

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

А.В. Семенов, С.В. Грищенко

**ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ВОДОКОЛЬЦЕВОЙ
ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ**

Методические указания для лабораторно-практической работы

Электронное издание

Красноярск 2023

Рецензент

*В.В. Матюшев, д-р техн. наук, профессор кафедры
«Товароведение и управление качеством продукции АПК»*

Семенов, А.В.

Изучение устройства и работы водокольцевой вакуумной установки [Электронный ресурс]: методические указания для лабораторно-практической работы / А.В. Семенов, С.В. Грищенко; Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2023. – 16 с.

Содержатся сведения об устройстве и работе водокольцевой вакуумной установки.

Предназначено для студентов очной и заочной форм обучения, обучающихся по направлениям подготовки 35.03.06 «Агроинженерия», 35.03.07 «Технология производства и переработки сельскохозяйственной продукции», 36.03.02 «Зоотехния» и специальностей 35.02.16 «Эксплуатация и ремонт сельскохозяйственной техники и оборудования», 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства».

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Красноярского государственного аграрного университет

Содержание

Введение	4
1 Назначение, техническая характеристика и устройство водокольцевой вакуумной установки	5
2 Устройство водокольцевого вакуумного насоса НВМ-75	7
3 Устройство и принцип работы вакуумного регулятора	9
4 Принцип работы водокольцевой вакуумной установки	11
5 Техническое обслуживание	12
Контрольные вопросы	13
Тестовые задания	13
Литература	15

ВВЕДЕНИЕ

Животноводство, как отрасль сельского хозяйства, играет важную роль в обеспечении населения страны продуктами питания, в первую очередь молоком и мясом. Увеличение производства продукции животноводства, в частности молока, обеспечивается за счет внедрения высокопроизводительных поточных технологических линий доения коров, которые состоят из доильных аппаратов, линий сбора молока, распределения вакуума, очистки и охлаждения. Для создания в доильной установке разрежения (вакуума) путем откачки воздуха они комплектуются вакуумными установками. От четко организованной эксплуатации и технического обслуживания вакуумной установки зависит надежная и правильная работа всей доильной установки.

В методических указаниях рассмотрен принцип работы, правила эксплуатации и технического обслуживания водокольцевой вакуумной установки.

Цель работы: изучить устройство и принцип работы водокольцевой вакуумной установки.

Оборудование: водокольцевая вакуумная установка, плакаты, схемы.

Содержание работы

1. Изучить общее устройство водокольцевой вакуумной установки.

2. Изучить устройство и принцип работы составных частей водокольцевой вакуумной установки

1 НАЗНАЧЕНИЕ, ТЕХНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА И УСТРОЙСТВО ВОДОКОЛЬЦЕВОЙ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ

Вакуумная установка предназначена для создания стабильного вакуума, необходимого для машинного доения коров на доильных установках.

Техническая характеристика вакуумной установки представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Техническая характеристика вакуумной установки

Наименование	Значение
Производительность насоса при вакууме 48кПа (0,49 кг/см ²) и частоте вращения 1430 об/мин, м ³	75±5%
Максимальная величина вакуума, кг/см ²	0,92
Потребляемая мощность, кВт	4
Габаритные размеры, мм	300×250×270
Масса, кг, не более	29

Общий вид вакуумной установки показан на рисунке 1.

