



Рисунок 3 – Давление в подсосовом пространстве доильного стакана в процессе доения при наличии подсоса воздуха в вакуумной системе

Литература

1. Разработать многофункциональный унифицированный модуль управления доением для доильных установок станочного типа: отчёт о НИР (заключ.) / РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»; рук. темы В.О. Китиков. – Минск, 2012. – 40 с. – № ГР 20093333.

УДК 631.363

МЕТОДИКА РАСЧЕТА МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДЛЯ ВАЛЬЦОВЫХ ПЛЮЩИЛОК–ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ФУРАЖНОГО ЗЕРНА

Дайнеко В.А., к.т.н., доцент; Прищепова Е.М., ассистент

Белорусский государственный аграрный технический университет

Корма в структуре себестоимости производства продукции животноводства составляют более 60%. От качества и подготовки их к скармливанию во многом зависит эффективность работы животноводческих ферм и комплексов. При подготовке к скармливанию фуражного зерна используется либо плющение влажного зерна с последующим его консервированием, либо измельчение сухого зерна. Как правило, эти операции выполняются соответствующим технологическим оборудованием, которое работает в различный период года и имеет невысокую загрузку по времени. Для увеличения загрузки используемого оборудования по времени целесообразно создание универсального оборудования выполняющего эти две технологические операции. В качестве такого оборудования возможно использование вальцовых плющилок-измельчителей.

Известны работы [1,2,3,4,5], в которых проводится анализ влияния конструктивных и технологических параметров на производительность и мощность привода наиболее распространенных кинематических схем вальцовых плющилок-измельчителей фуражного зерна. Целью настоящей работы является разработка методики расчета мощности электропривода для вальцовых плющилок-измельчителей фуражного зерна. Исходя из анализа полученных в работах [3,4,5] зависимостей, очевидно, что мощность, затрачиваемая на измельчение фуражного зерна при одной и той же производительности плющилки-измельчителя будет в значительной степени выше мощности, затрачиваемой на его плющение, ввиду дополнительных затрат мощности на сдвиг зерна в межвальцовом пространстве и мощность проскальзывания вальцов по зерновке при сдвиге. В этой связи, за базовый расчет можно принять расчет мощности привода в режиме измельчения при заданной производительности, а затем уточнить производительность вальцового станка и мощность привода в режиме плющения фуражного зерна или, наоборот, за базовый расчет

принять расчет мощности привода в режиме плющения при заданной производительности, а затем уточнить производительность вальцового станка и мощность привода в режиме измельчения фуражного зерна. При выборе варианта базового расчета необходимо исходить из того для какого режима работы в наибольшей степени будет использоваться вальцовый станок, какие минимальные производительности он должен обеспечивать, соответственно, для режимов плющения и измельчения. В качестве примера рассмотрим расчет плющилки-измельчителя с вальцами одинакового диаметра D , оси вращения которых расположены параллельно друг другу в горизонтальной плоскости, а определяющим варианта базового расчета будет обеспечение минимальной производительности в режиме измельчения.

Тогда, для известных конструктивных и заданных технологических параметров вальцового станка по соответствующей формуле, полученной в работе [3] определим его объемную производительность

$$Q = \frac{L b_c D (1 + \frac{n}{n'})}{\frac{2D}{v} + \frac{2(v-v_0)}{\alpha_1 (g + \frac{F}{m}) (f \sin \alpha_1 + \cos \alpha_1)} + \frac{2(v'-v_0)}{\alpha_1' (g + \frac{F}{m}) (f' \sin \alpha_1' + \cos \alpha_1')}} ,$$

где m – масса зерновки, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²; F – дополнительная внешняя сила, действующая на зерновку, Н; f, f' – коэффициент трения зерновки о соответствующие вальцы; v, v' – линейные скорости движения образующих вальцов, соответственно, с большей и меньшей частотой вращения, м/с; n, n' – частоты вращения, соответственно быстро и медленно вращающихся вальцов, с⁻¹; v_0 – скорость движения зерновки в момент соприкосновения с вальцом, м/с; b_c – межвальцовый зазор, м; α_1, α_1' – углы деформации, соответственно на быстро и медленно вращающемся вальце (в расчетах при одинаковом диаметре вальцов принимаются $\alpha_1 = \alpha_1'$), рад; L – длина вальцов, м;

$$\cos \alpha_1 = \frac{D + b_c}{D + d_n}; \quad \sin \alpha_1 = \sqrt{1 - \left(\frac{D + b_c}{D + d_n} \right)^2} \text{ – синусы и косинусы углов деформации,}$$

где d_n – средняя толщина (диаметр) зерновки, м.

При этом скорости образующих вальцов принимаем в пределах 9...12 м/с, коэффициент трения 0,3...0,6, соотношение частот вращения вальцов принимают исходя из того, что соотношение линейных скоростей образующих вальцов должно быть равным 1,3...1,4.

