

УДК 637.11

**Э.Б. Алиев**

*(Отдел биоэкологических систем  
в животноводстве ННЦ «ИМЭСХ»,  
г. Запорожье, Украина)*

**ТЕХНИЧЕСКИЕ  
СРЕДСТВА  
ДИАГНОСТИКИ  
ДОИЛЬНЫХ  
УСТАНОВОК**

**Введение**

Согласно ISO 9001:2008 [1], организация, которая разрабатывает и изготавливает оборудование, должна его контролировать, диагностировать и осуществлять техническое обслуживание по гарантийному обеспечению или контрактным обязательствам.

Несмотря на широкий выбор высокопроизводительного молочно-доильного оборудования для комплектации современных поточных линий доения, качество его технического обслуживания остается неудовлетворительным. Это связано с тем, что молочные хозяйства не имеют возможности проводить плановую диагностику своих доильных установок, что приводит к отклонению их технико-технологических параметров от регламентированных. Таким образом, внедрение технических средств производственного контроля доильных установок имеет народнохозяйственное значение и является актуальным.

Цель исследований – определить основные требования к техническим средствам диагностики доильных установок и провести их анализ.

**Материалы и результаты исследований**

Перечень измерений, которые делаются для конкретной доильной установки, устанавливается перед выполнением диагностики.

Измерительные приборы должны иметь погрешность (максимальную ошибку), которая гарантирует, что требования, изложенные в ISO 5707:2007 [2] могут быть записаны с достаточной точностью. Приборы должны проходить регулярную калибровку, чтобы обеспечить необходимую точность измерения (ISO 6690:2007 [3]).

Измерительные приборы должны подключаться к соответствующим точкам подключения доильной установки (рисунок 10): A1, A2, Aclaw, Ap, Vm, Vr, Vp, Vpuls и Pe, которые указаны в ISO 5707:2007 [2].

*Измерение вакуума.* Прибор, используемый для измерения вакуума, должен быть в состоянии измерить вакуумметрическое давление с погрешностью не более  $\pm 0,6$  кПа и с воспроизводимостью в пределах  $\pm 0,2$  кПа. Вакуумметр класса точности 1,0, как правило, отвечает этому требованию, если он откалиброван. Класс точности определяется как максимально допустимая погрешность, выраженная в процентах от диапазона давления.

*Динамические измерения вакуума.* Прибор, используемый для динамического измерения вакуума, должен соответствовать минимальным

требованиям, указанным в таблице 7. Если частота дискретизации выше, чем минимальные приведенные в таблице 7, то должна применяться фильтрация. Фильтрация частоты должна быть не более 50 % от частоты измерения и примерно равна частоте ожидаемого сигнала, предназначенного для захвата.

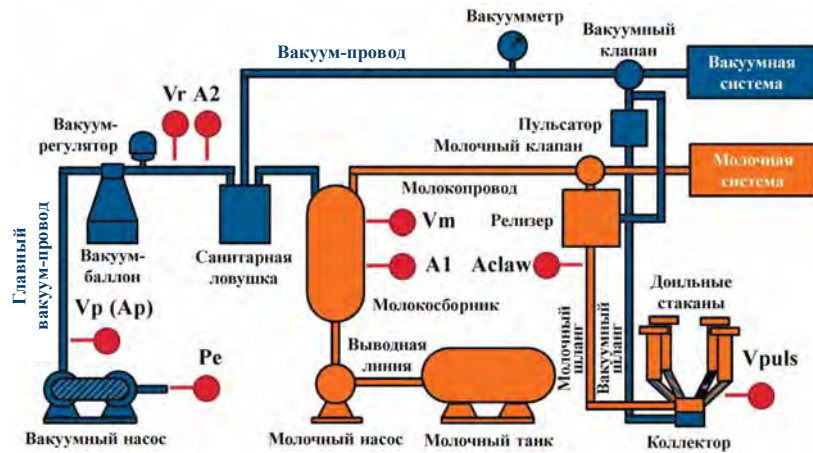


Рисунок 10 – Схема доильных установок

Таблица 7 – Минимальная частота дискретизации и уровни реагирования на вакуумные системы записи

Но- мер теста	Тип теста	Минималь- ная частота дискретиза- ции, Гц	Минималь- ная ско- рость отве- та, кПа/с
1	Тесты в молокосборнике и в сухих частях доильной установки	24	100
2	Тесты пульсации	100	1000
3	Тесты во время доения в молокопроводе	48	1000
4	Тесты во время доения в молокосборники	63	1000
5	Тесты во время доения в молочном шланге	170	2500
6	Тест изменения вакуума во время доения в коротких молочных шлангах при соскальзывании сосковой резины	1000	22000
7	Тест изменения вакуума во время доения в коротких молочных шлангах при подсосе сосковой резины	2500	42000

**Примечание** – Нормальная скорость ответа при динамическом измерении пульсаций подсосовой камеры в начале фаз А и С (ISO 3918:2007 [4]) может быть около 1000 кПа/с.