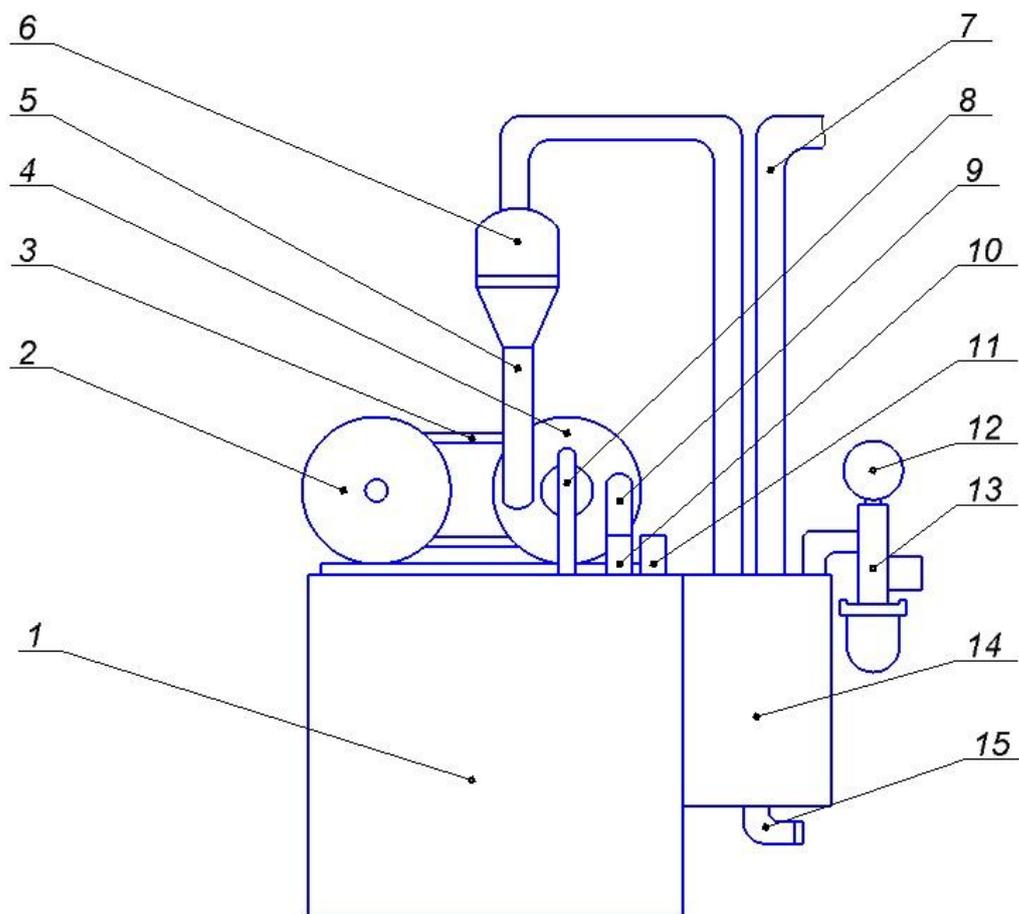


Рисунок 1 – Вакуумная установка НВМ-75:

1 – емкость для воды; 2 – электродвигатель; 3 – ременная передача; 4 – водокольцевой вакуумный насос; 5 – всасывающая труба; 6 – обратный клапан; 7 – вакуумпровод; 8 – водоподводящий трубопровод; 9 – нагнетательная труба; 10 – патрубок нагнетательной трубы; 11 – патрубок выхлопной трубы; 12 – вакуумметр; 13 – вакуумный регулятор; 14 – вакуумный баллон; 15 – клапан вакуумного баллона

Установка состоит из емкости для воды 1, на которой смонтированы электродвигатель 2 и вакуумный водокольцевой насос НВМ-75 4. Привод насоса от электродвигателя осуществляется с помощью ременной передачи 3. В крышке емкости для воды имеется отверстие для соединения ее с водоподводящим трубопроводом 8, патрубок 10 для подсоединения нагнетательной трубы 9 и патрубок 11 для подсоединения выхлопной трубы.

Всасывающая труба 5 через обратный клапан 6 соединяет насос с вакуумным баллоном 14, в нижней части которого имеется клапан вакуумного баллона 15, в верхней – вакуумный регулятор 13 с ваку-

умметром 12. Вакуумный баллон соединен с вакуумпроводом 7 доильной установки.

Емкость для воды предназначена для постоянной подпитки водой водокольцевого вакуумного насоса. При вращении ротора насоса происходит повышение температуры воды в его корпусе, что приводит к ее испарению и снижению производительности. Поэтому объем емкости выбирается из расчета не менее 200 литров, что обеспечивает рабочую температуру воды во время работы насоса не более 40 °С.

Емкость пополняется водопроводной водой и в процессе эксплуатации, объем воды должен составлять 85-90% от объема емкости.

Нижний конец водоподводящего трубопровода во избежание попадания в насос загрязнений должен быть расположен на расстоянии не менее 150 мм от дна емкости.

