

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК**

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ
ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕХАНИЗАЦИИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

Научные труды ВИМ

Том 148

**МЕХАНИЗАЦИЯ УБОРКИ,
ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ
И ХРАНЕНИЯ**

МАТЕРИАЛЫ

**2-й Международной научно-практической конференции
«Земледельческая механика в растениеводстве»
(17-18 декабря, 2003)**

МОСКВА – 2003

УДК 631.171; 631.55; 631.53.027

Научные труды ВИМ, том 148. Механизация уборки, послеуборочной обработки и хранения. Материалы 2-й Международной научно-практической конференции «Земледельческая механика в растениеводстве» (17-18 декабря 2003 г.) – М.: ВИМ. 2003.

В Научных трудах ВИМа т.146-150 публикуются материалы 2-й Международной научно-практической конференции «Земледельческая механика в растениеводстве» (17-18 декабря 2003 г.). Материалы представлены в авторской редакции.

Том 146 – Развитие земледельческой механики растениеводства

Том 147 – Механизация почвообработки, внесения удобрений и посева

Том 148 – Механизация уборки, послеуборочной обработки и хранения

Том 149 – Автоматизация производства продукции растениеводства

Том 150 – Мобильная и стационарная энергетика, сельскохозяйственный транспорт, использование топлива в растениеводстве

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Анискин В.И., акад. Россельхозакадемии – главный редактор;

Елизаров В.П., д.т.н. – зам. главного редактора;

Губанов Г.Н. – ответственный секретарь; Бурченко П.Н., д.т.н.;

Жалнин Э.В., д.т.н.; Зюлин А.Н., д.т.н.; Мамедова Л.В., к.т.н.,

Марченко Н.М., д.т.н.; Русанов В.А., д.т.н.; Спириин А.П., д.с.-х.н.

СОДЕРЖАНИЕ

МЕХАНИЗАЦИЯ УБОРКИ

<i>Пьяных В.П., Родимцев С.А.</i> Исследования молотильно-сепарирующего устройства в наклонной камере комбайна.....	6
<i>Прокопенко В.А.</i> Дуализм удельных экономических показателей эффективности работы зерноуборочного комбайна	12
<i>Стружкин Н.И.</i> К проблеме проектирования технологии уборки и послеуборочной обработки зерна.....	16
<i>Беспамятноев А.Д.</i> Рациональный способ измельчения кукурузы восковой спелости на силос	26
<i>Перекопский А.Н., Гудков Д.А., Баранов Л.Н.</i> Технологические схемы уборки фуражного зерна с последующим плющением и консервированием	33
<i>Хаджиев А.Х., Эшкареев У.Ч.</i> Высокоэффективный способ уборки соломы пшеницы в условиях поливного земледелия	37
<i>Ермачков В.Г., Ерёмченко В.И., Незримовский М.Г.</i> Типоразмерные ряды многофункциональных модульных ротационных косилок.....	41
<i>Жалнин Э.В., Апажеев Р.М.</i> Особенности вегетации дикорастущей конопли и её механизированной уборки	47
<i>Апажеев Р.М.</i> Особенности конструкций современных рулонных пресс-подборщиков.....	57
<i>Соболев Г.В.</i> Аналитический метод определения в общем виде коэффициентов внутреннего трения и сцепления при уплотнении растительных материалов	69
<i>Петухов Б.С., Рудецкий С.В., Шатров А.Е., Чугунов Д.В.</i> Алгоритм формирования рациональных технологических процессов технологий уборки влажного льносырья.....	76
<i>Ковалев М.М.</i> К обоснованию формы боковых стеблеподводов делителя льноуборочной машины.....	83
<i>Черников В.Г., Ростовцев Р.А.</i> Выбор оптимальных параметров динамически активного очесывающего аппарата моноцелевого типа.....	95

<i>Спеваков Р.И., Усаров С., Холиёров Ё.Б.</i> Совершенствование технологии ускоренной уборки хлопка-сырца	101
<i>Протасов А.А.</i> Расчет теревильного устройства для уборки широкополосных посевов лука.....	106

