

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ РАБОЧЕГО ОРГАНА ВАЛЬЦОВОГО ТИПА

А. Е. УЛАХОВИЧ¹, канд. техн. наук, доцент

Н. В. УЛАХОВИЧ¹, магистрант

В. Н. КЕЦКО², ст. преподаватель

¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,

Горки, Республика Беларусь;

²УО «Белорусский аграрный технический университет»,

Минск, Республика Беларусь.

Введение. Основой успешного развития животноводства является создание прочной кормовой базы. Здесь приоритет должен принадлежать культурам с высоким содержанием белка, т. е. бобовым травам.

Тенденция последних лет на использование зерноуборочной техники при уборке семенных посевов бобовых трав путем ее незначительного усовершенствования за счет применения различных дополнительных приспособлений не может обеспечить стабильность производства их семян и исключить зависимость количества и качества производимой продукции от влияния неблагоприятных климатических условий. Исключить зависимость производства семян бобовых трав от неблагоприятных погодных условий можно с помощью внедрения технологий уборки, базирующихся на скашивании с измельчением всей вегетативной массы и очесе растений на корню.

Одной из нерешенных в настоящее время проблем применения данных технологий уборки бобовых трав является переработка получаемого семенного вороха и, в частности, обмолот. На этой технологической операции теряется основная масса урожая, как в результате невысокой степени вытирания, так и в результате значительного дробления и микроповреждения семенного материала существующими молотильными аппаратами.

Анализ существующих конструкций молотильно-сепарирующих устройств показывает, что наибольшее применение нашли аппараты, осуществляющие комбинированное воздействие на обмолачиваемый материал. Наиболее эффективное и качественное выделение семян бобовых трав достигается путем сжатия и перетирания массы.

В УО БГСХА на протяжении многих лет проводятся исследования по разработке устройств для обмолота и доработке семенного вороха мелкосемянных культур на стационарных пунктах. В частности, раз-

работаны вальцовые молотильные устройства для обмолота вороха клевера и льна.

Целью настоящей работы является обоснование параметров и режима работы молотильно-сепарирующего устройства вальцового типа.

Основная часть. В основу методики расчета положены результаты теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в УО БГСХА в соответствии с разработанной программой.

В ходе исследований установлено:

1. Основными факторами, определяющими характер протекания изучаемого процесса, являются частота вращения вальцов, показатель кинематического режима и величина межцентрового расстояния. Значения этих факторов также, как и величину подачи вороха на обмолот, целесообразно регулировать в зависимости от условий уборки, т. е. состояния семенного вороха, получаемого способом очеса соцветий на корню. Для обеспечения минимальных потерь все факторы должны устанавливаться на определенном уровне.

2. Диаметр пневматических вальцов и величина избыточного давления в них должны выбираться предварительно из условия обеспечения полного и качественного обмолота, так как они не оказывают существенного влияния на параметры оптимизации.

Методикой расчета предусматривается определение величин следующих параметров: а) частоты вращения вальцов; б) показателя кинематического режима; в) межцентрового расстояния; г) подачи вороха на обмолот. В качестве исходных данных для проектирования используются результаты исследования физико-механических характеристик и агробиологических особенностей семенного вороха клевера, получаемого способом очеса соцветий на корню.

В результате поисковых экспериментов установлено, что наилучшие условия, с точки зрения получения минимальных потерь, обеспечиваются при давлении воздуха в вальцах $P = 0,20\text{--}0,22 \cdot 10^4$ Па, соотношении давлений $\lambda_p = 0,75\text{--}0,78$ и диаметре вальцов $D = 0,19\text{--}0,20$ м.

Частота вращения вальцов определяется из условия устойчивого протекания технологического процесса, когда отсутствует сгруживание пыжины на входе в рабочую зону вальцов

$$n = \frac{30qv}{\pi R \gamma \epsilon \eta \delta_x l_p}, \quad (1)$$

где n – частота вращения вальцов, мин^{-1} ;

q – масса вороха, поступающего на обмолот, кг/с ;

ν – показатель отношения массы семян к массе вороха в исходном материале;

R – радиус вальцов, м;

γ – плотность вороха, кг/м³;

ε – коэффициент использования длины рабочих органов;

η – коэффициент буксования вальцов по массе;

δ_x – величина молотильного зазора, м;

l_p – рабочая длина вальцов, м.