*Измерение избыточного давления.* Прибор, используемый для измерения обратного давления, должен быть в состоянии измерять избыточное давление с погрешностью не более  $\pm 1$  кПа.

*Измерение расхода воздуха.* Прибор, используемый для измерения воздушного потока, должен обеспечивать измерение с максимальной погрешностью в 5 % от измеряемой величины и воспроизводимостью 1 %, или 1 л/мин. атмосферного воздуха в диапазоне вакуумметрического давления от 30 кПа до 60 кПа и атмосферного давления от 80 кПа до 105 кПа.

*Измерение характеристик пульсаций.* Прибор, включая соединительные трубки, используемый для измерения характеристик пульсаций, должен измерять с погрешностью не более  $\pm 1$  имп./мин. для скорости пульсации и с погрешностью не более  $\pm 1$  % для фаз пульсаций.

*Измерение частоты вращения ротора насоса.* Погрешность при измерении частоты вращения насоса предназначенным для этого прибором не должна превышать 2 % от измеряемой величины.

Техническое средство диагностики доильных установок предназначено для упрощения испытаний доильных установок любых типов и производителей. Его основными функциями являются измерение вакуума, его пульсаций и расхода воздуха в доильных установках. Существует большое разнообразие технических средств диагностики доильных установок, которые удовлетворяют требованиям ISO 6690:2007 [3]. Основные характеристики некоторых из них представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические средства диагностики доильных установок

Название (производитель)	Характеристика
MILKOTEST MT 52 («Верто AG») 	Измерительное устройство для комплексной диагностики доильных установок. Давление. Диапазон 20–100 кПа, погрешность $\pm 0,6$ кПа, частота опроса 400 Гц. Температура. Диапазон $-50 \dots +150$ °С, погрешность $\pm 0,1$ °С. Тахометр: Диапазон 500–5000 мин. <sup>-1</sup> , погрешность менее 5 мин. <sup>-1</sup> ; разрешение 1 мин. <sup>-1</sup> Измерение времени молокоотдачи.
VPR100 («DeLaval») 	VPR100 – профессиональный прибор, предназначенный для тестирования доильных установок. Давление. Диапазон 10–80 кПа, погрешность $\pm 0,6$ кПа, разрешение 0,1 кПа, частота опроса 300 Гц. Тахометр. Диапазон 0–10 000 мин. <sup>-1</sup> , погрешность менее 5 мин. <sup>-1</sup> , разрешение 1 мин. <sup>-1</sup> Воздушный поток. Согласно используемому расходомеру воздуха. Внешние датчики. Диапазон 10–80 кПа, погрешность $\pm 0,6$ кПа, разрешение 0,1 кПа, частота опроса 300 Гц.

Название (производитель)	Характеристика
<p>Pulsotester Comfort («GEA WestfaliaSurge» GmbH)</p> 	<p>Предназначен для измерения вакуума, пульсаций и скорости вращения ротора электродвигателя доильных установок.</p> <p>Давление. Диапазон 20–60 <i>кПа</i>, погрешность <math>\pm 0,6</math> <i>кПа</i>, частота опроса 200 <i>Гц</i>.</p> <p>Тахометр. Диапазон 0–15000 <i>мин.<sup>-1</sup></i>, погрешность менее 10 <i>мин.<sup>-1</sup></i>.</p> <p>Внешние датчики. Диапазон 20–60 <i>кПа</i>, погрешность <math>\pm 0,6</math> <i>кПа</i>, частота опроса 200 <i>Гц</i>.</p>
<p>EXENDIS PT-V PULSATORTESTER («Exendis B.V.»)</p> 	<p>Прибор предназначен для измерения основных технологических показателей работы доильных установок. Содержит встроенный мини-принтер, позволяющий отображать временные зависимости пульсаций и флуктуаций вакуума в вакуумной системе доильной установки.</p>
<p>PULSOTEST VACUOSCOPE («Meditation Precision»)</p> 	<p>Прибор предназначен для проведения измерений в полевых условиях.</p> <p>Измеряемые параметры: показатели пульсаций (длительность и соотношение фаз) и флуктуации вакуума.</p>
<p>ИЗМЕРИТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ ДОИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ TEST-1 (Научно-исследовательский институт «ELIRI» S.A.)</p> 	<p>Предназначен для сбора, обработки и хранения информации о переменных параметрах технологических процессов производства продукции агропромышленного комплекса.</p> <p>При полной конфигурации измеритель включает: три датчика вакуумметрического давления (погрешность 0,15 %); искусственный сосок-датчик с двумя встроенными сенсорами – вакуумметрического (от 0 до 90 <i>кПа</i>) и гидродинамического (от –20 до +30 <i>кПа</i>) давлений; датчик избыточного давления (до 700 <i>кПа</i>); датчик абсолютного давления (0,250 <i>кПа</i>) для измерения атмосферного давления; датчик потока воздуха (10–8000 <i>л/мин.</i>); бесконтактный тахометр для измерения скорости вращения валов двигателей насосов; зонд для измерения напряжения постоянного тока до 42 <i>V</i>; кольцевой зонд для измерения электрического сопротивления молока; 2 датчика температуры.</p>

