

Т. А. Непарко¹, В. Б. Ловкис¹, Н. Н. Быков¹, Э. В. Дыба²

¹УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: mta_mtp@bsatu.by

²РУП «НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства»

г. Минск, Республика Беларусь

E-mail: dibua-18@mail.ru

ЛЕНТОЧНЫЙ ВАЛКОВАТЕЛЬ: ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА

Аннотация. В статье представлена методика определения эксплуатационных показателей для моделирования процесса сгребания просушенной (проявленной) массы в валки ленточным валкователем на базе различных тракторов, формирования рационального комплекса машин для заготовки высококачественных кормов в конкретных условиях. Выделены две группы факторов, определяющих экологичность использования техники: первая группа связана с повышением эффективности использования всех видов ресурсов, вторая группа факторов требует специальных затрат на повышение экологичности.

Ключевые слова: валкователь, кормопроизводство, эксплуатационные затраты, материалоемкость, топливо, затраты труда, давление, ресурс.

T. A. Neparko¹, V. B. Lovkis¹, N. N. Bykov¹, E. V. Dyba²

¹EI "Belarusian State Agrarian Technical University"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: mta_mtp@bsatu.by

²RUE "SPC NAS of Belarus for Agricultural Mechanization"

Minsk, Republic of Belarus

E-mail: dibua-18@mail.ru

BELT ROLLER: PERFORMANCE INDICATORS AND ENVIRONMENTALLY FRIENDLY PRODUCTION

Abstract. The article presents a methodology for determining operational indicators for modeling the process of raking dried (wilted) mass into windrows using a belt rake based on various tractors, and the formation of a rational set of machines for harvesting high-quality feed under specific conditions. Two groups of factors have been identified that determine the environmental friendliness of technology use: the first group is associated with increasing the efficiency of using all types of resources, while the second group of factors requires special expenditures to improve environmental friendliness.

Keywords: swather, forage production, operating costs, material consumption, fuel, labor costs, pressure, resource.

Введение

Принцип ресурсосбережения предусматривает снижение эксплуатационных затрат и обеспечивается выбором рациональной технологической схемы процесса заготовки кормов и соответствующих технических средств, способов движения в зависимости от размера, рельефа и конфигурации полей, длины гона, маршрута движения транспортных средств с минимальным грузооборотом.

Снижение вредных воздействий на среду при выполнении механизированных операций связано, прежде всего, с сохранением и увеличением плодородия почв. Оструктуренные почвы естественного сложения имеют равновесную плотность 1,00–1,48 г/м³. При плотности на 20–50 % выше равновесной связность многих типов почв возрастает в 6–10 раз, что вызывает разрушение

структуры, снижает ее пористость и водопроницаемость. Исследования показывают, что избыточное уплотнение значительно повышает не только сопротивление дальнейшей обработке, но и требует дополнительных проходов агрегата с почвообрабатывающими орудиями для придания почве оптимальной структуры, что влечет за собой рост энергетических затрат. Передвижение тракторов и другой сельскохозяйственной техники по полям ведет к разрушению не только макроструктуры, но и микроструктуры, повышает содержание пыли в пахотном слое (предельное содержание частиц эрозионной фракции диаметром менее 0,9 мм – более 47 %), что усугубляет эрозию почвы и снижает ее ветроустойчивость.

Коллективом авторов УО «Белорусский государственный аграрный технический университет» и РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства» при выполнении научно-исследовательских работ по заданию 15 «Обосновать основные параметры, разработать и освоить производство ленточного валкователя» подпрограммы «Белсельхозмеханизация-2025» ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии» 2021–2025 гг. разработана методика определения показателей эксплуатационных затрат, к которым относятся затраты материальных, энергетических, трудовых и денежных ресурсов, практически всегда имеющие количественное выражение и принятые в качестве критериев, и показателей экологичности производства.