Соотношение окружных скоростей вальцов можно определить исходя из эффективности процесса обмолота, определяемой агротехническими требованиями:

$$E = \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2}, \quad (2)$$

где E – эффективность обмолота, определяемая агротребованиями;

V_2 – скорость вальца, вращающегося с большей частотой, м/с;

V_1 – скорость вальца, вращающегося с меньшей частотой, м/с.

Величину межцентрового расстояния находим исходя из средней величины работы, затрачиваемой на выделение семени клевера из облочки в результате воздействия сил трения [2], а также величины молотильного зазора δ_x , определяемой давлением на материал со стороны рабочих органов P :

$$\delta_x = \frac{H_{cl} \ln \frac{P}{2,55 \cdot 10^{-6}}}{0,15\gamma}, \quad (3)$$

где H_{cl} – толщина слоя пыжины, поступающей на обмолот, м;

P – величина избыточного давления воздуха в вальцах, Па;

$2,55 \cdot 10^{-6}$ и $0,15$ – коэффициенты, определенные экспериментальным путем.

Тогда:

$$a = 2R \sqrt{1 - \left(\frac{34\delta_x}{8\pi^3 f p R} \right)^2}, \quad (4)$$

где a – величина межцентрового расстояния, м;

$A = 0,1-0,8 \cdot 10^{-2}$ Дж [82] – значение работы, затрачиваемой на выделение семян клевера из пыжины за счет сил трения, Дж;

r – радиус семян клевера, м;

f – коэффициент трения пыжины по материалу рабочих органов.

Подача вороха на обмолот определяется исходя из условия обеспечения пропускной способности вальцового устройства и качества выполнения технологического процесса:

$$q \leq \frac{1}{v} \mu q_{\text{в}}, \quad (5)$$

или с учетом пропускной способности вальцов

$$q \leq \frac{1}{v} \mu l_p l_d \sqrt{\frac{f P \gamma \delta_0 \eta}{\pi d}}, \quad (6)$$

где $q_{\text{в}}$ – подача пыжины в вальцовый аппарат, кг/с;

$\mu = 0,30 \dots 0,35$ – коэффициент, определяющий качество обмолота.

Пример. Исходя из результатов исследований физико-механических свойств вороха, принимаем:

– отношение массы семян к массе соломы – 1 : 7;

– коэффициент трения пыжины по материалу рабочих органов – 0,35;

– плотность вороха – 110 кг/м³.

Тогда частота вращения вальцов определится из уравнения (1):

$$n = \frac{30 \cdot 2,4 \cdot 0,125}{3,14 \cdot 0,1 \cdot 110 \cdot 1,0 \cdot 0,0015 \cdot 0,9 \cdot 0,9} = 214,4 \text{ мин}^{-1}.$$

Принимаем $n = 215 \text{ мин}^{-1}$.

Соотношение частоты вращения вальцов находим, исходя из зависимости (2):

$$\lambda = \frac{n_1}{n_2} = \frac{n_1}{\sqrt{\frac{n_1^2}{1-E}}} = \frac{215}{\sqrt{\frac{215^2}{1-0,98}}} = 0,141.$$

Принимаем $\lambda = 0,14$.

