

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ И РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЛЬНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА С РОТОРНО-БИЛЬНЫМ АППАРАТОМ

М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук
В. А. ЛЕВЧУК, канд. техн. наук, доцент
А. Н. ЧАЙЧИЦ, канд. техн. наук, доцент
Г. Г. ЕВТУХ, ассистент
В. В. ШУМСКИЙ, инженер

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

Введение. От уровня организации и технологии выполнения полевых механизированных работ и правильной настройки рабочих органов машинно-тракторных агрегатов в условиях рядовой эксплуатации зависит урожайность, производительность труда, расход топлива.

Разработанный в УО БГСХА роторно-бильный аппарат [1, 2] (авторы: М. В. Цайц, В. А. Шаршунов, В. А. Левчук, В. И. Коцуба, В. Е. Круглень, С. В. Курзенков, М. В. Симонов) показал высокие результаты при проведении производственных испытаний на прицепном льноуборочном комбайне Двина-4М [3–6, 14]. Предложенная конструкция аппарата для отделения семенной части от стеблей льна отличается от классического гребневого аппарата не только конструктивно, но и в части выполняемого технологического процесса. В связи с чем, имеются особенности в части его настройки и регулировки в зависимости от биологической урожайности стеблестоя, а также его особенностей.

Основная часть. Методика выбора параметров и режимов работы комбайна с роторно-бильным аппаратом основана на результатах теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в соответствии с программой исследований по теме диссертационной работы.

Факторами, оказывающими наиболее существенное влияние на параметры оптимизации процесса обмолота лент льна обмолачивающим устройством, являются:

– кратность воздействий q бичами на фрагмент ленты льна:

$$q = \frac{v_p \cdot k_6 \cdot b_6 \cdot \kappa_6}{v_{tp} \cdot 2\pi \cdot R}, \quad (1)$$

где v_p – окружная скорость ротора, м/с;

k_6 – количество установленных бичей на роторе, шт.;

b_6 – ширина торцевой поверхности бича, м;

κ_6 – коэффициент захвата бича, определяемый как b'_6/b_6 .

$v_{тр}$ – скорость зажимного транспортера, м/с;

R – радиус ротора, м;

– толщина обмолачиваемого слоя стеблей льна $h_{сл}$;

– радиальный зазор Δ .

В зависимости от состояния убираемого стеблестоя необходимо, значения этих факторов устанавливать на уровне, обеспечивающем наилучшие значения показателей качества.

В результате производственных испытаний с учетом формул:

$$h_{сл} = \pi \cdot i_{п} \cdot r_c^2 / \lambda_{л0}, \quad (2)$$

где $h_{сл}$ – толщина обмолачиваемого слоя стеблей льна, м;

r_c – средний радиус стеблей льна в ленте, м;

$\lambda_{л0}$ – коэффициент неплотности укладки стеблей в ленте (согласно [7], равный 0,15...0,20) [8, 13]:

$$\delta_c = 0,173 + 0,0506d_c^{2,59}, \quad (3)$$

где δ_c – толщиной стенки стебля, м;

d_c – диаметр стебля, м.

$$n_{пр} = \frac{n_6 \cdot z_r \cdot L_r \cdot \cos \alpha}{v_{тр}}, \quad (4)$$

где n_6 – частота вращения очесывающего барабана, об/с;

z_r – число гребней, шт.;

L_r – длина гребня, м;

α – угол установки оси барабана к зажимному транспортеру, рад;

$v_{тр}$ – скорость зажимного транспортера, м/с [9].

Для чистоты обмолота [10]:

$$\begin{aligned} \text{Ч}_{об} = & 1,2587 - 0,9534h_{сл} + 14,0585\Delta - 0,4984q + 25,0h_{сл}\Delta + \\ & + 5,35h_{сл}q - 7,25\Delta q - 97,25h_{сл}^2 - 290,75\Delta^2 + 0,1538q^2. \end{aligned} \quad (5)$$

Степень повреждения стеблей [10]:

$$\begin{aligned} \text{П}_c = & 0,1285 - 0,3525h_{сл} - 0,0815\Delta - 0,13787q + 42,5h_{сл}\Delta - \\ & - 1,35h_{сл}q - 3,0\Delta q + 15,0h_{сл}^2 + 62,5\Delta^2 + 0,09q^2, \end{aligned} \quad (6)$$

где Δ – радиальный зазор, м.