Водокольцевой вакуумный насос предназначен для создания разрежения (вакуума) в системе доильной установки и доильных аппаратах.

Вакуум-баллон превращает пульсирующий вакуум, создаваемый насосом, в равномерный и постоянный. Кроме того, он является резервом вакуума, защищает насос от попадания в него влаги (конденсата), механических и других частиц из вакуум-трубопровода, а также служит резервуаром для сбора воды при промывке вакуум-трубопровода.

Вакуум-регулятор автоматически поддерживает заданное значение вакуума.

Вакуумметр измеряет значение вакуума в системе и позволяет визуально (зрительно) оценивать его.

Обратный клапан предназначен для предотвращения резкого вращения в обратную сторону ротора насоса при отключении вакуумной установки от электрической сети.

2 УСТРОЙСТВО ВОДОКОЛЬЦЕВОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА НВМ-75

Устройство водокольцевого вакуумного насоса НВМ-75 представлено на рисунке 2.

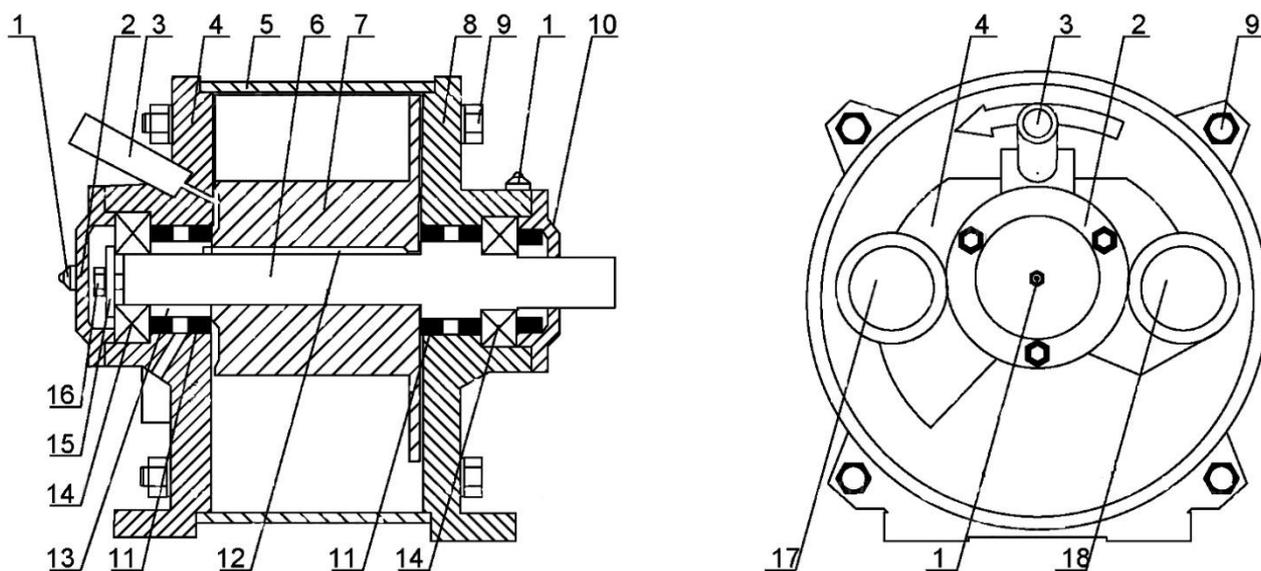


Рисунок 2 – Водокольцевой вакуумный насос НВМ-75:

1 – масленка; 2 – крышка передняя; 3 – патрубок водоподводящий; 4 – лобовина передняя; 5 – корпус; 6 – вал; 7 – ротор; 8 – лобовина задняя; 9 – шпилька; 10 – крышка задняя; 11 – манжета; 12 – шпонка; 13 – втулка; 14 – подшипник; 15 – шайба; 16 – болт; 17 – патрубок всасывающий; 18 – патрубок нагнетательный

Насос состоит из корпуса 5, к которому с помощью шпилек 9 крепятся две торцевые лобовины, передняя 4, задняя 8, в которых размещены опорные подшипники 14, несущий вал 6. На валу, эксцентрично расположенном в корпусе, на шпонке 12 установлен ротор 7, открытой стороной прилегающий к лобовине 4 с зазором $0,20 \pm 0,05$ мм, и втулка 13.

