К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ УБОРКИ ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

А. Н. ЧАЙЧИЦ, канд. техн. наук, доцент
М. В. ЦАЙЦ, канд. техн. наук
А. В. КЕСАРЕВ, ст. преподаватель
Р. С. ДАРГЕЛЬ, ассистент
Р. П. КОЗЛОВ, студент

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

Введение. Прямая зависимость качества урожая от погодных условий, значительные затраты ручного труда, приходящиеся в основном на уборку (80 % от трудозатрат на всю технологию возделывания), обусловили снижение производства льна-долгунца. Одной из причин качественных и количественных потерь льнопродукции является низкий уровень механизации уборочных работ, особенно операций на стадии естественной сушки. Уборка является важным этапом производства льна-долгунца, от нее зависит сохранение не только выращенного урожая, но и качество льносырья [1–3].

Выбор рационального варианта технологии позволяет значительно уменьшить снижение качества льносырья в период уборки. Но в сложных погодных условиях снижение качества остается довольно существенным. В этих условиях задача оптимизации комплекса технических средств уборки льна-долгунца является актуальной [4, 5].

Эта проблема усиливается тем, что на полях используется устаревшая техника, которую практически нельзя правильно отрегулировать и настроить на оптимальные режимы работы [5, 6].

Большой вклад в создание технических средств и разработку рациональных технологий уборки льна внесли отечественные ученые и конструкторы П. П. Казакевич, М. М. Боярченкова, Н. Н. Быков, М. М. Ковалев, Б. С. Петухов, А. Л. Потарин, Б. Ф. Слоневский, В. И. Соснов, В. И. Сизов, В. Я. Тихомирова, В. Г. Черников, И. А. Юршиц и др.

Основная часть. На основании априорной информации анализа состояния вопроса и поставленной цели можно выделить следующие задачи исследований [7]:

– обосновать выбор критерия оптимизации комплекса технических средств уборки влажного льносырья;

- разработать алгоритм оптимизации комплекса технических средств в зависимости от производственных условий;
- разработать и проверить на адекватность в производственных условиях программное обеспечение выбора оптимального комплекса технических средств;
- определить оптимальный комплекса технических средств уборки влажного льносырья для различных вариантов технологии уборки в различных погодных условиях.

Формирование комплекса технических средств уборки льна целесообразно осуществлять по критерию рациональности. Величина критерия рациональности определяется по выражению [8]:

$$K_p = \frac{T_{\text{конд}}^{\text{ф}}}{T_{\text{конд}}^{\text{н}}} \geq 1, \quad (1)$$

где $T_{\text{конд}}^{\text{ф}}$ – фактическое время нахождения льносырья в состоянии кондиционной влажности, ч;

$T_{\text{конд}}^{\text{н}}$ – необходимое время кондиционной влажности льносырья, ч.

Как видно из выражения (1), при $K_p < 1$ сформированный комплекс технических средств не рационален. В качестве критерия оптимизации сформированного комплекса технических средств принимаем критерий полезности, а в качестве оценочного показателя – максимальную возможную прибыль от реализации готовой продукции.

Оптимизация комплекса технических средств уборки льна-долгунца проводится с целью повышения эффективности использования технологии в сложных погодных условиях зоны. Эффективность технологии определяется ее рентабельностью, а рентабельность зависит, в основном, от величины урожая и качества льнотресты. При этом учитывается, что на уборочных работах изменяется только качество льнотресты. Изменение качества происходит с начала процесса естественной сушки до окончания уборки и зависит от времени нахождения тресты во влажном состоянии и продолжительности уборки.

Продолжительность уборки зависит от времени нахождения льносырья в состоянии кондиционной влажности. Изменяя вид формирования или количество машин, можно сократить продолжительность уборки. Учитывая, что базовый вариант машинной технологии подразумевает один вид формирования, рассмотрим возможность уборки в агросрок за счет оптимизации комплекса технических средств.

Необходимое для уборки в агросрок количество часов нахождения

льноссырья в состоянии кондиционной влажности можно определить по выражению [8]:

$$T_{\text{конд}}^{\text{н}} = \frac{P}{n \cdot w} \quad (2)$$

где P – объем работ, га;

n – количество технических средств при выполнении технологического процесса, шт.;

w – производительность технического средства, га/ч.

В настоящее время используемые технологии практически не отличаются от базовых и основаны на применении одного комплекса технических средств. Различие между комплексами технических средств вариантов технологии сводится к замене операций, связанных с видом формирования льноссырья в поле для естественной сушки. В разрабатываемых технологиях комплекс технических средств заменяется и дополняется новыми машинами, но они не выпускаются серийно [6].

Модельный ряд применяемых машин не велик. Существующая техника для уборки льна-долгунца практически не имеет модификаций. Ручной труд во всех технологиях применяется на одних и тех же операциях и в равных объемах. В разрабатываемых технологиях данная операция, связанная с ручным трудом, заменена на машинную или исключена по технологии. Как правило, отличие между комплексами технических средств вариантов технологии уборки льна сводится к замене или отсутствию одной – двух машин [6].

