

ОБОСНОВАНИЕ ГРАНИЦ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НАКОПИТЕЛЯ-ПЕРЕГРУЖАТЕЛЯ

Обоснована целесообразность применения накопителей-перегрузателей на уборке зерновых культур в зависимости от срока службы комбайнов (наработки) и основных природно-производственных факторов.

Ключевые слова: зерноуборочный комбайн, производительность, эффективность.

S.D. Shepelyov, Yu. B. Cherkasov

SUBSTANTIATION OF THE USE EFFICIENCY LIMITS OF THE ACCUMULATOR PICK-AND-PLACE DEVICE

The reasonability of the accumulator pick-and-place device use in the grain crop harvesting depending on the harvester service life (running time) and the main natural-production factors is substantiated.

Key words: combine harvester, productivity, efficiency.

Введение. Уборка сельскохозяйственных культур должна выполняться в оптимальные сроки, без потерь, обеспечивать сохранность качества зерна. На этот сложный организационно-технологический процесс приходится до 60 % всех трудовых затрат, связанных с производством зерна [1]. Для его осуществления в производстве привлекается максимально возможное количество технических средств и людских ресурсов. Несмотря на это, продолжительность уборочных работ, как правило, превышает агротехнически допустимые сроки в 2...3 раза, что ведет к существенному недобору и снижению качества урожая [2, 3]. Величина потерь урожая от затягивания сроков уборки настолько существенна, что является одним из наиболее значительных резервов хозяйствования. По заключению ученых и производственников, прибавка в ресурсах потребления при сведении к минимуму потерь может составить 20, а в отдельные годы даже 30 % [4].

Производительность уборочных агрегатов в значительной мере зависит от величины потерь рабочего времени по техническим, технологическим и организационным причинам. Вероятностный характер взаимодействия уборочных и транспортных агрегатов предопределяет взаимообусловленные и экономически оправданные простои комбайнов 10–15 % рабочего времени, автомобилей – 20–25 % [5].

Одним из важных направлений сокращения взаимообусловленных простоев уборочных и транспортных средств, а также уменьшения потребности в транспорте является применение накопителей-перегрузателей. Основное их назначение – принимать зерно от комбайнов в промежутках, когда нет транспорта, и перегружать его в прибывающие транспортные средства.

Накопители-перегрузатели сокращают количество транспорта и позволяют широко использовать большегрузные автомобили и автомобильные поезда на отвозке зерна от комбайнов. Использование мобильных накопителей-перегрузателей позволяет на 10–20 % уменьшить простои уборочных и транспортных средств, соответственно повысив их производительность [5–7].

Анализ возрастного состава зерноуборочных комбайнов в Северном Казахстане показал, что 70–75 % машин находятся за нормативным сроком эксплуатации. Средний возраст парка зерноуборочных комбайнов (ЗУК) составляет 13,5 лет. Уборочные агрегаты со сроком службы до 8 лет составляют 8,3 %; от 8 до 10 лет – 18,3 и свыше 10 лет – 73,4 % всего парка машин. Амортизационный износ машин составляет около 80 %. Автором [8] установлено, что при увеличении срока службы до 10 лет суточная производительность комбайнов снижается на 40–60 % из-за технических и технологических отказов. Поэтому возникает вопрос о целесообразности применения накопителей-перегрузателей в зависимости от срока службы комбайнов (наработки). Нарботку комбайнов (N) можно определить из выражения

$$N=Qt, \quad (1)$$

где t – срок службы зерноуборочных комбайнов, лет ($1 < t \leq 10$); Q – сезонная нагрузка на ЗУК, га.

Цель исследования. Обоснование экономически целесообразных границ использования накопителя-перегрузателя на уборке зерновых культур в зависимости от срока службы комбайнов и основных природно-производственных факторов.

Задачи исследования:

1. Выявить взаимосвязь эффективности использования накопителя-перегрузателя со сроком службы зерноуборочных комбайнов.

2. Разработать методику по определению экономически целесообразных границ использования накопителя-перегрузателя на уборке зерновых культур в зависимости от срока службы комбайнов.

Результаты исследования. Для достижения поставленной цели и реализации задач необходимо выполнить условие, которое представлено в общем виде

$$U_1 \leq U_2(t), \quad (2)$$

где U_1 – затраты на привлечение накопителя-перегрузателя, руб.; $U_2(t)$ – ущерб от потерь продукции при эксплуатации ЗУК с различным сроком службы (наработки), руб.