В лобовине 4 имеется два серповидных окна: всасывающее – большего размера и выхлопное – меньшего размера.

Всасывающая камера через патрубок 17 соединяется с вакуумпроводом доильной установки, а выхлопная соединена патрубком 18 с нагнетательной трубой.

Рабочая полость насоса и гнезда подшипников разделена уплотнителями, состоящими из двух пар манжет 11, в промежутках между которыми в лобовинах имеются дренажные отверстия.

В лобовине 4 просверлен канал для поступления воды через водоподводящий патрубок 3 во внутреннюю полость насоса.

Подшипник 14, установленный в передней лобовине 4, закреплен вместе с ротором 7 и втулкой 13 на валу 6 прижимной шайбой 15 и болтом 16.

Наружная обойма подшипника, расположенного в передней лобовине, прижата к ней крышкой 2. Подшипник 14, установленный в задней лобовине 8, плавающий, закрыт крышкой 10.

Смазка подшипников производится через масленки 1.

3 УСТРОЙСТВО И ПРИНЦИП РАБОТЫ ВАКУУМНОГО РЕГУЛЯТОРА

Вакуумный регулятор (рис. 3) состоит из корпуса 6, отлитого из пластика совместно с воздухозаборником 15. В верхнюю часть корпуса запрессован корпус клапана 5, нижняя часть закрыта резиновой мембраной 8. Внутри корпуса расположен шток 7 с клапаном 4, имеющие возможность двигаться в вертикальном направлении. Для предотвращения подсоса воздуха через отверстие в мембране оно герметизируется шайбами 9 и 10, прижатыми друг к другу гайкой 11.

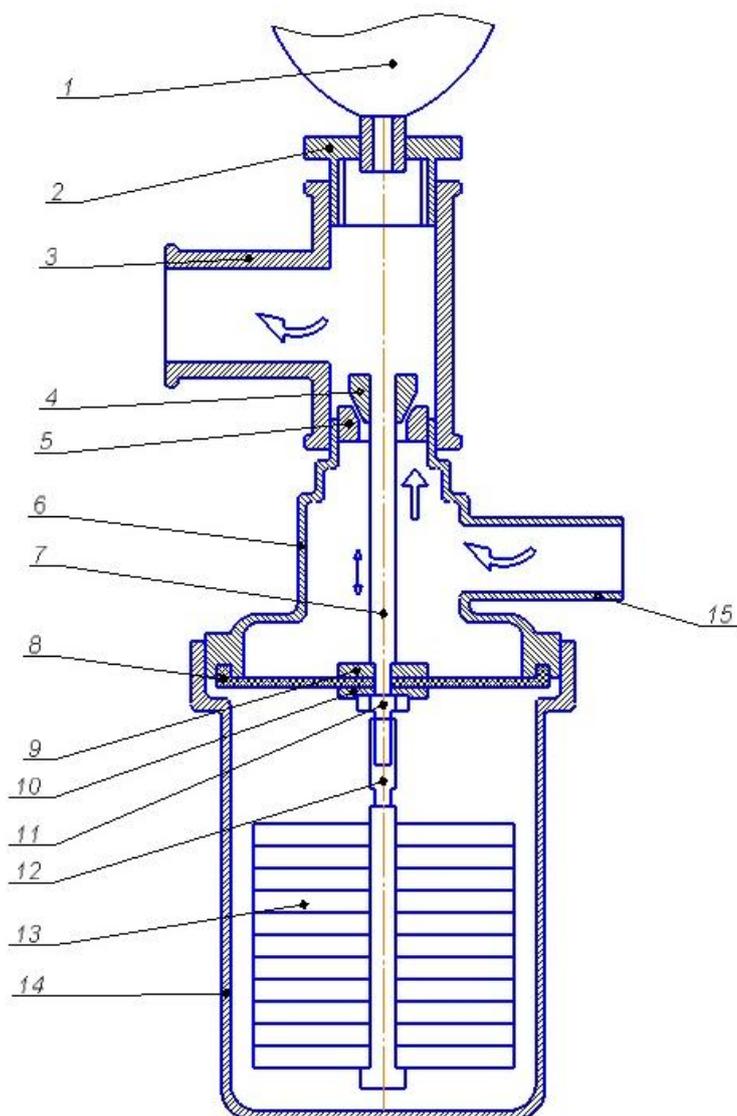
К нижней части штока 7 посредством резьбового соединения крепится шток 12 для размещения набора шайб 13. Шайбы (рис. 3, б) устанавливаются на шток и снимаются с него через прорези 16 в месте уменьшенного диаметра штока.

