

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ОБМОЛОТА КЛЕВЕРА МОЛОТИЛЬНЫМ АППАРАТОМ ВАЛЬЦОВОГО ТИПА

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

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Основой успешного развития животноводства является создание прочной кормовой базы. Приоритет здесь должен принадлежать культурам с высоким содержанием белка, т. е. бобовым травам. Из возделываемых в Беларуси бобовых трав главная роль на пахотных землях принадлежит клеверу луговому. Он занимает самые большие площади и дает высокие урожаи. В полевых севооборотах посеvy клевера являются источником увеличения производства кормов, повышения плодородия почвы, обогащения ее азотом, улучшения физических свойств [2–9, 11–13].

Однако до настоящего времени недостаток семенного материала можно объяснить трудностью обмолота клеверной пыжины серийными молотильными устройствами. В представленном материале предпринята попытка теоретического обоснования параметров молотильного устройства вальцового типа [1, 10, 15, 16].

Основная часть. Выделение семян из оболочки путем перетирания пыжины терочными поверхностями представляет собой весьма сложный процесс. Он основан на интенсивном трении составных частей пыжины и представляется в общем виде следующим образом. Слой пыжины сжимается между терочными поверхностями, и при относительном их перемещении бобики также начинают перемещаться; в сжатом слое возникают силы трения; благодаря взаимодействию между оболочками соприкасающихся бобиков, оболочкой и семенем, между бобиком и терочной поверхностью происходит выделение семян из пыжины. То есть процесс обмолота осуществляется как вследствие скольжения пыжины по терочным поверхностям, так и благодаря взаимному трению пыжины.

Необходимыми условиями процесса обмолота семян путем перетирания пыжины являются:

- 1) сжатие слоя пыжины между терочными поверхностями;
- 2) относительное перемещение составных частей пыжины.

Технологический процесс обмолота семенного вороха клевера пневматическими вальцами рассчитан на полное выделение всех семян из пыжины за один прием.

Поставленная цель достигается тем, что предлагаемое устройство выполнено из контактирующих друг с другом пневматических цилиндрических вальцов, установленных с межцентровым расстоянием, меньшим суммы радиусов поперечных сечений.

Масса пыжины, попадая в раствор между вальцами, захватывается ими и увлекается в зону их взаимодействия.

Кинематический режим работы обмолачивающего устройства определяется в первую очередь условием обеспечения пропускной способности вальцов и качеством обмолота. А это будет обеспечено при недопущении сгруживания материала на входе в молотильный зазор. Оптимальная частота вращения вальцов обеспечит продвижение пыжины по всей ширине захвата устройства слоем определенной толщины. Его величина будет определяться силой давления на массу со стороны вальцов.

Объем пыжины, проходящий между рабочими поверхностями вальцов в единицу времени, равен:

$$q = \frac{q_n}{\gamma}, \quad (1)$$

где q_n – масса вороха, поступающая в молотильное устройство в единицу времени, кг/с.

Подачу массы в молотильный аппарат можно выразить следующим равенством:

$$q = 0,01 B_2 V_2 Q \tau, \quad (2)$$

где B_2 – ширина питающего транспортера, м;

V_2 – скорость движения ленты питающего транспортера, м/с;

Q – вес вороха, находящегося на 1 м^2 транспортера, кг/м²;

τ – коэффициент, учитывающий степень загрузки питающего транспортера.

Площадь поперечного сечения слоя материала, находящегося между вальцами в процессе обмолота, определяется по формуле:

$$F_2 = l_p \delta_2 \varepsilon, \quad (3)$$

где ε – коэффициент, учитывающий использование рабочей длины вальцов.

Тогда наименьшая скорость валцов, при которой будет обеспечиваться требуемая пропускная способность, составит:

$$V_{\min} = \frac{q}{F_z \eta}, \quad (4)$$

где η – коэффициент буксования валцов по массе.

Угловую скорость валца определим по формуле [14]:

$$\omega_{\min} = \frac{V_{\min}}{R}. \quad (5)$$

Таким образом, наименьшее число оборотов, с которым должны вращаться обмолачивающие валцы, чтобы исключить в процессе работы сгруживание материала на входе в молотильный зазор, определяется по формуле:

$$n_{\min} = \frac{30 \omega_{\min}}{\pi}. \quad (6)$$

Или с учетом формулы (2) соотношение минимальной частоты вращения валцов и поступательной скорости транспортера будет равно:

$$\frac{n_{\min}}{V_z} = \frac{0,3 B_z Q \tau v \xi}{\gamma \pi R I_p \delta_x \varepsilon \eta}. \quad (7)$$

Кроме того, из законов динамики известно, что сила трения при малых скоростях не зависит от скорости перемещения трущихся поверхностей [14].

Поэтому эффективность обмолота семян валцовым молотильным устройством во многом определяется соотношением линейных скоростей их вращения. При наличии разности скоростей вращения пневматических валцов направление приложения нагрузки постоянно меняется в процессе взаимодействия пыжины клевера с валцами. То есть происходит как бы нащупывание слабых мест в прочности связи семени с оболочкой, поэтому вероятность обмолота его становится выше.