Затраты на привлечение накопителя-перегрузателя исчисляются из суммы расходов на использование трактора, прицепа, заработной платы работников

$$U_1 = B_t \alpha \gamma_t + B_b \alpha \gamma_{nak} + T_3 + n_{a1} B_a \alpha \gamma_a + p, \quad (3)$$

где B_t, B_b, B_a – балансовая стоимость трактора, накопителя-перегрузателя и транспортных средств, руб.; α – отчисление на амортизацию, доля; $\gamma_t, \gamma_{nak}, \gamma_a$ – доля занятости трактора, накопителя-перегрузателя и транспортных средств; T_3 – заработная плата работников, руб.; p – затраты на топливо, руб.; n_{a1} – количество транспортных средств при использовании накопителя-перегрузателя.

Ущерб от потерь продукции при эксплуатации ЗУК с различным сроком службы и затраты на привлечение транспортных средств в общем виде вычисляется по формуле

$$U_2(t) = K_p C_p f Y D(t) Q + n_a B_a \alpha \gamma_a, \quad (4)$$

где K_p – коэффициент потерь; C_p – стоимость продукции, руб.; f – коэффициент неравномерности полей; Y – урожайность, ц/га; D – длительность выполнения работ, дни; n_a – количество транспортных средств при прямых перевозках, шт.

$$D(t) = \sqrt{\frac{B_k (\alpha + K_{CT}) \gamma_i + T_k n \gamma_{ki}}{0,5 K_{II} \gamma C_{II} Q_{дн} 100}}. \quad (5)$$

В развернутом виде выражение (2) примет следующий вид:

$$(B_t \alpha \gamma_t + B_b \alpha \gamma_{nak} + T_3) + \frac{0.1 B_g V \tau_k n_k Y_{res}}{q \gamma c^{\tau} a_2} \leq \frac{K_p C_p f Y Q^2 n_k k_{pr}}{T_{cm} (1 - \tau_k(t)) k_{ny}} + \frac{\tau_k Y_{res} B_a \alpha \gamma_a n_k}{q j_0^{\tau} a_1}, \quad (6)$$

где τ_k – коэффициент использования полезного времени суток комбайна; T_{a1}, T_{a2} – коэффициент использования полезного времени суток транспортных средств при прямых перевозках и использовании накопителя-перегрузателя; n_k – количество комбайнов, шт.; t_{res} – время рейса автомобиля, ч; q – грузоподъемность транспортных средств, тонн; k_{pr} – коэффициент снижения потерь продукции от введения накопителя-перегрузателя в состав уборочной линии; k_{ny} – коэффициент погодных условий; j_0 – плотность зерна, т/м³; V – скорость движения комбайна, м/с; B_g – ширина захвата жатки, м; T_{cm} – время работы, ч.

Коэффициент использования полезного времени суток в зависимости от срока службы ЗУК определяется уравнением регрессии

$$\tau_k(t) = 0,72 - 0,02t. \quad (7)$$

Балансовую стоимость накопителя-перегрузателя можно представить в зависимости от его емкости

$$V_b = 1821 - \frac{10921}{Q_{\text{нак}}}, \quad (8)$$

где $Q_{\text{нак}}$ – емкость накопителя-перегрузателя, м³.

Количество ЗУК, обслуживаемых накопителем-перегрузателем, определяется соотношением ёмкостей

$$n_k = \frac{Q_{\text{нак}}}{V_b}, \quad (9)$$

где V_b – емкость бункера ЗУК, м³.

Выражение (6) позволяет определить границы эффективности использования накопителя-перегрузателя в зависимости от уровня эксплуатации зерноуборочного комбайна, который в основном зависит от срока службы машин. Графическая интерпретация выражения (6) представлена на рисунке 1.

Пересечение линий позволяет определить максимальный срок службы зерноуборочных комбайнов, до которого экономически целесообразно введение накопителя-перегрузателя. С увеличением срока эксплуатации зерноуборочных агрегатов эффективность использования накопителя-перегрузателя снижается из-за увеличения простоев комбайнов по техническим и технологическим простоям.