МЕХАНИЗАЦИЯ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ И ХРАНЕНИЯ

<i>Шаршунов В.А., Кругленя В.Е., Кудрявцев А.Н., Алексеев А.С., Коцуба В.И., Кудрявцев С.Н.</i> Модернизация оборудования для переработки льновороха на стационарном пункте	111
<i>Сотников В.И., Соболев Г.В.</i> Энергосберегающая технология заготовки высокопротеинового сена.....	117
<i>Валге А.М., Добринов А.В.</i> Снижение энергозатрат при досушивании измельченного сена активным вентилярованием.....	121
<i>Анискин В.И., Негримовский М.Г.</i> Новая энергосберегающая технология производства гранулированного белково-витаминного корма в полевых условиях	127
<i>Кузьмицкий А.В., Дремук В.А.</i> Обоснование параметров смесителя-разравнивателя для внесения консервантов в траншейном силосохранилище.....	141
<i>Тарасенко А.П., Шередекин В.В., Тарасенко Р.А.</i> Совершенствование предварительной обработки семенного зерна.....	148
<i>Андреев В.Л.</i> Совершенствование линии очистки семян путем использования эффективных пневмосистем зерноочистительных машин.....	154
<i>Бурков А.И., Андреев В.Л., Роцин О.П.</i> Ресурсосберегающие машины для послеуборочной обработки семян	162
<i>Халанский В.М., Березовский Е.В., Фролов А.В.</i> Моделирование движения частиц зернового вороха в пневмоцентробежном сепараторе и оптимизация его базовых параметров.....	171

<i>Шмигель В.В., Стерхова Т.Н.</i> Определение технологических параметров ленточного электростатического триера.....	179
<i>Окунь Г.С., Чижиков А.Г.</i> К методике оценки показателей зерносушильной техники при ее испытаниях	184
<i>Горский И.В.</i> Применение озона для обеззараживания семян пшеницы.....	192
<i>Нуруллин Э.Г.</i> Основы динамики пневмомеханического шелушения зерна крупяных культур.....	196
<i>Заводнов А.В.</i> Исследование колебаний клубней картофеля и яблок в контейнерах при транспортировке	204
<i>Ущановский И.В.</i> Поливариантность формирования качества льноволокна	211
<i>Манасян С.К.</i> Моделирование и идентификация процесса сушки зерна.....	216
<i>Богус Ш.Н.</i> Некоторые физико-механические свойства сортов риса.....	226

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СМЕСИТЕЛЯ-РАЗРАВНИВАТЕЛЯ ДЛЯ ВНЕСЕНИЯ КОНСЕРВАНТОВ В ТРАНШЕЙНОМ СИЛОСОХРАНИЛИЩЕ

*А.В. Кузьмицкий, зав. кафедрой, д.т.н.,
В.А. Дремук, доц., к.т.н. (Белорусская ГСХА)*

В соответствии с проведенными в Белорусской государственной сельскохозяйственной академии исследованиями [1], а также работами других авторов [2,3] наиболее перспективным следует считать внутриобъемный способ внесения, исключающий потери консерванта и позволяющий применять консервант с сильными фунгицидными свойствами. Однако, как показывает производственный опыт, эффективность применения консервирующих добавок практически полностью определяется качеством их внесения, т.е. равномерностью распределения в растительном материале и соблюдением дозировки, что в свою очередь предъявляет жесткие требования к технологии и конструкции применяемого оборудования.

Для реализации внутриобъемного способа предложена конструкция смесителя-разравнивателя роторного типа с системой подачи консервантов к трамбующему агрегату осуществ-

ляющего процесс внесения их непосредственно в силосохранительные траншейного типа одновременно с перемешиванием корма, его разравниванием и трамбовкой [4].

Важнейшей составной частью смесителя - разравнивателя является его ротор - лопастной метательный аппарат, с помощью которого частицы корма отбрасываются от смесителя в заданном направлении.

