

УДК 637.11

В.Н. Дашков¹, д.т.н, профессор,

В.В. Захаров¹, ассистент, И.Н.Ковалевич², студент,

¹ *Республиканское научно-производственное унитарное предприятие “Институт энергетики НАН Беларуси”, г. Минск, Республика Беларусь*

² *«Белорусский государственный аграрный технический университет», г. Минск, Республика Беларусь*

ОСОБЕННОСТИ ВАКУУМНОГО НАСОСА ДЛЯ ДОИЛЬНЫХ УСТАНОВОК СО СДВОЕННЫМ, СОСТАВНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Введение

В Республике Беларусь традиционно распространена пастбищная система содержания коров летом и стойлово-выгульная зимой. В условиях постоянного роста цен на энергоносители особое значение принимает выбор конструкции и параметров вакуумной установки для передвижных доильных установок. Источником вакуума для них служат как водокольцевые, так и пластинчато-роторные вакуумные насосы производительностью 45-60 м³/ч при вакуумметрическом давлении 46-50 кПа.

Основная часть

В настоящее время известна наиболее распространенная конструкция пластинчато-роторного вакуумного насоса состоящая из корпуса, всасывающего и выпускного патрубков, боковых крышек, ротора и радиально расположенных одинарных лопаток [1]. Ключевым вопросом остается совершенствование конструкции и технических параметров пластинчато-роторного насоса. Нами, сотрудниками БГАТУ, совместно с сотрудниками РУП НПЦ НАН по механизации сельского хозяйства был разработан вакуумный насос со сдвоенным и составным рабочим органом и получен патент на полезную модель №9646 от 04.23.2013г. (рис. 1).

Особенностью данного типа насоса является то, что у него сдвоены рабочие лопатки, а так же нижняя составная лопатка (рис. 2) имеет три части, при этом средняя часть имеет форму трапеце-

идального 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 пружиной. В результате работы насоса торцевое уплотнение нижней составной лопаткой камеры предотвращает перетекание воздуха и повышает производительность пластинчатороторного вакуумного насоса. Верхняя цельная лопатка служит для предотвращения радиального перетекания воздуха из-за постепенного интенсивного износа клина нижней составной лопатки.

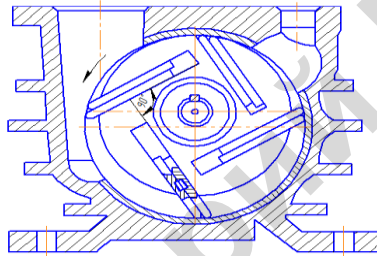


Рисунок 1. Разработанный пластинчато- вакуумный насос со сдвоенным составным рабочим органом

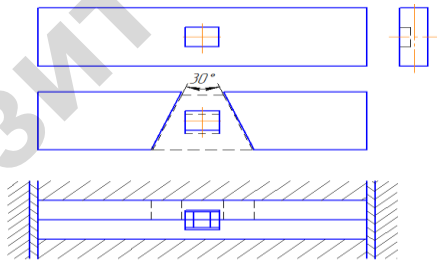


Рисунок 2.Цельная и составная лопатки насоса

Торцы лопаток хорошо прирабатываются к крышкам, 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.

Во избежание отслаивания текстолита и быстрой приработки опорной части лопаток необходимо снимать фаски на пластинах под углом 30° .

На величину износа рабочей поверхности цилиндра влияет удельное давление, которое зависит от суммы сил, действующих на лопатку, и от способа расположения лопаток. В отличие от существующих вакуум-насосов, лопатки которых расположены радиально в нашем насосе они установлены наклонно под углом 30° .

Для выяснения вопроса о том, какой способ расположения является лучшим, необходимо определить и сопоставить величины удельных давлений лопаток в обоих случаях. Удельное давление радиально расположенной лопатки на цилиндр определяется по формуле.

$$Y_p = \frac{Q}{bL} = \frac{M\omega^2\rho}{bL} = \frac{q\omega^2\rho}{gbL}, \quad (1)$$

Где Q –центробежная сила,кГ.

b -ширина опорной поверхности, равная 0,1см;

L -длина лопатки, равная 20 см;

ρ -расстояние от центра ротора до центра тяжести лопатки, равное 0,064м.

ω -угловая скорость ротора, равная 144 рад/сек;

g -ускорение силы тяжести, $9,81 \text{ м/сек}^2$;

q -вес лопатки, равный 0,08кг [2].

В результате подстановки в формулу приведенных данных максимальное удельное давление лопатки на цилиндрическую поверхность будет равной $5,2 \text{ кГ/см}^2$

При наклонном расположении лопаток (рис.3) центробежная сила Q раскладывается на две составляющие:

$$Q_1 = Q \cos \psi \quad (2)$$

$$Q = Q \sin \psi \quad (3)$$

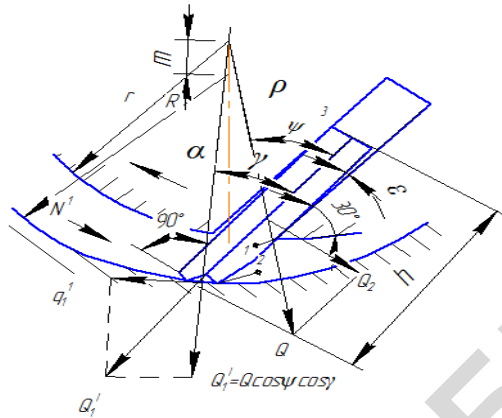


Рисунок 3. Силы действующие на кромки радиально расположенных лопаток насоса.