Определим величину межцентрового расстояния по формуле (4)

$$a = 2R \sqrt{1 - \left(\frac{3 \cdot 0,7 \cdot 10^{-2} \cdot 0,15 \cdot 10^{-2}}{8 \cdot 3,14 \cdot (0,1 \cdot 10^{-2})^3 \cdot 0,35 \cdot 0,45 \cdot 10^4} \right)^2} = 1,2R.$$

Подачу вороха на обмолот находим по зависимости (6):

$$q = \frac{1}{0,125} \cdot 0,32 \cdot 0,16 \cdot 1,0 \sqrt{\frac{0,35 - 0,45 \cdot 10^4 - 110 \cdot 0,0015 \cdot 0,9 \cdot 0,9}{0,628}} = 2,368 \text{ кг/с.}$$

С целью упрощения подбора значений n , λ , a и q для практических расчетов предлагается использование номограммы (рис. 1), которая разработана с учетом результатов теоретических и экспериментальных исследований.

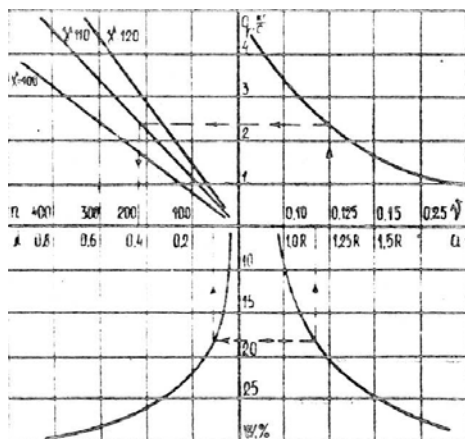


Рис. 1. Номограмма для выбора технологических параметров вальцового молотильного устройства

В первом квадранте изображен график изменения подачи вороха на обмолот в зависимости от его состава. Во втором квадранте номограммы приведены зависимости частоты вращения вальцов от величины подачи для различной плотности вороха. В третьем и четвертом квадрантах даны зависимости соотношения частоты вращения вальцов и межцентрового расстояния от влажности вороха, поступающего на обмолот.

Пример. Исходные данные: отношение массы семян к массе соломы $v = 1 : 7$, влажность вороха $W = 20 \%$, плотность – 110 кг/м^3 .

Из первого квадранта, восстановив перпендикуляр в точке, соответствующей $v = 1 : 7$, до пересечения с графиком и проведя горизонталь до оси q , определим оптимальную величину подачи вороха на

обмолот $q = 2,4$ кг/с. Продолжив горизонталь до пересечения с графиком второго квадранта, соответствующим $\gamma = 110$ кг/м³, и опустив перпендикуляр на ось n , получим частоту вращения вальцов $n = 215$ мин⁻¹. В третьем и четвертом квадрантах, проведя горизонталь в точке, соответствующей $W = 20$ %, до пересечения с графиками и восстановив перпендикуляры на оси λ и a , получим соотношение частоты вращения вальцов $\lambda = 0,15$ и межцентровое расстояние $a = 1,16R$.

Мощность, необходимую для обмолота вальцовым устройством, определяли после обработки осциллограммы записи крутящего момента на ведущем валу по уравнению:

$$N = M_{\text{кр}} \omega, \quad (7)$$

где $M_{\text{кр}}$ – крутящий момент на ведущем валу молотильного устройства, Н·м;

ω – частота вращения ведущего вала, рад/с.

Таким образом, величина мощности равна:

$$N = 56,2 \cdot 22 = 1236,2 \text{ Вт.}$$

Заключение. На основании результатов теоретических и экспериментальных исследований разработана методика расчета параметров молотильного устройства вальцового типа с эластичными рабочими поверхностями и номограмма для выбора его технологических параметров в зависимости от влажности и структуры вороха.

ЛИТЕРАТУРА

1. Чеботарев, В. П. Проблемы и перспективы производства семян трав в Республике Беларусь / В. П. Чеботарев, И. В. Барановский, Е. Л. Жилич // Технологии и технические средства производства продукции растениеводства и животноводства [Электронный ISSN 0131-5226].

2. Мухин, П. Г. Исследование процесса вытирания семян многолетних трав: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.01 / П. Г. Мухин; Московский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – Москва, 1952. – 17 с.

Аннотация. Приведены аналитические зависимости расчета параметров рабочего органа вальцового типа и номограмма для их определения.

Ключевые слова: обмолот, травмирование, влажность, ворох, кинематические параметры.