Характер движение частицы корма по лопасти схематически может быть представлен следующим образом: поступившая на вращающуюся лопасть ротора частица вначале приобретает окружную скорость той точки лопасти, с которой она пришла в соприкосновение. Затем под влиянием действующих на неё сил, вращаясь вместе с лопастью, она начинает свое движение вдоль лопасти к ее наружному краю со все возрастающей скоростью и, достигнув края лопасти, покидает ротор, когда лопасть проходит выбросное окно. Полученный частицей заряд кинетической энергии определяется ее массой и конечной абсолютной скоростью, равной геометрической сумме практически постоянной переносной скорости вместе с лопастью и конечной относительной скорости движения вдоль лопасти, значение которой зависит, в частности, от начального положения частицы при её соприкосновении с лопастью.

Анализ конструктивных схем роторов показывает, что наиболее рациональным с точки зрения производительности и потребления ротором удельной мощности является радиальное расположение лопастей.

В целях упрощения математического описания рабочего процесса в роторе исключаем из рассмотрения силы взаимодействия между отдельными частицами. Амплитуда колебаний угловой скорости вращения ротора ω при установившемся режиме незначительна, поэтому принимаем $\omega = \text{const}$.

Теория движения частиц по шероховатым поверхностям известна из работ академика ВАСХНИЛ П.М.Василенко [5] и использована Кузьменко В.Ф. [6], поэтому задачей исследований является установление зависимости структурных свойств кормового потока от конструктивных и кинематических параметров ротора.

Начальное положение лопасти (рис.1) в момент ее подхода к выбросному окну определяется углом α с горизонтальной

осью ротора, а начальное положение рассматриваемой частицы M_0 на лопасти – радиусом R_0 .

Так как ротор вращается с постоянной угловой скоростью, то за отрезок времени t лопасть повернется вокруг оси ротора на угол $\psi = \omega t$, а частица перейдет в точку M , определяемую радиусом x , и, двигаясь по лопасти со скоростью v_r , пройдет за это время путь

$$s = \int_0^t v_r dt$$

Лопасть к этому времени займет положение, определяемое углом наклона ее к горизонту $\alpha + \psi$.

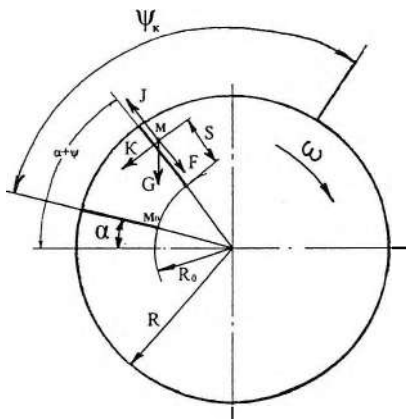


Рис. 1. Схема сил, приложенных к материальной частице, движущейся по вращающейся лопасти ротора

На рассматриваемую частицу с массой m , расположенную в точке M , действуют: сила тяжести G , сила трения FG , вызываемая силой тяжести, центробежная сила инерции $J = m\omega^2 x$, сила Кориолиса $K = 2m\omega v_t$ и сила трения F_k от кориолисовой силы. Для упрощения решения задачи, а также учитывая малую силу тяжести частицы по сравнению с силами инерции, принимаем G и FG , равными нулю.

Дифференциальное уравнение движения частицы корма по лопасти будет иметь вид [5]

$$m \frac{d^2 x}{dt^2} = J - F_{\kappa} \quad (1)$$

Оптимальный угол разгрузки ротора определяется угловым перемещением лопасти, необходимым для того, чтобы кормовая масса, находящаяся на лопасти, успела покинуть ее. Если угол разгрузки определен без учета основных факторов, влияющих на его величину, то нельзя будет использовать полностью производительность ротора, так как с каждым оборотом лопасти количество кормовой массы, остающейся на роторе и не выброшенной через разгружающее окно, будет увеличиваться.

Это условие определяется из решения уравнения (1) из которого может быть найдено значение угла ψ_{κ} [5]

$$R / R_0 (k_1 - k_2) = (-k_2 e^{k_1 \psi_{\kappa}} + k_1 e^{k_2 \psi_{\kappa}}) \quad (2)$$

Задавая величину R_0 , определяющую рабочую длину лопасти и коэффициент внешнего трения $f_1 = \text{tg } \phi_1$, можно определить угол разгрузки ψ_{κ} .