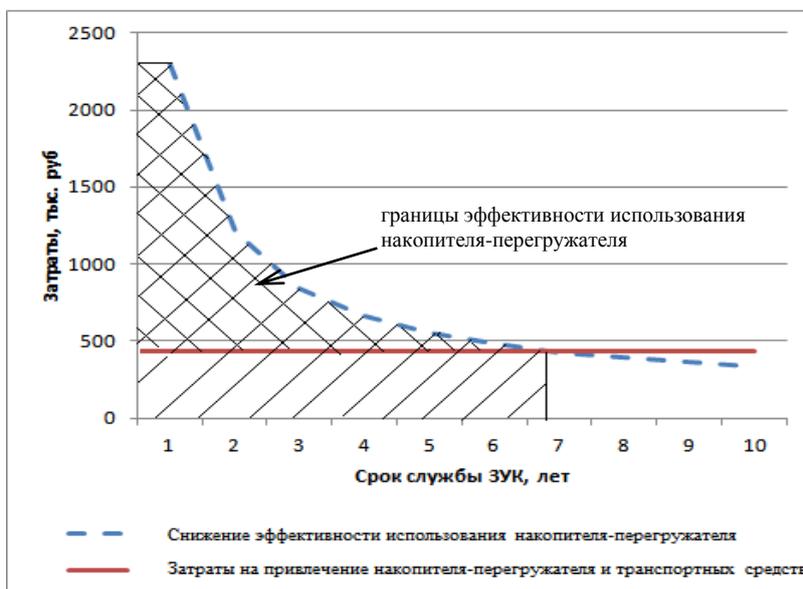
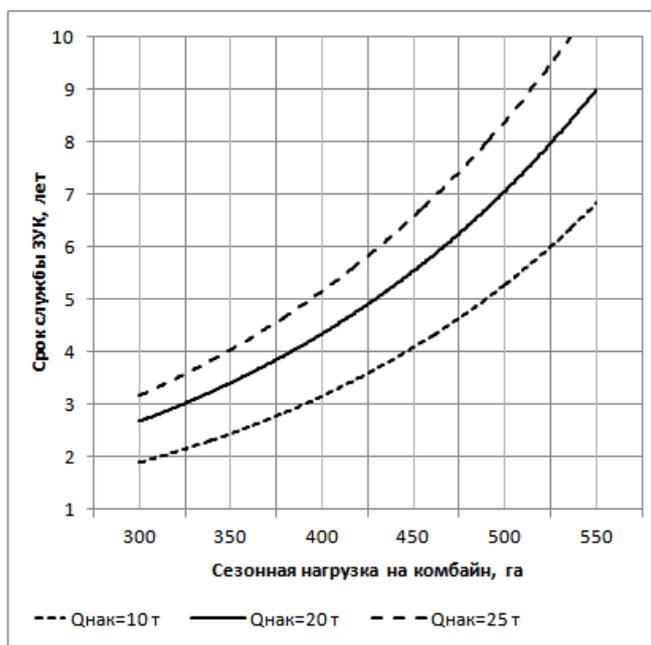


Рис. 1. Целесообразность использования накопителя-перегрузателя в зерноуборочном процессе

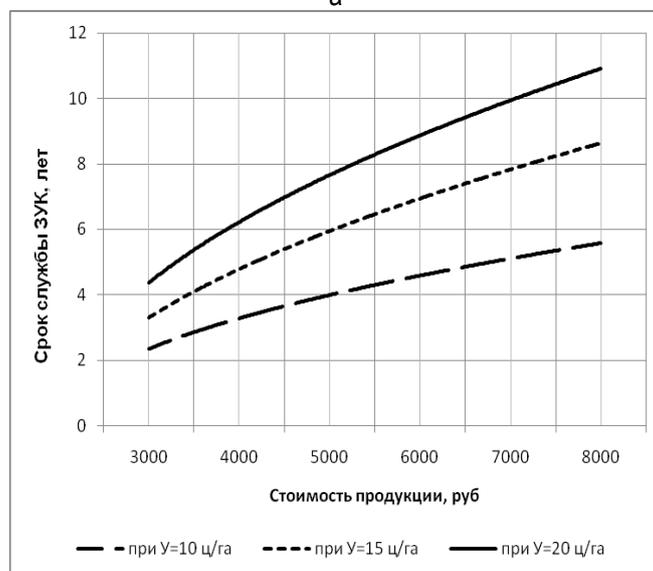
На рисунке 2, а показаны границы эффективности использования накопителя-перегрузателя в зависимости от сезонной нагрузки на комбайн. Расчёты показывают, что при сезонной нагрузке на комбайн 400 гектаров применение накопителя-перегрузателя грузоподъемностью 25 тонн эффективно при сроке службы ЗУК от 1 до 5 лет. С уменьшением грузоподъемности накопителя-перегрузателя эффективность его применения снижается.

С увеличением стоимости производимой продукции целесообразность применения накопителя-перегрузателя возрастает. Так, например, при стоимости продукции 4000 рублей за тонну и урожайности 20 ц/га применение накопителя-перегрузателя целесообразно при сроке службы ЗУК от 1 до 6 лет. С увеличением стоимости продукции до 7000 рублей за тонну использовать накопитель-перегрузатель эффективно при сроке службы ЗУК от 1 до 10 лет.

При снижении урожайности с 20 до 10 ц/га эффективные границы использования накопителя-перегрузателя грузоподъемностью 20 тонн при стоимости продукции 5 тыс. рублей за тонну снижаются в 2 раза (рис. 2, б).



