

ческой цепи при заготовке сенажа. В среднем для уплотнения одной тонны массы расходуется 2-3 трактора/минуты для достижения плотности сложения $>200 \text{ кг СМ/м}^3$. Потребность в тракторах для трамбовки возрастает с увеличением в ней сухого вещества.

Загрузку сенажной массы в хранилища следует производить за 1-3 суток. Ночная трамбовка исключается. Массу трамбуют в течение 1-1,5 часа после ее поступления вечером и за 1 час до начала поступления утром. При небольшом временном перерыве на ночь укрытие пленкой желательно, а при длительном – обязательно.

При трамбовке сенажной массы в хранилищах с боковыми стенами надо работать в два этапа. На первом - массу следует распределять и уплотнять возле стен, чтобы в центре получилась вогнутая поверхность. Только после этого краевые части можно достаточно уплотнить. На втором этапе распределяют и уплотняют сенажную массу так, чтобы получилась выпуклая поверхность.

Перед укрытием траншеи пленкой, для предотвращения нагревания сенажной массы в верхнем слое, следует добавлять мочевины (800 г/м²) перед укрытием пленкой. Затем загруженную сенажную массу необходимо сразу закрыть пленкой. Целесообразно использовать для этого две пленки: тонкую растягиваемую (0.04 мм), которая плотно облегает поверхность сенажной массы, предотвращает газообмен и защищает от загрязнения. Второй слой пленкой более толстый (0.2-0.5 мм) предназначен для защиты от птиц и погодных влияний, защиты от кислорода и которая придавливается соответствующими материалами.

Литература

1. О государственной программе развития аграрного бизнеса в Республике Беларусь на 2016-2020 годы и внесении изменений в Постановление Совета Министров Республики Беларусь от 16 июня 2014г. №585: Постановление Совета Министров Республики Беларусь 11 марта 2016г. №196/№5/41842 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: - <http://www.prawo.by/main.aspx?quid>.
2. Земледелие: учебник/ П.И.Никончик [и др.]; под ред. П.И. Никончика, В.Н. Прокоповича. - Минск: ИВЦ Минфина, 2014.- 584с.
3. Попков Н.А. Нормы кормления крупного рогатого скота: справочник / Н.А.Попков [и др.]. - Жодино: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2011.- 260 с.
4. Научное обеспечение инновационного развития животноводства: сб. научн. тр. По материалам международной научно-практической конференции (24-25 окт.2013г.) / РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». - Жодино, 2013. - 504 с.

УДК 637.116

КОМПЕНСАЦИЯ ВНУТРИКАМЕРНЫХ ПЕРЕТЕЧЕК ВОЗДУХА ПЛАСТИНЧАТО-РОТОРНОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА ДОИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Дашков В.Н.¹, д.т.н., профессор, Антошук С.А.², к.т.н., доцент, Захаров В.В.³

¹ГП «Институт энергетике НАН Беларуси», г. Минск,

²ГУ «Белорусская МИС», п. Привольный,

³БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Энергетическим узлом доильной машины, обеспечивающим ее работоспособность, является вакуум-насосная станция, включающая в себя вакуумный насос, ременную передачу и, как правило, электродвигатель (рисунок 1).

Вакуум-насосная станция основана на принципе выведения молока из вымени коров под действием переменного разрежения[1].

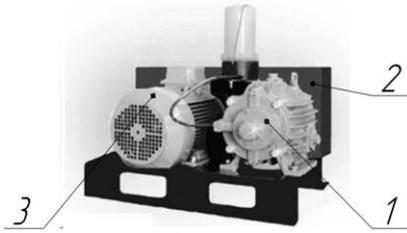


Рисунок 1- Вакуум-насосная станция

1-пластинчато-роторный вакуумный насос, 2-ременная передача, 3-электродвигатель

Производительность насоса определяется величиной воздушного потока во входном патрубке. Поток воздуха, проходящий через входное сечение насоса, характеризует количество переносимого воздуха в единицу времени и называется его производительностью.

Обычно поток воздуха Q измеряется в единицах мощности $\frac{pV}{t} = \text{Па} \cdot \text{м}^3 / \text{с}$. При изотермическом процессе откачки $pV = \text{const}$. Дифференцируя это равенство, получим

$$Q = p(dV / dt) + V(dp / dt) = 0.$$

При постоянном давлении $Q = p(dV / dt) = V_T p$,

где V_T - быстрота действия, $\text{м}^3 / \text{с}$; p - давление, Па.