В качестве критерия оценки оптимального комплекса технических средств следует принять максимальную прибыль от применения того или иного варианта технологии уборки льноссырья, которая определяется по выражению [9, 10]:

$$\Pi_p = D^{\text{исх}} - C - \Pi_k, \quad (3)$$

где Π_p – прибыль от продажи льноссырья, руб/га;

$D^{\text{исх}}$ – возможный доход от реализации льноссырья исходного качества, руб/га;

C – себестоимость выполнения технологических операций возделывания и уборки льна-долгунца, руб/га;

Π_k – снижение качества льноссырья, руб/га.

При этом возможный доход от реализации льноссырья можно определить по выражению [9, 10]:

$$D^{\text{исх}} = C^{\text{исх}} \cdot N_{\Omega}^{\text{исх}} \cdot U^{\Phi}, \quad (4)$$

где $C^{\text{исх}}$ – цена исходного сорто-номера, руб/т;

$N_{\Omega}^{\text{исх}}$ – исходный номер льносырья;

U^{Φ} – фактическая урожайность льна, т/га.

Исходный номер льносырья можно определить по выражению [9, 10]:

$$N_{\Omega}^{\text{исх}} = \frac{N_{\Omega}^{\Phi}}{a \cdot e^x}, \quad (5)$$

где N_{Ω}^{Φ} – фактический номер льнотресты;

a – коэффициент снижения качества;

x – количество дней уборки;

e – свободный член.

Выбор оптимального комплекса технических средств связан с определением количества дней уборки и снижением качества льносырья за один день, позволяющими определить снижение качества в процессе уборки [11–16].

Заключение. Эффективность комплексов технических средств уборки льна в значительной степени зависит от продолжительности времени, в течение которого льнотреста находится в состоянии кондиционной влажности. В качестве критерия формирования комплексов технических средств целесообразно принимать критерий рациональности – отношение необходимого и фактического времени кондиционной влажности, значение которого не должна быть меньше 1.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шаршунов, В. А. Состояние льноводческой отрасли Республики Беларусь и пути повышения ее эффективности / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2019. – № 2. – С. 267–271.
2. Сентюров, Н. С. Состояние уборки и переработки льна-долгунца в Республике Беларусь и перспективы развития / Н. С. Сентюров, М. В. Цайц // Тракторы, автомобили и машины для природообустройства. – Киров, Горки: БГСХА, 2018. – С. 95–98.
3. Цайц, М. В. Анализ состояния уборки льна-долгунца в Республике Беларусь / М. В. Цайц, А. С. Алексеенко // Аграрная наука - сельскому хозяйству. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2018. – Кн. 2. – С. 202–203.
4. Анализ механизированных технологий уборки и первичной переработки льна / В. А. Шаршунов, А. С. Алексеенко, М. В. Цайц, В. А. Левчук // Вестник БГСХА. – 2017. – № 2. – С. 137–141.
5. Основы расчета рабочих органов машин и оборудования для производства семян льна / В. А. Шаршунов, В. Е. Круглень, А. Н. Кудрявцев [и др.]. – Горки: БГСХА, 2016. – 156 с.

6. Шаршунов, В. А. Анализ обеспеченности льносеющих хозяйств Республики Беларусь техническими средствами для уборки льна-долгунца / В. А. Шаршунов, В. А. Кожановский, М. В. Цайц // Вестник БГСХА. – 2022. – № 4. – С. 150–156.

7. Охотников, Б. Л. Управляемые факторы в системе выбора направлений совершенствования технических средств / Б. Л. Охотников, Ю. Н. Строганов, А. Л. Обухов // Известия Международной академии аграрного образования. – 2016. – № 27. – С. 26–30.

8. Буклагина, Г. В. Повышение эффективности технологии уборки льна-долгунца путем оптимизации комплекса технических средств / Г. В. Буклагина // Инженерно-техническое обеспечение АПК. Реферативный журнал. – 2005. – № 3. – С. 768.

9. Великанова, И. В. Направления модернизации системы машин в льняном подкомплексе: экономические аспекты / И. В. Великанова // Инновационные технологии и технические средства для АПК. – Воронеж: Воронеж. гос. аграр. ун-т им. Императора Петра I, 2019. – С. 26–30.

10. Машинно-технологическое обеспечение возделывания и переработки прядильных культур / Р. А. Ростовцев, И. В. Ушаковский, И. Г. Голубев, Н. П. Мишуров. – М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 153 с.

11. 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.

12. 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.

13. Левчук, В. А. Обмолот лент льнотресты в линии первичной переработки очесывающе-площильным аппаратом: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: автореф. дис. ... канд. техн. наук / В. А. Левчук; БГСХА. – Горки, 2023. – 26 с.

14. Левчук, В. А. Обмолот лент льнотресты в линии первичной переработки очесывающе-площильным аппаратом: специальность 05.20.01 «Технологии и средства механизации сельского хозяйства»: дис. ... канд. техн. наук / В. А. Левчук; БГСХА. – Горки, 2023. – 236 с.

15. Булаткин, А. Д. Анализ обеспеченности льносеющих хозяйств Могилевской области техническими средствами для уборки льна-долгунца / А. Д. Булаткин, М. В. Цайц // Научный поиск молодежи XXI века. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 288–290.

16. Шик, А. В. Концептуальная схема прицепного льноуборочного комбайна / А. В. Шик, М. В. Цайц // Актуальные вопросы механизации сельскохозяйственного производства. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 81–84.

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.