Название (производитель)	Характеристика
<p>PULSOTESTER VACUSCOPE COM- FORT («Meditation Preci- sion»)</p> 	<p>Предназначен для диагностики пульсаторов доильных установок, в частности для измерения длительности и соотношения фаз пульсаций вакуума.</p>
<p>ТЕСТЕР ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК (Институт механизации животноводства НААН Украины)</p> 	<p>Тестер доильных установок – это прибор, разработанный для упрощения проверок молочно-доильного оборудования молочных ферм. Его основными функциями являются измерение вакуума, его пульсаций и расхода воздуха в доильных установках.</p> <p>Давление. Диапазон измерения давления 0–100 <i>кПа</i>, абсолютная погрешность измерения давления 0,6 <i>кПа</i>, время отклика датчика давления 2,5 <i>мс</i>.</p> <p>Пульсации. Диапазон измерения частоты пульсаций 40–200 <i>имп./мин.</i>, абсолютная погрешность измерения частоты пульсаций 1 <i>имп./мин.</i>, диапазон измерения фаз пульсаций 0–1200 <i>мс</i>.</p> <p>Расход воздуха. Диапазон измерения расхода воздуха 0–3000 <i>л/мин.</i>, абсолютная погрешность измерения расхода воздуха 5 <i>л/мин.</i>, время отклика расходомера воздуха 2,5 <i>мс</i>.</p>
<p>DIGITAL VACUUM METER DVM-01 («Meditation Precision»)</p> 	<p>Цифровой вакуумметр предназначен для контроля уровня вакуума в вакуумной системе доильной установки с целью предупреждения заболевания дойных коров маститом. Предусматривает возможность измерения как отрицательного, так и положительного давления.</p>
<p>MICROAIRFLOWMET ER MAF («Meditation Precision»)</p> 	<p>Предназначен для определения наличия и величины утечки воздуха в вакуумной системе доильной установки. Диапазон измерения 0–50 <i>л/мин.</i></p>

Название (производитель)	Характеристика
<p data-bbox="411 510 639 593">AIRFLOWMETER AFM-3000 («Medition Precision»)</p> 	<p data-bbox="671 510 1209 622">Расходомер воздуха предназначен для проведения диагностики вакуумного насоса, в частности для определения его производительности и утечки воздуха в вакуумной системе.</p>
<p data-bbox="411 907 639 967">AIRFLOWMETER AFM («Medition Precision»)</p> 	<p data-bbox="671 907 1209 1019">Прибор предназначен для полностью автоматизированного измерения расхода воздуха. Диапазон измерения 10–3400 л/мин., погрешность не более 5 %.</p>

#### Заключение

1. Указаны основные требования к техническим средствам диагностики доильных установок: требования к измерению вакуума, избыточного давления, расхода воздуха, характеристик пульсаций, частоты вращения ротора насоса.

2. Проведен анализ технических средств диагностики доильных установок различных производителей.

22.08.13

#### Литература

1. Quality management systems – Requirement (IDT): ISO 9001. – Billerica, USA: The International for Standardization Organization, 2008. – 24 p.
2. Milking machine installations – Construction and performance: ISO 5707. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 52 p.
3. Milking machine installations – Mechanical tests: ISO 6690. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 46 p.
4. Milking machine installations – Vocabulary: ISO 3918. – Geneva, Switzerland: The International for Standardization Organization, 2007. – 42 p.



**НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ**

Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр  
Национальной академии наук Беларуси  
по механизации сельского хозяйства»

**Механизация и электрификация  
сельского хозяйства**

Межведомственный тематический сборник  
*Основан в 1968 году*

**Выпуск 47**

в 2 томах

**Том 2**

Минск  
2013

УДК 631.171:001.8(082)

В сборнике опубликованы основные результаты исследований по разработке инновационных технологий и технических средств для их реализации при производстве продукции растениеводства и животноводства, рассмотрены вопросы технического сервиса машин и оборудования, использования топливно-энергетических ресурсов, разработки и применения энергосберегающих технологий, электрификации и автоматизации.

