм и комплексов. В результате небрежного отношения к технике, неправильной ее эксплуатации и плохой организации технического обслуживания такие предприятия несут существенные потери. Своевременная диагностика и обслуживание доильного оборудования позволяют избежать негативных последствий, проявляющихся в падении продуктивности и росте числа больных животных [2].

Решению этой проблемы может содействовать расширение практики диагностирования доильного оборудования с использованием специализированных инструментов, позволяющих с высокой точностью определять такие параметры технического состояния узлов доильной установки, как вакуумметрическое давление и расход воздуха [3]. Из отечественных образцов следует отметить прибор проверки доильных установок ППДУ-01, позволяющий измерять уровень вакуумметрического давления в статических и динамических режимах работы доильного оборудования, расход воздуха и частоту вращения ротора вакуумного насоса [4].

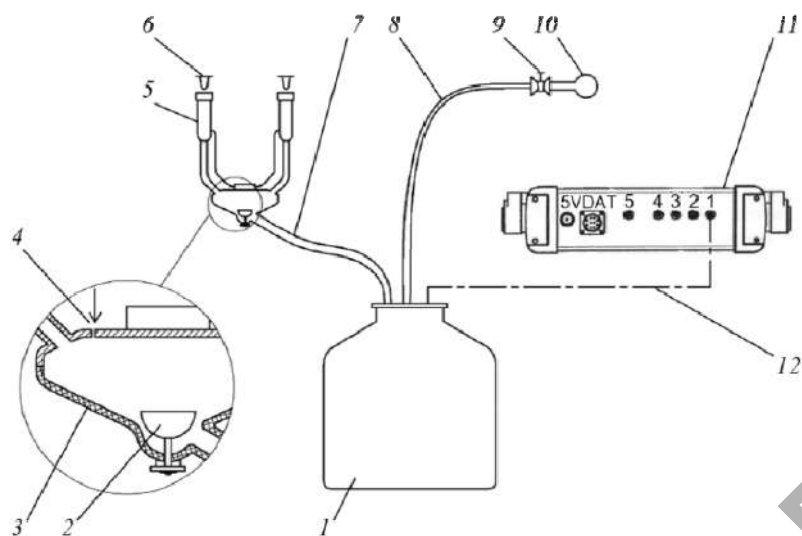
**Основная часть.** Прибор проверки доильных установок ППДУ-01 состоит из блока измерительного функционального БИФ-01, датчика расхода воздуха ДРВ-01, датчика частоты вращения ДСВ-01, комплекта принадлежностей и пластикового кейса для переноски.

Измерительный функциональный блок БИФ-01 является главной частью прибора ППДУ-01. На верхней панели блока размещен сенсорный дисплей с кнопками управления. На задней панели блока 11 (рисунок 1) расположен разъем «5V» для подключения сетевого адаптера (блока питания), разъем «DAT» для подключения выносных датчиков ДРВ-01 и ДСВ-01, а также входы (штуцеры) датчиков давления. Для измерения вакуумметрического давления используются входы «1», «2», «3» и «4». Вход «5» служит для измерения избыточного давления.

Для определения с помощью прибора ППДУ-01 притока воздуха через доильный аппарат в систему транспортирования молока доильной установки используется диагностический режим «Просачивание». Принцип измерения базируется на определении скорости падения вакуумметрического давления в мерном резервуаре (доильном ведре) 1 (см. рисунок 1) за счет притока в него воздуха, поступающего через жиклер 4 коллектора 3 доильного аппарата. Расчет расхода воздуха (л/мин) ведется по формуле

$$q = \frac{60V \frac{p_{\text{кон}} - p_{\text{нач}}}{p_{\text{атм}}} \left( 1 - \frac{p_0 - p_{\text{нач}}}{p_{\text{атм}}} \right)}{t}, \quad (1)$$

где  $V$  — объем мерного резервуара, л;  
 $p_0$  — начальное давление в резервуаре, кПа;  $p_{\text{нач}}$ ,  
 $p_{\text{кон}}$  — давление в начале и конце отсчета времени  $t$ , кПа;  
 $p_{\text{атм}}$  — атмосферное давление, кПа;  
 $t$  — интервал времени между замерами давлений  $p_{\text{нач}}$  и  $p_{\text{кон}}$ , с.