Зависимость угла разгрузки ψ_{κ} от R / R_0 для разных значений f_1 представлена графиком (рис. 2).

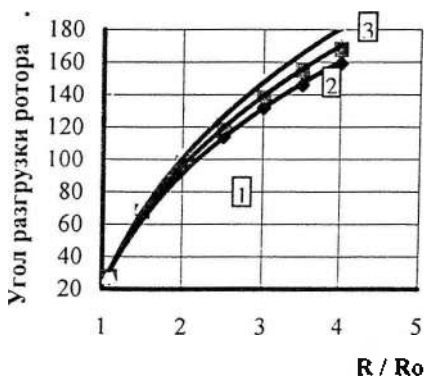


Рис. 2. График для определения угла разгрузки ротора при различных коэффициентах трения: 1 - $f = 0,5$; 2 - $f = 0,6$; 3 - $f = 0,7$

Для определения угла разгрузки можно использовать зависимость

$$\omega_j = \cos \varphi / (1 - \sin \varphi) \ln 2R / (r(1 + \sin \varphi))$$

где φ – угол трения частицы по поверхности диска и лопатки;

R – радиус диска; r – радиус питания.

Из анализа этого графика видно, что нецелесообразно выбирать рабочую длину лопасти слишком большой, так как с увеличением ее длины (уменьшением R_0) резко возрастает угол разгрузки, а пропускная способность ротора при этом увеличивается практически незначительно. Конструктивные размеры ротора на величину угла разгрузки влияния практически не оказывают.

Для более равномерного распределения силосуемой массы по поверхности направление вектора абсолютной скорости частиц корма в конце разгрузки должно быть параллельно горизонту (рис.3). Направление этой абсолютной скорости определяется углом δ , который находится из выражения

$$\cos \delta = v_r / v$$

Для лопасти оптимальной длины относительная скорость в конце разгрузки, согласно расчету, приблизительно равна окружной $v_r \approx v_c$, следовательно угол $\delta = 45^\circ$. Зная угол δ и угол разгрузки ψ_k можно определить угол начала разгрузки $\alpha = 180 - \delta - \psi_k$.

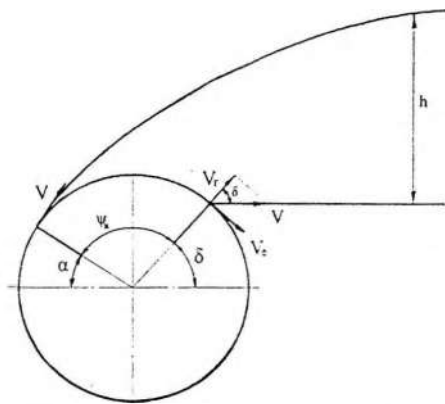


Рис.3. Расчетная схема для определения параметров выгрузной камеры

Для обеспечения нормальных условий работы загрузка ротора кормом за каждый его оборот не должна выходить за пределы, определяемые допустимым коэффициентом заполнения $k_{зан}$, под которым понимается отношение фактической объёмной производительности машины Π_ϕ ($\text{м}^3/\text{ч}$) к пропускной способности ротора (роторов) Π_p :

$$k_{зан} = \Pi_\phi / \Pi_p = \Pi_\phi / 900 D_p \cdot B_p \cdot v_e \cdot m_p \quad (5)$$

где D_p — диаметр ротора, м

B_p — ширина ротора, м

v_e — окружная скорость ротора, м/с

m_p — количество роторов.

Глубина ротора выбирается в зависимости от его диаметра $B_p = k_B \cdot D_p$.

где k_B — отношение глубины ротора к его диаметру,

$$k_B = 0,325 \dots 0,375.$$

Окружная скорость ротора. С увеличением скорости ротора дальность отбрасывания частиц корма возрастает. Но эта дальность не растёт беспредельно, и для конкретных условий, определяемых многими факторами и в том числе конструктивными особенностями рабочего органа, наибольшее ее значение довольно четко ограничивается некоторой критической скоростью ротора. Дальнейшее увеличение скорости ротора сверх критической не дает практически заметного роста дальности отбрасывания силосуемой массы.