Корпус вакуумного регулятора посредством резьбового соединения крепится к тройнику, который соединен с вакуумным баллоном вакуумной установки. С другой стороны через переходник 2 к тройнику закреплен вакуумметр 1.

При работе вакуумного насоса на клапан снизу действует сила, возникающая вследствие разности атмосферного давления и разрежения, образующегося в вакуумпроводе. Когда разрежение, создаваемое вакуумным насосом, начинает превышать заданное массой груза вакуумного регулятора, клапан впускает атмосферный воздух в вакуумную магистраль.

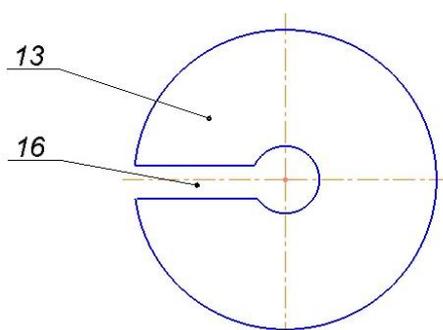
Груз подбирают такой массы, чтобы клапан срабатывал в момент, когда разрежение в вакуумпроводе достигает рабочего значения.

Для снижения разрежения массу груза уменьшают, т.е. снимают соответствующее число шайб, а чтобы повысить разрежение – увеличивают.



← атмосферный воздух

а



б

Рисунок 3 – Вакуумный регулятор:

а – схема работы; б – шайба-груз; 1 – вакуумметр; 2 – переходник; 3 – тройник; 4 – клапан; 5 – корпус клапана; 6 – корпус вакуумного регулятора; 7 – шток клапана; 8 – мембрана; 9; 10 – шайбы; 11 – гайка; 12 – шток груза; 13 – шайба-груз (набор шайб); 14 – колпак; 15 – воздухозаборник; 16 – прорезь

4 ПРИНЦИП РАБОТЫ ВОДОКОЛЬЦЕВОЙ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ

Принцип работы водокольцевой вакуумной установки поясняет рисунок 4.

Перед включением электродвигателя привода водокольцевого вакуумного насоса необходимо извлечь гибкий водоподводящий трубопровод 12 из емкости для воды 13, удерживая его в вертикальном положении, заполнить корпус насоса 4 водой, после чего поместить трубопровод в емкость, включить электродвигатель.