Тогда его теоретическая производительность ($\text{м}^3 / \text{с}$) вычисляется по приведенной формуле:

$$V_T = 10 \cdot e \cdot n \cdot L \left[12(\pi D - Sz) - \frac{\pi^3}{z}(D + 4e) \right] \quad (1)$$

где V_T - производительность вакуумного насоса, $\text{м}^3 / \text{ч}$; S - величина эксцентриситета ротора ($e=0,07D$); n -число оборотов ротора, об/мин.(1250 об/мин); L -длина цилиндра насоса, м; D -диаметр цилиндра, м; S -толщина пластины, м; z - число пластин ($z=4$ шт).

Или эксцентриситет

$$e = R - r = 0,14R. \quad (2)$$

Отношение ширины пластины S к удвоенному эксцентриситету

$$\frac{S}{2e} = 1,9.$$

В насосах, предназначенных для доильных установок, как правило, устанавливается 4 лопасти в пазы ротора из-за не создания ими глубокого вакуума в пределах 1,5 атм. и вращением ротора 1250 об/мин.

Подставляя полученные соотношения в формулу производительности (1) выражение примет вид:

$$V_T = 4307,2R^3 \text{ при } \frac{L}{D} = 1,85. \quad (3)$$

Из полученного выражения видно, что наибольшая зависимость производительности насоса достигается из-за увеличения радиуса цилиндра насоса. Но не мало важное значение на увеличение производительности оказывает частота вращения ротора, а так же число лопаток, с помощью которых увеличивается количество объемов ячеек воздуха переносимого лопатками. Подставив в полученное выражение радиус цилиндра 0,1 метра разработанного вакуумного насоса НВУ-2,8 сотрудниками НАН РБ по механизации сельского хозяйства совместно с сотрудниками БГАТУ, в составе вакуумной станции СВЭ-1, получим теоретическую производительность $\approx 4,5 \text{ м}^3 / \text{мин}$, что на $0,2 \text{ м}^3 / \text{мин}$ больше действительной [2].

Полученные цифры не обусловлены внутрикамерными перетечками воздуха. Внутренние перетекания воздуха в пластинчато-ротором вакуумном насосе снижают

быстроту действия и увеличивают удельные затраты энергии до 30% [3]. Одними из перетечек являются как радиальные, так и торцевые (рисунок 2)

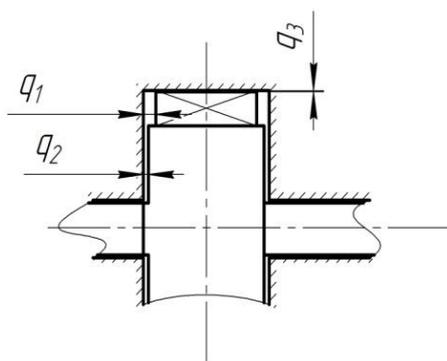


Рисунок 2 - Пропускные щели пластинчато-роторного вакуумного насоса
 q_1, q_2, q_3 - торцевые и радиальные зазоры

Для решения данной проблемы нами была усовершенствована модель пластинчато-роторного вакуумного насоса НВ-2,8 (рисунок 3 и 4) [4].

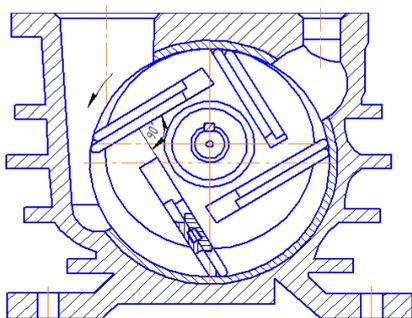


Рисунок 3 - Разработанный пластинчато-роторный вакуумный насос НВУ-2,8

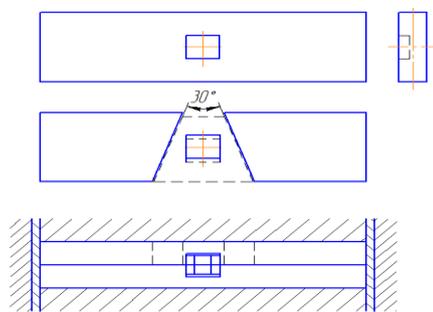


Рисунок 4 - Цельная и составная лопатки насоса

Особенностью данного типа насоса является то, что у него сдвоены рабочие лопатки, а так же нижняя составная лопатка (рисунок 4) имеет три части, при этом средняя часть имеет форму трапецеидального клина с углом при вершине 30° и служит для расклинивания составной лопатки при вращении и прижатия торцов её правой и левой частей к пластинам передней и задней крышек корпуса. Для предотвращения зависания верхней цельной лопатки и нижней составной лопатки из-за трения друг о друга верхняя цельная лопатка связана со средней частью нижней составной лопатки пластинчатой S-ой пружиной. В результате работы насоса торцевое уплотнение нижней составной лопаткой камеры предотвращает перетекание воздуха и повышает производительность пластинчато-роторного вакуумного насоса. Верхняя цельная лопатка служит для предотвращения радиального перетекания воздуха из-за постепенного интенсивного износа клина нижней составной лопатки.

