

чение межремонтного срока службы здания в 1,5 раза вследствие воздействия инфракрасного излучения на строительные конструкции, препятствующего разрушительному действию аммиака. Полученная прибыль за счет увеличения привеса и снижения расходов на обогрев только на одном поросенке за один месяц составит 5–8 евро.

Заключение

1. Автоматизированная инфракрасная система обеспечивает на 10 % повышение привесов порослят-отъемышей и в 1,7 раза снижение затрат электроэнергии на обогрев животных.

2. Внедрение технологических систем с подобным характером потребления электроэнергии в сельском хозяйстве Республики Беларусь будет способствовать снижению неравномерности графика нагрузок и решению проблемы рационального расходования электроэнергии, поскольку на животноводческих комплексах ИК-излучение главным образом применяется в ночное и более холодное время.

21.08.2014

Литература

1. Шейко, И.П. Свиноводство / И.П. Шейко, В.С. Смирнов. – Минск: Новое знание, 2005. – 384 с.
2. Рекомендации по инфракрасному обогреву молодняка сельскохозяйственных животных и птицы. – М.: Колос, 1979. – 25 с.
3. Ресурсосберегающая установка локального обогрева порослят / В.Н. Дашков [и др.]. // Аграрная энергетика в XXI веке: мат-лы Междунар. науч.-техн. конф. – Минск: УП «Технопринт», 2001. – С. 148–151.
4. Электрические ИК-излучатели средней удельной мощности / А.П. Ахрамович [и др.] // Энергоэффективность. – 2006. – № 3. – С. 14–17.
5. Ахрамович, А.П. Методология расчета двухфункциональной инфракрасной системы АСЛОТУ / А.П. Ахрамович, Г.М. Дмитриев, В.П. Колос // Весці НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 2013. – № 1. – С. 71–76.

УДК 637.118

**М.В. Колончук, С.А. Антошук,
В.И. Передня, Э.П. Сорокин**
*(РУП «НПЦ НАН Беларусі по
механізацыі сельскаго гаспадарства»,
г. Минск, Рэспубліка Беларусь)*

**МЕТОДИКА РАСЧЕТА
КОНФИГУРАЦИИ
ЖИДКОСТНОГО КОЛЬЦА
ВОДОКОЛЬЦЕВОГО
ВАКУУМНОГО НАСОСА**

Введение

Эффективность работы ротационного насоса с жидкостным поршнем определяет жидкостное кольцо. Движение жидкости в насосе представляет собой сложное гидродинамическое явление. Физическая сущ-

ность изменения формы жидкостного кольца является малоизученной, особенно при движении с трением. Помимо этого, вследствие завихрений вращающейся жидкости затруднительно точно определить границу между жидкостью и воздухом. Точный теоретический расчет формы жидкостного кольца встречает трудности. Поэтому чаще всего считают, что жидкостное кольцо имеет правильную форму окружности, свойственную всем режимам работы вакуумного насоса.

Вопрос конфигурации жидкостного кольца представляет интерес для конструкторов. Конструктор, зная внутреннюю форму жидкостного кольца, может точно подсчитать объем рабочих камер, а следовательно, правильно выбрать остальные конструктивные размеры вакуумного насоса. Одним из параметров, определяемых конфигурацией жидкостного кольца, например, является радиус наружной кромки нагнетательного окна: для каждого режима работы насоса имеется свой оптимальный размер нагнетательного окна. Однако в настоящее время нельзя установить размеры нагнетательного окна, наиболее благоприятные для всех режимов.

Цель работы – разработка метода расчета параметра жидкостного кольца в зависимости от величины рабочего давления.