1 — мерный резервуар; 2 — клапан; 3 — коллектор; 4 — жиклер; 5 — доильные стаканы; 6 — заглушки; 7 — молочный шланг; 8 — вакуумный шланг; 9 — кран; 10 — вакуум-провод; 11 — измерительный блок; 12 — силиконовая трубка

Рисунок 1 — Схема подключения прибора ППДУ-01 при определении расхода воздуха доильным аппаратом

Для выполнения измерения молочный шланг 7 доильного аппарата соединяют с пустым резервуаром 1, объем которого заранее известен. Резервуар, в свою очередь, через кран 9 подключают к вакуум-проводу 10 доильной установки. Для измерения давления внутри резервуара к нему посредством силиконовой трубки 12 подключают вход «1» измерительного блока 11 прибора ППДУ-01. Далее в приборе активируют режим «Просачивание» (рисунок 2) и кнопкой «F2» устанавливают объем резервуара.

Следуя указаниям на дисплее измеряют значения трех вариантов расхода воздуха доильным аппаратом:  $Q_o$  — общий расход воздуха в режиме доения (отверстия доильных стаканов 5 (см. рисунок 1) закрыты заглушками 6, клапан 2 коллектора открыт);  $Q_{yc}$  — утечка воздуха в соединениях (отверстия доильных стаканов 5 закрыты заглушками 6, клапан 2 коллектора открыт, жиклер 4 заблокирован);  $Q_{ук}$  — утечка воздуха при закрытом клапане коллектора (отверстия доильных стаканов 5 открыты, клапан 2 коллектора закрыт).

Критически важным параметром доильного аппарата является величина подсоса воздуха через жиклер его коллектора. Это связано с тем, что доильный аппарат не только извлекает молоко из вымени, но и обеспечивает его подачу по молочному шлангу в доильное ведро или молокопровод. Продвижение молока осуществляется за счет воздуха, поступающего в коллектор через жиклер. При недостаточном поступлении воздуха в коллекторе и молочном шланге образуется застой молока, что нарушает рабочий процесс доильного аппарата и существенно снижает скорость доения.

Поскольку в режиме доения воздух может поступать доильный аппарат как через жиклер коллектора, так и подсасываться через негерметичные соединения, то фактическую величину потока именно через жиклер рассчитывают по формуле

$$Q_{ж} = Q_o - Q_{yc}, \quad (2)$$

где  $Q_o$  — общий расход воздуха доильным аппаратом, л / мин;  
 $Q_{yc}$  — утечка воздуха в соединениях доильного аппарата, л / мин.

В исправном доильном аппарате поток воздуха через жиклер коллектора должен составлять  $[Q_{ж}] = 4 \dots 10$  л / мин. Общий расход воздуха доильным аппаратом не должен превышать  $[Q_o] = 12$  л / мин при утечке в соединениях не более  $[Q_{yc}] = 2$  л / мин [5].

Наиболее частой причиной недостаточного потока  $Q_{ж}$  воздуха через жиклер коллектора является его засорение. Механическая очистка отверстия или прорези для подсоса воздуха обычно устраняют эту проблему. При этом также следует проверить, чтобы доильный аппарат был скомплектован из соответствующих друг другу элементов (пульсатор, коллектор, доильные стаканы). Несоблюдение этого условия может не только повлиять на значение потока воздуха через жиклер, но и стать фактором риска повреждения сосков и вымени при доении [6].

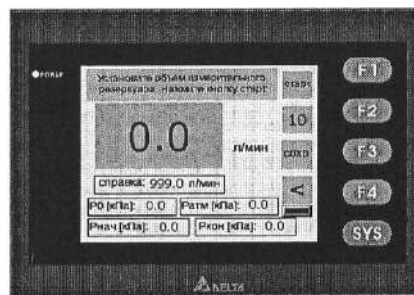


Рисунок 2 — Представление информации на дисплее при измерении расхода воздуха доильным аппаратом

Чрезмерная утечка воздуха  $Q_{yc}$  в доильном аппарате может происходить из-за поврежденного уплотнения между крышкой и корпусом коллектора, а также при неплотном соединении молочного шланга с коллектором или молокопроводом. Поврежденное или изношенное уплотнительное кольцо коллектора заменяют. Молочный шланг снимают и отрезают его огрубевшие концы. Новообразованные края шланга размягчают в горячей воде и снова соединяют с коллектором или молокопроводом.