Торцы лопаток хорошо прирабатываются к крышкам в связи со снятием с опорных частей лопаток фасок под углом 45° , вследствие чего производительность насоса по сравнению с насосами с цельными лопатками несколько возрастает и остается постоянной в течение периода эксплуатации. Кроме того, исключается возможность заклинивания лопаток и уменьшается удельное давление их на поверхность цилиндра.

Литература

1. Мжельский Н.И. Вакуумные насосы для доильных установок. – М.: Машиностроение, 1974. – 151 с.
2. Дашков В.Н., Антошук С.А., Захаров В.В. / Обоснование выбора расположения ротора в корпусе пластинчатого вакуумного насоса / Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2017. - № 6. - С.30-35.

3. Дашков В.Н., Антошук С.А., Захаров В.В. Преимущества вакуумного насоса для доильных установок со сдвоенным, составным рабочим органом // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. - 2016. - № 4. - С.71-73.
4. Пат. 9646 РБ, МПК F 04C 18/00. Пластинчато-роторный вакуумный насос / В.Н. Дашков, В.В. Захаров, (ВУ). - Заявитель Белорусский государственный аграрно-технический университет. - № u20130360; заявл. 23.04.2013; опубл. 22.07.2013. // Официальный бюл. / Нац. центр интеллектуальной собственности - 2013. - № 2. - С. 35.
5. Руководство по эксплуатации. Насос пластинчато-роторный вакуумный НВУ-2,8. ОАО «Технолит» г. Полоцк 2013г.- 31 с.

УДК 637.116

**ОБОСНОВАНИЕ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ
ПЛАСТИНЧАТО-РОТАЦИОННОГО ВАКУУМНОГО НАСОСА
С НАКЛОННЫМ РАЗМЕЩЕНИЕМ ПЛАСТИН**

Дашков В.Н.¹, д.т.н., профессор, Антошук С.А.², к.т.н., доцент, Захаров В.В.³

¹ГП «Институт энергетики НАН Беларуси», г. Минск,

²ГУ «Белорусская МИС», п. Привольный, ³БГАТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Низкий объемный КПД существующих пластинчато-ротационных вакуумных насосов доильных установок в первую очередь обусловлен большими внутренними перетеканиями воздуха. Как свидетельствуют литературные источники, на внутренние перетечки приходится примерно 60 % потерь объемной производительности насоса [1].

Из вышесказанного понятно, что обоснование выбора положения и размеров окон в первую очередь зависит от правильного определения изменения объема рабочей камеры в зависимости от угла поворота ротора.

Существующая методика определения зависимости изменения объема рабочей камеры V_φ и максимальное значение которого определяет теоретическую производительность, от угла поворота ротора φ при значении угла между пластинами β и для ротационных вакуумных насосов с радиальным расположением пластин приводится авторами [1, 2] и имеет вид:

$$V_\varphi = S_\varphi \cdot l = \frac{1}{2} l \int_{\varphi - \frac{\beta}{2}}^{\varphi + \frac{\beta}{2}} \rho^2 d\varphi - r^2 \frac{\beta}{2}, \quad (1)$$

Где S_φ - площадь поперечного сечения камеры, l - длина ротора, ρ - относительный эксцентриситет, r - радиус ротора

Уравнение (1) довольно точно описывает динамику изменения объема камеры для насосов с радиальным расположением пластин, в то же время авторы предлагают пользоваться этой зависимостью для насосов с наклонным размещением пластин, угол наклона ψ которых не превышает 30° . Действительно, для расчетов производительности насоса (скорости действия) эта зависимость может быть применена, потому что отклонение объема составляет не более 5 %.

Как видно из первой части уравнения (1) определяющей величиною при расчетах объема рабочей камеры будет площадь его поперечного сечения S_φ и, поэтому задачей данной работы является разработка достоверной методики расчета зависимости ее изменения от угла поворота ротора для насосов с наклонным размещением пластин.

Решение поставленной задачи иллюстрируется рисунок 1, на котором

показано, что рабочие пластины ориентируются вдоль касательных некоторого круга радиусом r_0 и образуют каждая с соседней прямые углы.