Основная часть

Эксплуатационные показатели. Экономия металла и других материалов, необходимых для производства техники, достигается как путем непосредственного уменьшения массы машин благодаря их конструктивному совершенствованию, так и в результате повышения их надежности и долговечности. Эксплуатационная материалоемкость i -й операции с учетом не только массы и производительности, но и срока службы машин, ежегодного расхода запасных частей, технологически обусловленного количества обработок наиболее объективно оценивается следующим выражением [1]:

$$M_{ijs} = \frac{d}{W_{q_{ijs}}} \sum_{i=1}^n \frac{G_{ijs} N_{is} \left(\frac{1}{T_{a_{js}}} + \sum_{l=1}^n \gamma_{jsl} a_{то_{js}} \right)}{T_{г_{js}}}, \quad (1)$$

где d – требуемое по агротехнике количество обработок; G_{ijs} – масса j -го трактора и s -й сельскохозяйственной машины, кг; N_{is} – количество s -х сельскохозяйственных машин в агрегате, шт.; $T_{a_{js}}$ – амортизационный срок службы j -го трактора и/или s -й сельскохозяйственной машины, лет; γ_{jsl} – удельный вес стоимости запасных частей к j -му трактору и/или s -й сельскохозяйственной машине на l -й вид ремонта, долей; $a_{то_{js}}$ – норматив затрат на ремонт и техническое обслуживание j -го трактора и/или s -й сельскохозяйственной машины, %; $T_{г_{js}}$ – годовая загрузка j -го трактора и/или s -й сельскохозяйственной машины, ч.

Расход топлива на единицу выполненной работы (кг/га (т)) целесообразно определять по следующей формуле [2]:

$$\Theta_{ijs} = g_{т_{ijs}} k_{ijs} \frac{1 + \sigma_{п}}{0,36}, \quad (2)$$

где $g_{т_{ijs}}$ – удельный расход топлива (тяговый), г/кВт ч; k_{ijs} – удельное сопротивление js -го агрегата, кН/м; $\sigma_{п}$ – коэффициент, учитывающий долю расхода топлива на холостом режиме работы агрегата и на остановках.

Таким образом, экономия энергетических ресурсов при эксплуатации техники зависит как от технической характеристики агрегата и условий работы $\Theta = f(k)$ (типа почвы, глубины обработки, влажности, каменистости, технического состояния машин и их регулировок, скорости движения), от технического состояния энергетического средства (регулировок), правильности

комплектования агрегата, выбора скоростных и загрузочных режимов $\Theta = (g_r)$, так и от организации работы $\Theta = (\sigma_r)$ (количества рабочих и холостых ходов, остановок).

Затраты трудовых ресурсов при выполнении механизированных работ являются основным показателем, определяющим уровень механизации и их себестоимость. Общие прямые затраты труда определяют по следующему выражению:

$$З_{ijsf} = \frac{Л_{мijsf} + Л_{вспijsf}}{W_{чijsf}}, \quad (3)$$

где $Л_{мijsf}$, $Л_{вспijsf}$ – соответственно количество механизаторов и вспомогательных рабочих, обслуживающих один js -й агрегат, чел.

Снижение затрат трудовых ресурсов можно достигнуть повышением производительности машинно-тракторных агрегатов, совершенствованием машин и технологических процессов, механизацией вспомогательных операций.

Снижение себестоимости операции в значительной мере зависит от уровня использования технических средств. Поэтому эффективность использования машин при выполнении механизированных работ целесообразно оценивать по прямым эксплуатационным затратам, под которыми понимают непосредственные затраты денежных средств на выполнение этих работ. Прямые эксплуатационные затраты включают

$$S_{ijsf} = S_{зпijsf} + S_{аijsf} + S_{тоijsf} + S_{тсмijsf} + S_{прijsf}, \quad (4)$$

где $S_{зпijsf}$ – заработная плата обслуживающего персонала с начислениями на социальное страхование, у. е.; $S_{аijsf}$ – амортизационные отчисления на основные средства производства, у. е.; $S_{тоijsf}$ – затраты на ремонт, техническое обслуживание и хранение (машины, агрегата), у. е.; $S_{тсмijsf}$ – затраты на топливо, смазочные материалы и электроэнергию, у. е.; $S_{прijsf}$ – прочие затраты на вспомогательные материалы, у. е.