Клапан 2 (см. рисунок 1) коллектора служит для подачи и отключения разрежения из доильного ведра или молокопровода к подсосковым камерам доильных стаканов 5. Негерметичность клапана приводит к тому, что снятие доильного аппарата с вымени производится при наличии остаточного вакуума в доильных стаканах, т. к. притока воздуха в коллектор через жиклер 4 не хватает, чтобы полностью погасить разрежение, просачивающееся через неплотно закрытый клапан. Допускаемая величина утечки через закрытый клапан коллектора составляет  $[Q_{ук}] = 2$  л / мин [5].

Причиной чрезмерной утечки воздуха через закрытый клапан коллектора (при исключении иных, описанных выше, видов утечек) является неплотное прилегание поверхности клапана к седлу. Работоспособность клапана восстанавливается заменой поврежденных или изношенных деталей.

Следует отметить, что в соответствии с современными программами технического обслуживания доильных установок такие их части, как прокладки крышек коллекторов, клапаны, молочные и вакуумные шланги, подлежат плановой замене. Для установок производства Республики Беларусь выполнение этих работ требуется через 1500—3000 ч наработки, для установок иностранного производства — через 750—1500 ч [3].

**Заключение.** Условием физиологичного доения является сокращение продолжительности воздействия разрежения на соски и вымя животного. Одним из факторов, увеличения продолжительности операции машинного доения, являются неисправности доильных аппаратов. Своевременное диагностирование доильного оборудования, выявление и устранение отклонений в его работе способствуют как повышению эксплуатационной надежности доильной установки, так и снижению риска травмирования вымени с последующим развитием тяжелых заболеваний.

Неисправности доильных аппаратов, связанные с нарушением расходов воздуха, трудно обнаружить, но в то же время легко устранить. Применение современных диагностических комплексов позволяет быстро и эффективно выявлять любые отклонения в работе доильного аппарата.

#### Список цитируемых источников

1. Китун, А. В. Основы формирования поточных технологических линий на животноводческой ферме / А. В. Китун, П. Ю. Крупенин // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. — 2021. — № 2. — С. 160—164.
2. Крупенин, П. Ю. Анализ фазового портрета пульсаций доильного аппарата / П. Ю. Крупенин // Вестн. Баранович. гос. ун-та. Сер. «Технические науки». — 2021. — № 2 (10). — С. 102—107.
3. Рекомендации по техническому сервису доильного оборудования / М-во сел. хоз-ва и прод. Респ. Беларусь, РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; С. К. Карпович [и др.]; под общ. ред. С. К. Карповича. — Минск: БГАТУ, 2015. — 124 с.
4. Приборы проверки доильных установок ППДУ-01 [Электронный ресурс] / Государственный информационный фонд по обеспечению единства измерений. — Режим доступа : <http://oei.by/grsi/view?id=4391357>. — Дата доступа : 04.04.2022.
5. Установки доильные. Конструкция и техническая характеристика : ГОСТ 28545-90 (ИСО 5707-83). — Введ. 01.07.1991. — М. : ИПК Изд-во стандартов, 1998. — 60 с.
6. Крупенин, П. Ю. Методика расчета конструктивных параметров четырехкамерного коллектора доильного аппарата / П. Ю. Крупенин, Д. К. Гупало // Вестн. Белорус. гос. с.-х. акад. — 2019. — № 4. — С. 153—160.

УДК 631.174

М. В. Кунаш, А. И. Гурбанович

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

## ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТЕХНИЧЕСКОГО СЕРВИСА ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ

**Введение.** В Государственной программе «Аграрный бизнес» на 2021—2025 гг. большое внимание уделяется развитию производства зерна в Республике Беларусь. Успешное выполнение этой программы во многом зависит от работоспособности зерноуборочной техники. На готовность парка зерноуборочных комбайнов оказывает влияние организация технического сервиса. Формирование эффективной системы технического сервиса предъявляет новые требования к методикам планирования потребности в услугах технического сервиса машин, выраженной как в натуральных величинах, так и в стоимостном выражении. Проведённый анализ показал, что методики планирования потребности сельских товаропроизводителей в услугах технического сервиса зерноуборочных комбайнов в настоящее время устарели. Разработаны подобные методики только для определения потребности в запасных частях. Несоответствие спроса и предложения на