а



б

Рис. 2. Границы эффективности использования накопителя-перегрузателя в зависимости от сезонной нагрузки на комбайн (а) и стоимости производимой продукции (б) ($T_{\text{см}}=12$ ч, $Y=15$ ц/га, $C_p=5000$ р/т, $Q_{\text{нак}} = 20$ т, $n_k=3$ шт., $q=16$ т, $L=10$ км, $Q=400$ га)

Выводы

1. Анализ функционирования механизированного процесса уборки зерновых культур показывает, что использование накопителей-перегрузателей не всегда целесообразно из-за недоиспользования их потенциала при длительных простоях зерноуборочных комбайнов с увеличенным сроком службы.

2. Получено математическое выражение, позволяющее определить влияние срока службы зерноуборочных комбайнов, урожайности, стоимости продукции, климатических условий на границы эффективности использования накопителя-перегрузателя. Так, установлено, что при сезонной нагрузке на комбайн 400 гектаров применение накопителя-перегрузателя грузоподъемностью 25 тонн эффективно при сроке службы ЗУК от одного до пяти лет.

Выявлено, что с увеличением стоимости и урожайности производимой продукции целесообразность применения накопителя-перегрузателя возрастает. Так, например, при увеличении стоимости продукции от

8000 до 14000 руб/га целесообразность применения накопителя-перегрузателя увеличивается при эксплуатации комбайнов со сроком службы от шести до десяти лет.

Литература

1. Пенкин М.Г. Новые технологии уборки зерновых культур. – Алма-Ата: Кайнар, 1988. – 280 с.
2. Яровая пшеница в Северном Казахстане / А.И. Бараев [и др.]. – Алма-Ата: Кайнар, 1976.
3. Особенности совершенствования системы уборочных машин в целинном земледелии / Г.А. Окунев [и др.] // Сб. науч. тр. ВИМ. – М., 1987. – Т.113. – С.74–79.
4. Чужинев П.И., Селихов В.Т. Как повысить производительность зерноуборочных машин. – Алма-Ата: Кайнар, 1977. – 128 с.
5. Шепелев В.Д. Обоснование технико-технологической согласованности процессов уборки и послеуборочной обработки зерна: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – Челябинск, 2007.
6. Гоберман В.А. Автомобильный транспорт в с.-х. производстве. – М.: Транспорт, 1986. – 65 с.
7. Шепелев С.Д., Окунев Г.А. Проектирование поточных линий на уборке урожая. – Челябинск, 2006. – 25 с.
8. Шепелев С.Д. Согласование параметров технических средств в уборочных процессах: автореф. дис. ... д-ра техн. наук. – Челябинск, 2010.



УДК 631.354.2

С.В. Щитов, В.Г. Евдокимов, Н.П. Кидяева

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗЕРНОУБОРОЧНЫХ КОМБАЙНОВ НА ОСНОВЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

В статье приведена сравнительная характеристика используемых зерноуборочных комбайнов на уборке сои, установлено, что одним из критериев достоверного определения эффективности использования парка зерноуборочных комбайнов являются энергозатраты. Вопрос об оптимизации выбора зерноуборочных комбайнов на уборке сои рассматривается на основе коэффициентов значимости, что позволит найти оптимальное решение по их распределению с минимальными энергозатратами.

Ключевые слова: уборка сои, зерноуборочный комбайн, эффективность, полные энергозатраты, коэффициент эффективности полных энергозатрат, математическая модель.

S.V. Tshitov, V.G. Evdokimov, N.P. Kidyayeva

THE SUBSTANTIATION OF THE COMBINE HARVESTER USE EFFICIENCY ON THE MATHEMATICAL METHOD BASIS

The comparative characteristic of the used soy gathering combine harvesters is provided in the article; it is established that energy consumption is one of the criteria for the reliable determination of the combine harvester park use. The issue about the combine harvester choice optimization on soy gathering is considered on the basis of the importance coefficients that allow to find the optimum decision on their distribution with the minimum energy consumption.

Key words: soy gathering (взяла gathering, чтобы в тексте harvester и harvesting два раза не было), combine harvester, efficiency, full energy consumption, full energy consumption efficiency ratio, mathematical model.

Введение. Амурская область – это крупнейший регион ДФО, располагающий земельными ресурсами общей площадью 363,7 тыс. км². Удельный вес площади, занятой под посевы, составляет 65 % от общей площади региона.

Основными сельскохозяйственными культурами Амурской области являются: соя, зерновые культуры, картофель, бахчевые и овощные культуры. Одна из приоритетных – соя. Несмотря на то, что с 1995 по 2004 г.