Разработана номограмма (рис. 1), позволяющая увязать агробиологические и физико-механические свойства стеблестоя, параметры и режимы работы роторно-бильного аппарата, обеспечивающие качественную работу льноуборочного комбайна.

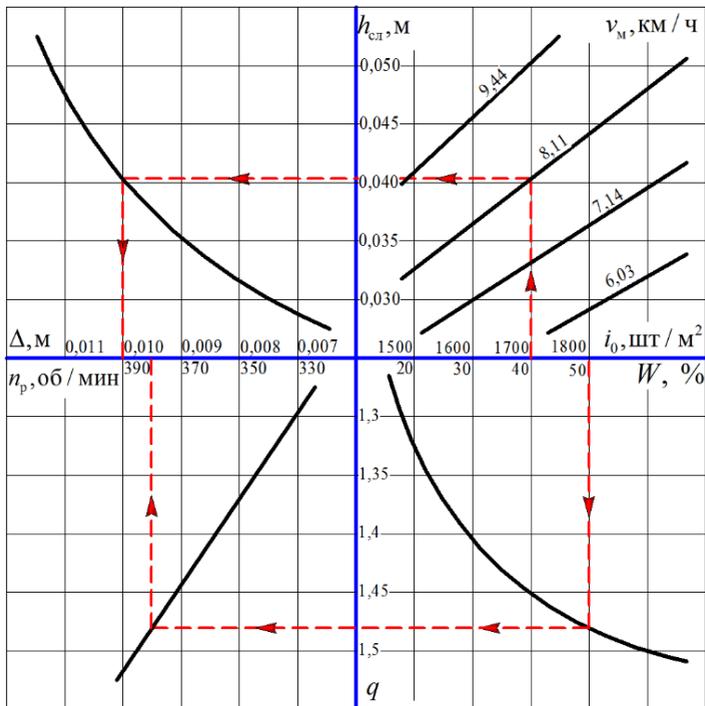


Рис. 1. Номограмма для выбора параметров и режимов работы льноуборочного комбайна с роторно-бильным аппаратом:

v_M – скорость движения комбайна, км/ч; i_0 – густота стеблестоя, шт/м²;
 W – влажность убираемого льна, %; $h_{сл}$ – толщина слоя стеблей льна, м;
 Δ – радиальный зазор, м; n_p – частота вращения ротора, об/мин;
 q – кратность воздействий бичами на фрагмент ленты льна, шт.

В первом квадранте номограммы представлены линии, соответствующие различным скоростям комбайна; во втором – график зависимости радиального зазора от толщины слоя стеблей льна; в третьем – график зависимости частоты вращения ротора от кратности воз-

действий бичами на фрагмент ленты льна; в четвертом – график зависимости кратности воздействий от влажности убираемого льна.

Приведем пример использования номограммы. Исходные данные: густота стеблестоя i_0 (шт/м²) и влажность убираемого льна W (%). В первом квадранте номограммы проводим перпендикуляр вверх из точки, соответствующей выбранной густоте стеблестоя 1700 шт/м², до пересечения с линией, соответствующей скорости движения комбайна $v_m = 8,11$ км/ч, и проводим горизонталь до пересечения с осью $h_{сл}$. Таким образом определяем значение толщины слоя стеблей льна $h_{сл} = 0,04$ м. Продолжив горизонталь до пересечения с графиком второго квадранта и опустив из точки пересечения перпендикуляр на ось Δ , получим значение радиального зазора $\Delta = 0,01$ м. В четвертом квадранте из точки, соответствующей влажности $W = 50$ %, опускаем перпендикуляр до пересечения с графиком зависимости кратности воздействия от влажности и проводим горизонталь до оси q . Таким образом определяем значение кратности воздействий бичами на фрагмент ленты льна $q = 1,48$. Продолжив горизонталь до пересечения с графиком третьего квадранта и из точки пересечения проведя перпендикуляр до оси n_p , получим значение частоты вращения ротора $n_p = 380$ об/мин.