Сила Q_1 , в свою очередь, разлагается на две составляющие: Q_1^I и q^I . Сила Q_1^I действует на лопатку и создает нормальное давление на поверхность цилиндра. Величина этой силы равна

$$Q_1^I = Q \cos \psi \cos \gamma \quad (4)$$

$$\text{Сила } q^I = Q \sin \psi \cos \gamma \mu \quad (5)$$

Где μ - коэффициент трения, равный 0,08 уменьшает давление при движении лопатки от центра ротора и увеличивает при движении ее к центру.

Откуда суммарная сила, действующая на лопатку, будет равна

$$Q_1^I + q^I = Q (\cos \psi \cos \gamma \pm \sin \psi \cos \gamma \mu) \quad (6)$$

Пользуясь приведенной выше формулой (6), найдем удельное давление наклонно расположенной лопатки, равным

$$Y_n = \frac{Q}{bL} (\cos \psi \cos \gamma \pm \sin \psi \cos \gamma \mu) \quad (7)$$

Принимая угол $\gamma = 23^\circ$, постоянный угол наклона лопатки $\psi = 30^\circ$ и все данные насоса с радиальным расположением лопатки, получим максимальное удельное давление на цилиндрическую поверхность $4,3 \text{ кГ} / \text{см}^2$ [3].

Сила $Q \sin \psi \mu$ давит на большую площадь лопатки и создает небольшое удельное давление, а в случае применения обильной смазки лопатка будет скользить по масляной пленке.

Более легкое скольжение наклонно расположенной лопатки в пазу ротора происходит и при сжатии воздуха от силы N^1 (см. рис. 3), так как она опирается на цилиндр в точке 2, а в пазу ротора в точке 1.

При радиальном расположении сила N^1 прижимает лопатку в пазе ротора только к точкам 1-3, образуя консольный вылет лопатки.

Максимальный вылет лопатки будет равен двум эксцентриситетам- $2m$

Давление P_1 в точке 1 при радиальном расположении лопатки определяется по формуле

$$P_1 = \frac{h(N^1 + 2F)}{2(h - 2m)} \quad (8)$$

Где N^1 -сила сжатия воздуха, равная $0,5Lh$, кГ;

h -ширина лопатки, см;

L -длина лопатки, см;

m -эксцентриситет, см;

F - сила трения лопатки по цилиндрической поверхности, равная $Q\mu$.

Величина силы P_1 в этом случае будет не менее 30 кГ.

Наличие угла ε затрудняет движение лопатки к центру. Этот угол образуется вследствие зазора между лопаткой и пазом ротора, равного 0,3мм, и местного износа лопатки в точках 1-3(рис.3).

При большом угле ε лопатки могут заклиниваться и ломаться, если они не обладают достаточной прочностью.

Чем больше вылет лопатки ,тем больше будет сила P_1 в точке 1; вследствие этого местный износ и угол ε увеличиваются.

Практически установлено ,что для радиального расположения лопаток эксцентриситет m должен быть не меньше $0,12R$. Так ,например, при $R=72,5\text{мм}$ – эксцентриситет $m=8$ мм.

Ширина лопатки должна быть не менее $4m$, а толщина не менее $0,7m$.

Наклонно расположенная лопатка работает как балка на двух опорах 1-2 (см. рис. 3) и ,следовательно, вылет ее и эксцентриситет можно допустить больше, чем при радиальном расположении , и принять $m=0,17R$.

Заключение

1.За счет сокращения торцевых перетечек воздуха внутри насоса производительность его можно увеличить до 30%.

2. Удельное давление радиально расположенной лопатки на цилиндр больше , нежели удельное давление лопаток на цилиндр расположенных под углом к цилиндру, а значит увеличивается и величина износа рабочей поверхности цилиндра .

3.При большом вылете наклонно расположенных лопаток захватываемый объем разреженного воздуха увеличивается ,а следовательно ,возрастает и производительность насоса.

4.При одинаковой номинальной производительности насос с наклонным расположением лопаток будет иметь меньший вес ,так как длины ротора ,корпуса и лопаток уменьшаются.

Список использованной литературы

1.Мжельский Н.И. Вакуумные насосы для доильных установок./ – М.: Машиностроение. 1974г.- 151с

2. Руководство по эксплуатации. Насос пластинчато-роторный вакуумный ДВН-1. ОАО «Технолит» г.Полоцк 2010г.- 31 с

3. Салманис А.Я. Результаты исследования некоторых параметров ротационного-пластинчатого вакуумного насоса для доильных машин.//Науч.тр./ЦНИИМЭСХ.-1976.Вып.15.-214 с.

4 Дашков В.Н. Технология и оборудование для доения коров/В.Н.Дашков, В.О.Китиков, Э.П.Сорокин. -Минск: Учебно-методический центр Минсельхозпрода,2007.-175с.