Материалы сборника могут быть использованы сотрудниками НИИ, КБ, специалистами хозяйств, студентами вузов и колледжей аграрного профиля.

***Редакционная коллегия:***

*доктор технических наук, профессор, член-корреспондент НАН Беларуси*

*П.П. Казакевич (главный редактор);*

*кандидат технических наук, доцент В.П. Чеботарев*

*(зам. главного редактора);*

*доктора технических наук, профессора В.Н. Дашков, В.И. Передня,*

*И.И. Пиуновский, Л.Я. Степук, И.Н. Шило;*

*доктора технических наук, доценты В.В. Азаренко, И.И. Гируцкий;*

*кандидат технических наук, профессор В.П. Миклуш;*

*кандидаты технических наук, доценты В.Н. Гутман, В.О. Китиков;*

*кандидат экономических наук, доцент В.Г. Самосюк;*

*кандидаты технических наук Н.Г. Бакач, В.М. Изойтко, Н.Ф. Капустин,*

*В.К. Клыбик, Н.Д. Лепешкин, А.Л. Рапинчук, М.Н. Трибуналов;*

*кандидаты экономических наук А.В. Ленский, Е.И. Михайловский.*

***Рецензенты:***

*доктора технических наук, профессора В.Н. Дашков, В.И. Передня,*

*И.И. Пиуновский, Л.Я. Степук, И.Н. Шило;*

*доктора технических наук, доценты В.В. Азаренко, И.И. Гируцкий.*

Приказом Председателя ВАК Республики Беларусь от 4 июля 2005 года № 101 межведомственный тематический сборник «Механизация и электрификация сельского хозяйства» (РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства») включен в Перечень научных изданий Республики Беларусь для опубликования результатов диссертационных исследований по техническим наукам.

© РУП «НППЦ НАН Беларуси по  
механизации сельского хозяйства», 2013



## СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Лабоцкий И.М., Яровенко П.В., Горбацевич Н.А., Ковалева И.М.</i> Техническое обеспечение кормоуборочных работ. Состояние и перспективы .....	3
<i>Дашков В.Н., Поддубицкий В.В.</i> К вопросу использования местных видов топлива в сельском хозяйстве .....	10
<i>Китиков В.О., Романов С.Л.</i> Анализ эффективных направлений использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве .....	16
<i>Китиков В.О., Капустин Н.Ф., Шаманович Е.И.</i> Научный мониторинг биогазовых установок в Республике Беларусь, работающих на сельскохозяйственном сырье .....	19
<i>Лабоцкий И.М., Горбацевич Н.А.</i> Результаты испытаний прессподборщиков обмотчиков рулонов пленкой .....	23
<i>Авраменко П.В.</i> Исследование процесса внесения консерванта в силосопровод кормоуборочного комбайна .....	27
<i>Гордеев В.В., Хазанов В.Е.</i> Технологическое обеспечение модернизации молочных ферм Северо-Запада России .....	34
<i>Алиев Э.Б.</i> Технические средства диагностики доильных установок .....	38
<i>Башко Ю.А.</i> К вопросу выбора конструктивно-технологической схемы измельчителя-смесителя-раздатчика для приготовления и раздачи кормов на фермах КРС .....	44
<i>Авраменко П.В.</i> Исследование и обоснование параметров оборудования для внесения консервантов в кормовую массу .....	53
<i>Хруцкий В.И., Кувшинов А.А.</i> К вопросу рациональности применения мобильных комбикормовых установок .....	61
<i>Хруцкий В.И., Тарасевич А.М., Гаврилович С.А.</i> К вопросу переработки рапсовых жмыхов .....	64
<i>Навныко М.В.</i> Исследование процесса приготовления влажных кормовых смесей .....	68
<i>Навныко М.В.</i> Технологическое обоснование вместимости спирально-лопастного смесителя .....	72
<i>Крылов С.В., Гируцкий И.И., Жур А.А., Кислый Ю.А., Лабкович А.И., Кислый О.А., Бакач Н.Г., Марышев В.Ф.</i> Определение величины гидроудара при тупиковом режиме раздачи жидких кормов при различной влажности кормосмеси .....	77
<i>Колончук М.В., Передня В.И., Антошук С.А., Сорокин Э.П.</i> Оптимизационные методы расчета числа пластин и лопаток ротационных вакуумных насосов .....	85