Поскольку линейные скорости в любой точке соприкосновения валцов по абсолютному значению разные, то это вызывает возникновение разных центробежных сил, способствующих преодолению усилия связи плода с околоплодником и сообщению

вытертому семени касательного ускорения. И чем больше разность линейных скоростей вращения вальцов, тем больше разность центробежных сил, преодолевающих силу связи семени с оболочкой. Вследствие этого эффективность обмолота семенного вороха значительно увеличивается и будет определяться соотношением:

$$E = \frac{\Delta F_{ц}}{F_{2ц}}, \quad (8)$$

где $\Delta F_{ц}$ – разность центробежных сил пневматических вальцов, Н;

$F_{2ц}$ – большая по абсолютной величине центробежная сила вальца, Н.

От центробежных сил в выражении (8) можно перейти к линейным скоростям вращения вальцов:

$$E = \frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2} = \frac{(V_2 + V_1)(V_2 - V_1)}{V_2^2}. \quad (9)$$

Из формулы (9) видно, что при $V_2 \rightarrow V_1$ $E \rightarrow 0$.

Это значит, что при равных линейных скоростях вальцов эффективность обмолота будет снижаться и его скорость уменьшится.

При $V_2 \gg V_1$ соотношение $\frac{V_2^2 - V_1^2}{V_2^2}$ будет иметь максимальное значение и эффективность обмолота увеличится.

Заключение. Соотношение линейных скоростей вальцов непосредственно влияет на эффективность обмолота, которая будет во столько раз больше, во сколько раз линейная скорость одного вальца больше линейной скорости второго.

ЛИТЕРАТУРА

1. Айзенберг, В. Н. Проблемы промышленного семеноводства клевера / В. Н. Айзенберг, В. Н. Антонов // Земледелие. – 1980. – № 5. – С. 49–50.
2. Босак, В. М. Уплыву уроўню прымянення ўгнаенняў на ўраджайнасць канюшыны / В. М. Босак // Актуальныя праблемы адаптыўнай інтэнсіфікацыі земледзеля на рубяжы стагоддзяў. – Мінск: Хата, 2000. – С. 421–424.
3. Босак, В. Н. Влияние удобрений на продуктивность и качество клевера лугового / В. Н. Босак // Кормопроизводство. – 2001. – № 5. – С. 25–26.
4. Босак, В. Н. Влияние уровня минерального питания на продуктивность и качество клевера лугового / В. Н. Босак // Проблемы производства продукции растениеводства и пути их решения. – Горки: БГСХА, 2000. – Ч. 2. – С. 46–49.
5. Босак, В. Н. Урожайность и качество клевера лугового в зависимости от доз и соотношений минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой поч-

ве / В. Н. Босак, Н. А. Близинок, Е. С. Малей // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 1. – С. 174–180.

6. Влияние удобрений на продуктивность клевера лугового на окультуренной дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. Н. Босак [и др.] // Актуальные проблемы агрономии и пути их решения. – Горки: БГСХА, 2005. – С. 166–169.

7. Калиновская, Ю. С. Урожайность и качество клевера лугового первого года пользования в зависимости от доз минеральных удобрений на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / Ю. С. Калиновская, В. Н. Босак // Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений в современных условиях. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – С. 72–76.

8. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.

9. Лапа, В. В. Влияние удобрений на продуктивность клевера лугового на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве / В. В. Лапа, В. Н. Босак, Н. А. Близинок // Почвоведение и агрохимия. – 2006. – № 2. – С. 77–84.

10. Особов, В. И. Машины и оборудование для уплотнения сено-соломистых материалов / В. И. Особов, Г. К. Васильев, А. В. Голяновский. – Москва: Машиностроение, 1974. – 231 с.

11. Приемы возделывания бобовых овощных культур / В. Н. Босак [и др.]. – Горки: БГСХА, 2022. – 183 с.

12. Продуктивность и вынос элементов питания клевером луговым / В. В. Лапа [и др.] // Природнае асяроддзе Палесся: асаблівасці і перспектывы развіцця. – Брэст: Альтэрнатыва, 2008. – С. 39.

13. Продуктивность и вынос элементов питания при возделывании клевера лугового на дерново-подзолистых почвах / В. В. Лапа [и др.] // Почвоведение и агрохимия. – 2008. – № 2. – С. 171–185.

14. Справочник по элементарной математике, механике и физике / Б. Я. Березовекий [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1968. – 216 с.

15. Улахович, А. Е. Методика расчета параметров рабочего органа вальцового типа / А. Е. Улахович, Н. В. Улахович, В. Н. Кецко // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 155–160.

16. Улахович, А. Е. Обмолот семенного вороха клевера вальцовым аппаратом с эластичными рабочими поверхностями / А. Е. Улахович. – Горки: БГСХА, 2020. – 164 с.

Аннотация. Рассмотрены теоретические предпосылки для расчета молотильных аппаратов вальцового типа. Обоснована необходимость при использовании молотильных устройств данного типа предусмотреть в их конструкции возможность вращения вальцов с разными угловыми скоростями. Теоретически доказана эффективность такого кинематического режима работы вальцов, что положительно скажется на качестве обмолота клеверной пыжины.

Ключевые слова: клевер, обмолот, скорость, подача, кинематический режим.