Основная часть

Для определения расстояния от центра ротора до зеркала жидкостного кольца в рассматриваемом сечении на стороне нагнетания требуется учет многих показателей [1]:

$$y = r_1 \sqrt{\frac{2\varepsilon\zeta}{\mu} \left(\frac{R-f}{r_1} - \sqrt{1 + \left(\frac{e}{r_1}\right)^2} + 2\frac{e}{r_1} \cos\psi \right) \sqrt{\left(\frac{\varepsilon^2}{3} + \frac{P_1}{3\gamma(\omega r_2)^2}\right) + v^2}},$$

где y – расстояние от центра ротора до зеркала жидкостного кольца в рассматриваемом сечении, m ;

R – радиус корпуса, m ;

r_1 – радиус ротора, m ;

r_2 – радиус втулки ротора, m ;

e – эксцентриситет насоса, m ;

ε – коэффициент, зависящий от числа и формы лопаток рабочего колеса (для литых колес $\varepsilon = 0,65 \dots 0,85$, для сварных колес с лопатками из листовой стали $\varepsilon > 0,85$);

ζ – отношение ширины корпуса к ширине рабочего колеса (для колес без ребра жесткости $\zeta = 1$, для колес с ребром жесткости $\zeta = 1,03 \dots 1,04$);

μ – коэффициент, учитывающий влияние объема лопаток рабочего колеса ($\mu = 0,8$);

ψ – угол поворота, $rad.$;

f – радиальный зазор между лопатками и корпусом в верхней части вакуумного насоса, m ;

p_1 – начальное давление в жидкости, $Па$;

γ – удельный вес жидкости, H/m^3 ;

$v = r_2 / r_1$ – отношение радиусов;

ω – угловая скорость, $рад$.

Для построения конфигурации жидкостного кольца в полости сжатия пользуются также уравнением [2]:

$$y = \frac{zs}{2\pi} + \sqrt{\left(\frac{zs}{2\pi}\right)^2 + r_2^2 + \frac{60}{\pi n}(R - r_1 + e \cos \psi)\alpha_\psi \mathcal{G}_1 - \frac{zsr_2}{2\pi} - 2fr_1},$$

где \mathcal{G}_1 – скорость жидкости в нижнем сечении, m/c ;

α_ψ – коэффициент падения скорости при угле ψ ;

z – число лопаток, *шт.*;

s – толщина лопаток, m .

Эти методы, давая приближенные результаты, являются громоздкими. Можно считать, что существующие методы расчета конфигурации жидкостного кольца являются условными и гарантируют конструирование его лишь на основе экспериментальных данных.

Для определения параметров жидкостного кольца в зависимости от режима работы учтено, что скорость изменения величины радиуса воздушной полости от изменения давления определяет отношение эксцентриситета насоса к величине рабочего давления [1, 2]. Математически это выражается уравнением:

$$\frac{dr}{dp} = \frac{e}{p},$$

где r – радиус внутренней поверхности жидкостного кольца, m ;

p – рабочее давление, $кПа$.

Отсюда

$$e \frac{dp}{p} = dr.$$

Интегрируя с учетом начальных условий (если $p = p_0$, то $r = r_2$)

$$e \int_{p_0}^p \frac{dp}{p} = \int_{r_2}^r dr,$$

получим

$$e(\ln p - \ln p_0) = r - r_2,$$

где p_0 – предельное давление насоса, $кПа$.

Или
$$r = r_2 + e \ln \frac{p}{p_0}.$$

Для насоса ВВН-3 при давлении 50 кПа радиус внутренней поверхности жидкостного кольца составит (рисунок 71), мм:

$$r_{50} = 50 + e \ln \frac{50}{10} \approx 50 + 1,5e \approx 50 + 22,5 = 72,5 \text{ мм.}$$