Заключение. Разработана методика выбора параметров и режимов работы прицепного льноуборочного комбайна с роторно-бильным аппаратом основана на результатах теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в соответствии с программой исследований. Реализация методики выбора параметров и режимов работы в форме номограммы обеспечивает ее простое применение в условиях сельскохозяйственного производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2788696 С1 Российская Федерация, МПК А01F 11/02, А01D 45/06. Устройство для отделения семенных коробочек и семян льна от стеблей: № 2022116274: заявл. 16.06.2022; опубл. 24.01.2023 / М. В. Симонов, В. А. Шаршунов, Н. С. Сентюров, М. В. Цайц; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Вятский государственный университет».
2. Устройство для отделения семенных коробочек льна от стеблей: пат. 21293 Респ. Беларусь, МПК А 01D 45/06 (2006.01) / В. Е. Кругленя, В. И. Коцуба, П. Д. Сентюров, А. Д. Сентюров, М. В. Цайц, Г. А. Райлян, И. Л. Подшиваленко; заявитель УО «Белорус. гос. с.-х. акад.» – № а 20130044 ; заявл. 14.01.13; опубл. 25.05.17 // Афіцыйны бюл. / Нац. цэнтр інтэлектуал. уласнасці. – 2017. – № 4 (117). – С. 57.
3. Результаты производственных испытаний и экономическая оценка применения роторного бильно-вычесывающего устройства на льноуборочном комбайне / В. А. Шаршунов, В. Н. Босак, М. В. Цайц [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук

Беларусі. Серія аграрних наук. – 2023. – Т. 61, № 4. – С. 324–336. – DOI 10.29235/1817-7204-2023-61-4-324-336.

4. Повышение эффективности получения семян льна-долгунца при комбайновой уборке / В. А. Шаршунов, М. В. Цайц, С. В. Курзенков [и др.] // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 7 (146). – С. 44–59. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-7-44-59.

5. Цайц, М. В. Сравнительный анализ размерно-массовых характеристик вороха льна-долгунца / М. В. Цайц // Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 285–289.

6. Цайц, М. В. Отделение семенной части от стеблей льна роторнобильным аппаратом при комбайновой уборке: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: автореф. дис. ... канд. техн. наук / М. В. Цайц; БГСХА. – Горки, 2024. – 27 с.

7. Ковалев, М. М. Плющильные аппараты льноуборочных машин (конструкция, теория и расчет). – Тверь: Твер. обл. кн.-журн. изд-во, 2002. – 208 с.

8. Ростовцев, Р. А. Повышение эффективности уборки льна-долгунца путем разработки технологических процессов и технических средств для их осуществления: дис. ... д-ра техн. наук: 05.20.01. – Санкт-Петербург – Павловск, 2010. – 444 с.

9. Шлыкков, М. И. Льноуборочный комбайн (теория, расчет, конструкция). – М.: Машгиз, 1949. – 300 с.

10. Цайц, М. В. Результаты экспериментальных исследований процесса обмолота лент льна роторным бильно-вычесывающим устройством / М. В. Цайц // Вестник НГИЭИ. – 2023. – № 2 (141). – С. 19–34. – DOI 10.24412/2227-9407-2023-2-19-34.

11. Цайц, М. В. Поисковые эксперименты процесса обмолота лент льна роторным бильно-вычесывающим устройством / М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2023. – № 1. – С. 156–164.

12. Шаршунов, В. А. Поисковые эксперименты процесса обмолота лент льна устройством с эластичным рабочим органом в линии первичной переработки / В. А. Шаршунов, В. А. Левчук, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2022. – № 1. – С. 148–153.

13. Цайц, М. В. Отделение семенной части от стеблей льна роторно-бильным аппаратом при комбайновой уборке: дис. ... канд. техн. наук / М. В. Цайц; БГСХА. – Горки, 2024. – 239 с.

14. Обоснование конструкционных параметров бичей роторно-бильного обмолачивающего аппарата / В. А. Шаршунов, М. В. Цайц, В. А. Левчук [и др.] // Вестник БГСХА. – 2024. – № 2. – С. 147–153.

Аннотация. Приведена упрощенная методика выбора параметров и режимов работы прицепного льноуборочного комбайна с установленным роторно-бильным аппаратом, вместо классического гребневого аппарата, основана на результатах теоретических и экспериментальных исследований, проведенных в соответствии с программой исследований. Реализация методики выбора параметров и режимов работы в форме номограммы обеспечивает ее простое применение в условиях сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: лен-долгунец, комбайновая уборка, роторно-бильный аппарат, отделение семенной части, режим работы, параметры настройки.