Далее по соответствующим формулам, полученным в работе [5] определяем равнодействующую силу давления вальцов на зерновой поток F_R и ее горизонтальную составляющую F_{X_0} ;

$$F_R = \frac{EL}{4d_n \cos \alpha_1} \sqrt{(d_n \cos \alpha_1 - b_c)^4 + D^4 (\alpha_1 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1)^2}$$

$$F_{X_0} = \frac{LED^2}{4d_n \cos \alpha_1} (\alpha_1 - \sin \alpha_1 \cos \alpha_1)$$

где E – модуль упругости, Н/м².

Затем рассчитываем составляющие затрачиваемой мощности на процесс измельчения для вальца с наибольшей частотой вращения, так как она будет наибольшей по отношению к другому вальцу.

Мощность, затрачиваемая на трение скольжение зерновки по поверхности вальца с наибольшей частотой вращения

$$P_{\delta} \delta \cdot \dot{n} = \frac{\pi D}{120} \cdot \frac{(mg + F)}{\cos \alpha_1} f n$$

Мощность, затрачиваемую на деформацию зерновки

$$P_{\dot{a}} = fF_R \frac{Q}{Lb_c}$$

Мощность затрачиваемую на сдвиг зерновки в межвальцовом пространстве и проскальзывание вальцов по зерновке при сдвиге

$$P_{\dot{a}\dot{a}} + P_{\dot{a}\dot{a}\dot{n}\dot{e}} = \frac{\pi DF_R}{60} (fn - f'n')$$

Мощность, затрачиваемую на преодоление сил трения в опорных подшипниках вальцов

$$P_{\dot{o}\dot{\delta}\dot{i}} = \frac{\pi}{30} \sqrt{F_x^2 + G_A^2} f_{i\dot{\delta}} d_o n,$$

где G_A – вес вальца с частотой вращения n , Н;

f_{np} – приведенный коэффициент трения подшипников соответствующего вальца;

$d_{ц.}$ – диаметр цапф вальца, м.

После определения составляющих затрачиваемой мощности определяем суммарную затрачиваемую мощность

$$\sum P_{\dot{a}\dot{a}} = P_{\dot{o}\dot{\delta}\dot{i}} + P_{\dot{a}} + P_{\dot{o}\dot{\delta}\dot{i}} + P_{\dot{c}\dot{a}\dot{a}} + P_{\dot{a}\dot{a}\dot{n}\dot{e}}$$

При выборе мощности двигателя в полученную суммарную мощность $\sum P_{\dot{a}\dot{a}}$ делят на КПД привода η и умножают на коэффициент запаса ($\kappa_3=1,1\dots1,3$) и затем по каталогу выбирают ближайший больший по мощности двигатель.

$$P_{\dot{a}\dot{a}} \geq \frac{\sum P_{\dot{a}\dot{a}} \cdot \kappa_3}{\eta}$$

Исходя из конструктивных соображений и условий рекуперации электрической энергии для привода второго вальца выбирается такой же по мощности двигатель.

Далее после расчета плющилки-измельчителя в режиме измельчения необходимо по формулам, полученным в работе [3] рассчитать ее производительность в режиме плющения изменяя при этом частоту вращения вальцов

$$Q = \frac{Lb_c D}{\frac{D}{v} + \frac{Lb_c D}{v - v_0} \alpha_1 \left(g + \frac{F}{m} \right) (f \sin \alpha_1 + \cos \alpha_1)}$$

После расчета производительности в режиме плющения по выше приведенным формулам проведем уточнение значений затрачиваемых мощностей $P_{тр.с.}$, $P_{\dot{o}}$, $P_{тр.п}$ и $\sum P_{\dot{o}\dot{e}}$.

Аналогичные расчеты по определению мощности привода плющилки-измельчителя можно произвести и для других наиболее распространенных схем по соответствующим формулам, полученным в работах [3,4,5].

Литература

1. Воробьев, Н.А. Теоретические исследования производительности вальцовой плющилки / Н.А. Воробьев. // Агропанорама. – 2008. – №2. – С. 45-48.
2. Шило, И.Н. К обоснованию мощности привода вальцов плющилки/ И.Н. Шило, Н.А. Воробьев, Е.М. Прищепова // Агропанорама. – 2008. – №3. – С.25-28.
3. Дайнеко, В.А. Теоретическое обоснование производительности вальцовой плющилки-измельчителя/ В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова // Агропанорама. – 2012. – №2. – С.14-28.
4. Дайнеко, В.А. Теоретическое обоснование мощности электропривода вальцовой плющилки/ В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова, Н.А. Воробьев // Агропанорама. – 2012. – №4. – С.18-29.
5. Дайнеко, В.А. Теоретическое обоснование мощности электропривода вальцовой плющилки-измельчителя/ В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова, Н.А. Воробьев // Агропанорама. – 2013. – №1. – С.16-26.