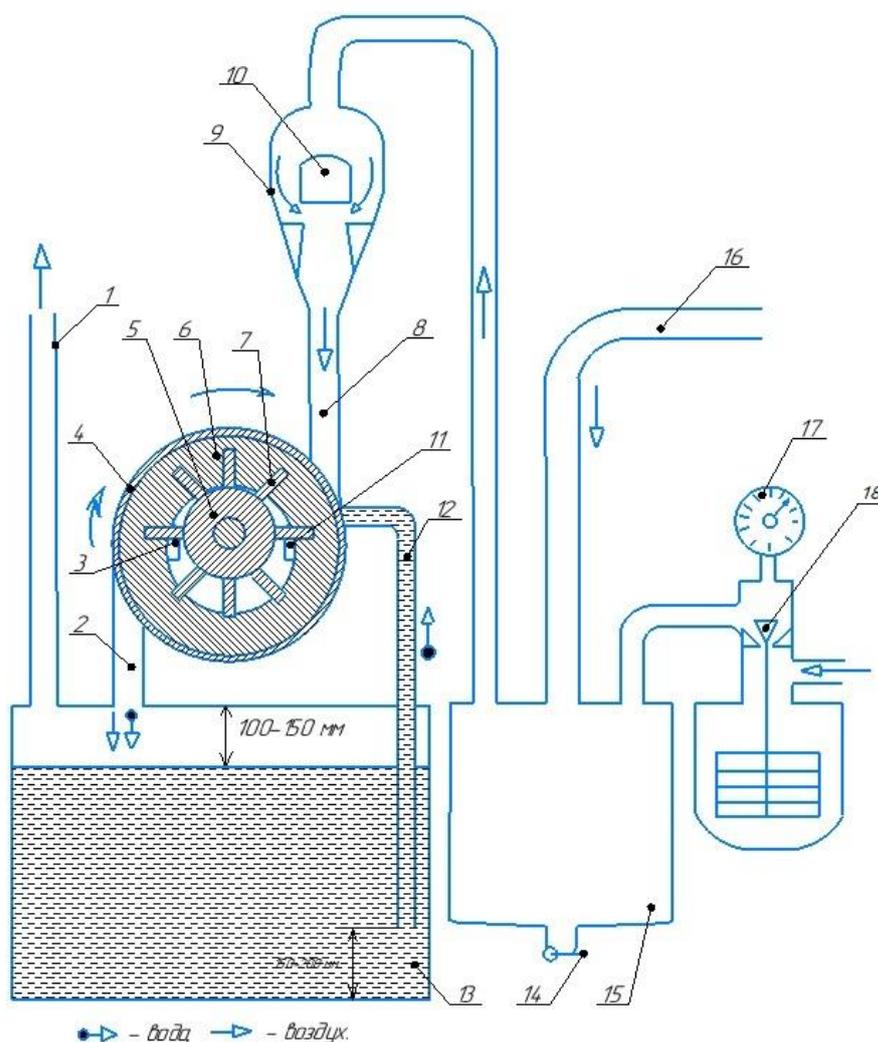


Рисунок 4 – Принцип работы водокольцевой вакуумной установки:
1 – выхлопная труба; 2 – нагнетательная труба; 3 – выхлопное окно; 4 – корпус;
5 – ротор; 6 – водяное кольцо; 7 – лопасть ротора; 8 – всасывающая труба;
9 – корпус обратного клапана; 10 – запорный элемент; 11 – всасывающее окно;
12 – водоподводящий трубопровод; 13 – емкость для воды; 14 – клапан вакуумного баллона; 15 – вакуумный баллон; 16 – вакуумпровод; 17 – вакуумметр;
18 – вакуумный регулятор

При вращении эксцентрично установленного ротора 5 внутри корпуса 4 вода, поступающая из емкости для воды, по водоподводящему трубопроводу, под действием центробежных сил, отбрасывается лопастями 7 к стенкам корпуса, образуя внутри него вращающееся водяное кольцо 6, создающее уплотнение между ротором и корпусом. Между двумя рядом расположенными лопастями ротора и водяным кольцом образуются серповидные воздушные пространства (камеры), меняющие свой объем при вращении ротора.

Когда камеры проходят мимо всасывающего окна 11, их объем увеличивается, создается разрежение, которое через всасывающее окно, всасывающую трубу 8, обратный клапан 9, вакуумный баллон 15 распространяется в вакуумпровод 16 доильной установки. Клапан 14 вакуумного баллона закрывается автоматически под воздействием вакуума.

Когда камеры находятся в зоне выхлопного окна 3, их объем уменьшается, воздух в них сжимается, создается избыточное давление. Воздух вместе с излишками воды через выхлопное окно, нагнетательную трубу 2 поступает в емкость для воды и далее через выхлопную трубу 1 выбрасывается в атмосферу. Через водоподводящий трубопровод потери воды постоянно пополняются.

После отключения электрического двигателя привода насоса запорный элемент 10, расположенный внутри корпуса 9 обратного клапана под воздействием вакуума, находящегося в вакуумпроводе, поднимается вверх, частично перекрывает верхнее отверстие обратного клапана. Давление в вакуумпроводе и вакуумном баллоне выравнивается с атмосферным без резкого скачка, предотвращая тем самым обратное вращение ротора насоса. Клапан вакуумного баллона открывается, имеющийся конденсат сливается наружу.

Во время работы необходимо следить за показаниями вакуумметра 17, при необходимости провести регулировку величины разрежения с помощью вакуумного регулятора 18.