Для приближенных расчетов при окружной скорости ротора 15...27 м/с наибольшая дальность отбрасывания $L_{max} = v_{ncp} = v_e$, м.

Диаметр ротора. Задавшись отношением глубины ротора к его диаметру по формуле (5) определяем диаметр ротора

$$D_p = 1/30 \sqrt{\Pi_\phi / (v_e \cdot k_{зан} \cdot k_B \cdot m_p)} \quad (6)$$

Минимальная рабочая скорость смесителя - разравнивателя определяется из выражения

$$V_{min} = \Pi_\phi / (1000 \cdot B \cdot h_{cp}), \quad (\text{км} / \text{ч}) \quad (7)$$

где Π_ϕ — фактическая производительность смесителя, $\text{м}^3 / \text{ч}$;

B — ширина захвата смесителя, м;

h_{cp} — средняя высота обрабатываемой растительной массы, м.

Зависимость структурных свойств кормового потока от конструктивных и кинематических параметров ротора.

Зная параметры выгрузной камеры и секундную производительность ротора можно определить порозность потока

$$\varepsilon = 1 - (V_0 / V), \quad (8)$$

где V_0 – объём занимаемый частицами корма равный фактической производительности смесителя разравнивателя за одну секунду;

V – объём выгрузной камеры.

После подстановки значений V_0 и V получаем

$$\varepsilon = 1 - ((900 \cdot D_p \cdot B_p \cdot v_e \cdot k_{зан} / 3600) / (V_p \cdot h \cdot v)) \quad (9)$$

Абсолютная скорость в конце разгрузки согласно расчетам $v = 1,42 v_e$. После сокращений и подстановки значений получаем

$$\varepsilon = 1 - (0,17 D_p \cdot k_{зан} / h) \quad (10)$$

Анализируя данную формулу можно сделать вывод, что порозность кормового потока зависит только от коэффициента заполнения ротора при неизменных остальных параметрах. Изменять коэффициент заполнения можно частотой вращения ротора при неизменной поступательной скорости трактора-трамбовщика. Зависимость порозности от частоты вращения представлена графиком (рис.4).

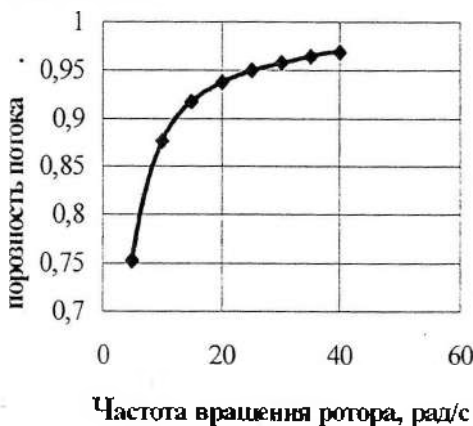


Рис. 4. Зависимость порозности потока от частоты вращения ротора

Литература

1. Шаршунов В.А, Кузьмицкий А.В., Дремук В.А., Лазарев Л.П. Внутриобъемное внесение жидких консервантов смесителем-разравнивателем в траншейных силосохранилищах // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 2000, № 1. – С. 86...88.

2. Поединок В.Е., Николаенко Л.И. Внесение химических консервантов в силосуемую массу // Техника в сельском хозяйстве. – 1986, № 8. – С. 16.

3. Грачев А.В. Способы и технические средства повышения эффективности обработки силосуемой зелёной массы химическими консервантами: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1987 г.

4. Шаршунов В.А, Кузьмицкий А.В. Дремук В.А., Лазарев Л.П. Внутриобъемное внесение жидких консервантов при закладке сенажа и силоса // Достижения науки и техники АПК. – 1999, № 7. – С. 27...29.

5. Василенко П.М. Теория движения частицы по шероховатым поверхностям сельскохозяйственных машин. – Киев, 1960, 283 с.

6. Кузьменко В.Ф. Обоснование технологического процесса и параметров рабочих органов для формирования массы при секционном заполнении траншейных хранилищ: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. - Глеваха, 1990.