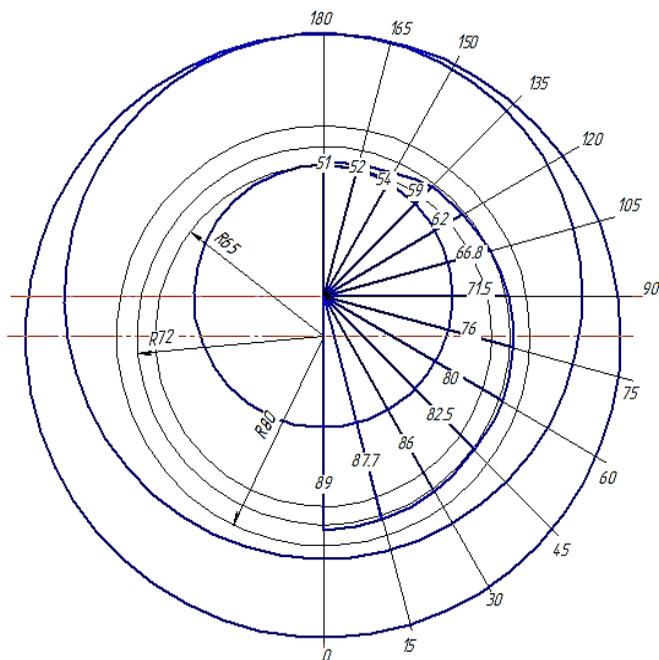


Рисунок 71 – Расчетные конфигурации жидкостного кольца водокольцевого вакуумного насоса ВВН-3

Для насоса ВВН-6 при давлении 50 кПа радиус внутренней поверхности жидкостного кольца составит 99 мм (таблица 18).

Таблица 18 – Радиусы наружной кромки нагнетательного окна

Параметры/марка	ВВН-3	ВВН-6
Радиус втулки ротора, мм	50	62
Эксцентриситет, мм	15	25
Предельное давление, кПа	10	10
Расчетное рабочее давление, кПа	50	50
Расчетный радиус внутренней поверхности жидкостного кольца, мм	72	99
Фактический радиус внутренней поверхности жидкостного кольца, мм	72	96

Конфигурация жидкостного кольца определяет форму наружной кромки нагнетательного окна. Исследования влияния размеров нагнетательного окна на работу вакуумного насоса показали, что как при большом радиусе наружной кромки окна, так и при малом быстродействие насоса уменьшается (рисунок 72).

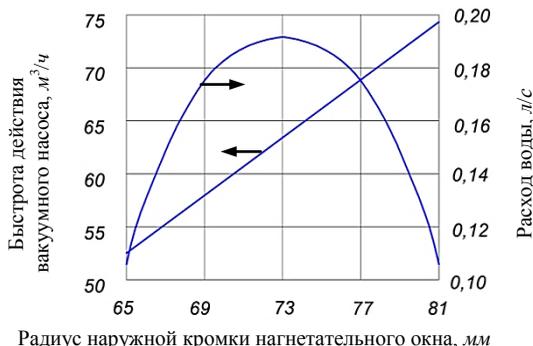


Рисунок 72 – Рабочие характеристики водокольцевого вакуумного насоса

Объясняется это тем, что уменьшение радиуса наружной кромки нагнетательного окна увеличивает перетекание воздуха в верхней части вакуумного насоса из полости нагнетания в полость сжатия. Увеличение же радиуса наружной кромки нагнетательного окна повышает расход оборотной воды, уменьшая живое сечение окна и снижая количество протекающего через него воздуха.

Выводы

Разработаны аналитические зависимости и уравнения для расчета внутренней поверхности жидкостного кольца и, соответственно, наружной кромки нагнетательного окна водокольцевого вакуумного насоса, учитывающие конструктивно-технологические параметры насоса (радиус втулки ротора, предельное давление) и позволяющие определить размеры окна для расчетного режима работы насоса.

10.07.2014

Литература

1. Ротационные компрессоры / под ред. А.Г. Головинцова. – М.: Машиностроение, 1964. – 315 с.
2. Тетерюков, В.И. Ротационные вакуум-насосы и компрессоры с жидкостным поршнем / В.И. Тетерюков. – М.: Машгиз, 1960. – 251 с.: ил.