5 ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Техническое обслуживание водокольцевого вакуумного насоса состоит из следующих операций:

Ежемесячно:

1. Пополнение смазки в подшипниковых узлах шприцеванием.
2. Прочистка отверстия для подачи воды в насос.

Ежегодно:

1. Проверка производительности насоса и устранение причин ее снижения.

2. Проверка состояния манжетных уплотнений и при необходимости их замена.

3. Проверка состояния подшипников и при необходимости их замена.

4. Очистка и промывка емкости для воды.

При длительных перерывах в работе насоса его необходимо снять с рамы и через всасывающий и выхлопной патрубки вылить остатки воды из насоса.

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Назовите основные сборочные единицы водокольцевой вакуумной установки.

2. Опишите принцип работы водокольцевой вакуумной установки.

3. Объясните устройство и принцип работы водокольцевого вакуумного насоса НМУ-75.

4. Объясните устройство и принцип работы вакуумного регулятора.

5. Что входит в вакуумную систему доильной установки?

6. Назначение вакуумного баллона.

7. Назначение вакуумметра.

8. Назначение обратного клапана.

9. Каким образом подбирается объем емкости для воды?

ТЕСТОВЫЕ ЗАДАНИЯ

1. Водокольцевая вакуумная установка предназначена:

а) для создания давления в вакуумной магистрали;

б) создания разрежения в вакуумной магистрали доильной установки;

в) создания разрежения в вакуумной магистрали доильной установки и доильных аппаратах.

2. Обратный клапан предназначен:

а) для стабилизации разрежения в вакуумной магистрали;

б) предотвращения резкого обратного вращения ротора насоса после остановки;

в) предотвращения скачков вакуума.

3. Вода в вакуумном насосе выполняет роль:

- а) рубашки охлаждения;
- б) смазки насоса;
- в) уплотнения между корпусом и ротором.

4. Вакуумный баллон предназначен:

- а) для увеличения глубины разряжения;
- б) снижения шума при работе установки;
- в) превращения пульсирующего вакуума, создаваемого насосом,

в равномерный и постоянный.

5. Вакуумметр предназначен:

- а) для поддержания стабильного вакуума;
- б) измерения значения вакуума в системе;
- в) регулировки глубины вакуума в доильных аппаратах.

6. Вакуумный регулятор предназначен:

- а) для автоматического поддержания заданного значения вакуума;
- б) создания резерва вакуума в доильной установке;
- в) защиты насоса от попадания в него влаги.

7. Максимальная величина вакуума, создаваемая насосом НВМ-75, составляет (кг/см²):

- а) 0,50;
- б) 1,20;
- в) 0,90.

8. Назначение дренажных отверстий, расположенных в лобовинах насоса:

- а) удаление воды из полости между манжетами;
- б) выравнивание давления воздуха внутри и снаружи насоса;
- в) подача смазки к манжетам.

9. Ротор насоса предназначен:

- а) для перемешивания воды;
- б) перекачивания воды;
- в) создания водяного кольца.

10. Водоподводящий трубопровод предназначен:

- а) для заполнения водой насоса перед работой;
- б) заполнения водой насоса перед работой, пополнения водой во время работы;
- в) заполнения водой насоса перед работой, пополнения водой во время работы, слива воды после работы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуумный насос НВМ-75: руководство по эксплуатации. – Подольск: ООО «ПКП КОРД», 2015. – 6 с.
2. Дегтерев Г.П. Технологии и средства механизации животноводства: учебник / Г.П. Дегтерев. – Москва: Столичная ярмарка, 2010. – 384 с.
3. Кирсанов В.В. Механизация и технология животноводства: учебник / В.В. Кирсанов. – Москва: ИНФРА-М, 2013. – 585 с.

ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА И РАБОТЫ ВОДОКОЛЬЦЕВОЙ ВАКУУМНОЙ УСТАНОВКИ

Методические указания для лабораторно-практических работ

**Семенов Александр Викторович
Грищенко Светлана Владимировна**

Электронное издание

Редактор И.Н. Крицына

Подписано в свет 18.10.2023. Регистрационный номер 61
Редакционно-издательский центр Красноярского государственного аграрного университета
660017, Красноярск, ул. Ленина, 117
e-mail: rio@kgau.ru