Как видно из (4) денежные ресурсы определяют возможность управлять размерами, состоянием и развитием всех остальных ресурсов. На снижение денежных затрат оказывают влияние как снижение затрат труда, топлива и смазочных материалов, так и повышение производительности и годовой загрузки машинно-тракторных агрегатов.

Экологичность производства. Отечественный и зарубежный опыт показывает, что для решения проблемы снижения уплотняющего воздействия на почву гораздо более эффективным является применение шин больших габаритов или установка сдвоенных колес, а также «колес-танDEMов» и т. п. При этом необходимо соблюдать соответствие грузоподъемности шины ее внутреннему давлению, что обеспечивает допустимый уровень деформаций и сохранение необходимого ресурса шин.

Негативное воздействие движителей машинно-тракторных агрегатов на почву с учетом характеристики шин отдельной машины при известных значениях массы машины и количества колес можно оценить по величине среднего давления движителей на почву

$$q_{кспijsp} = \frac{m_{кijs} g}{10^3 F_{кпijs}}, \quad (5)$$

где $m_{кijs}$ – масса, создающая статическую нагрузку на почву единичным колесным движителем, кг; g – ускорение свободного падения, м/с²; $F_{кпijs}$ – площадь контакта шины колеса с почвой, м².

Качественную характеристику изменения средних давлений в контакте ходовых систем машин различных классов от изменения их общей массы дает индекс давления [3, 4]

$$PI_{ijs} = \frac{G_{ijs} g}{10^3 F_{расчijs}}, \quad (6)$$

где G_{ijs} – общая масса машины, кг; $F_{расчijs}$ – сумма расчетных площадей всех шин машины, м².

Особо важное значение в повышении экологичности имеет снижение потерь и отходов средств химизации, так как, во-первых, на их производство расходуется большое количество энергии и ресурсов, во-вторых, они обладают высокой степенью агрессивности по отношению к внешней среде. Количественная оценка отходов может быть получена на основе анализа материального баланса вещества на всех этапах. Она тесно связана с показателями полноты использования ресурсов. В частности, коэффициент полезного использования технологических материалов (удобрений, пестицидов, семян и др.) можно определить, как отношение биологически необходимого количества вещества к общему их количеству, расходуемому на единицу площади:

$$\varphi_{m_i} = \frac{q_{ni}}{q_{ni} + \sum_{j=1}^n q_{pi}}, \quad (7)$$

где φ_{m_i} – коэффициент полезного использования материалов; q_{ni} – биологически необходимое количество материала на i -й операции, кг/га; q_{pi} – потери материалов на j -м этапе его хранения и переработки, отнесенные к единице площади, кг/га.

При оценке вредности отходов и потерь вещества следует учитывать кроме количества также меру агрессивности по отношению к среде и время разложения до безвредного уровня. Такие количественные характеристики могут быть получены на основе понятия эксергии, т. е. работы вещества при его взаимодействии со средой. В частности, показатель вредного действия вещества можно представить в следующем виде:

$$\chi_{ok} = \lambda_{ok} C_{ok} T_{ok}, \quad (8)$$

где χ_{ok} – показатель вредного действия отходов k -го вида, Дж/м²; λ_{ok} – удельное значение эксергии отходов, Дж/кг; C_{ok} – концентрация отходов на площади, кг/м²; T_{ok} – время действия отходов, ч.

Еще надо учесть довольно большие потери энергии и нефтепродуктов, низкий уровень утилизации отходов и повторного использования элементов конструкции списанной техники. Полнота использования ресурсов прямо пропорциональна срокам службы технических средств, а также интенсивности их применения.

С учетом вышесказанного можно выделить две группы факторов, определяющих экологичность использования техники. Первая группа связана с повышением эффективности использования всех видов ресурсов, т. е. активизация этих резервов не только повышает экологичность, но и улучшает функциональные показатели, снижает затраты. Так, повышение срока службы техники улучшает и экономические, и экологические показатели. Вторая группа факторов требует специальных затрат на повышение экологичности. Так, проведение восстановительных работ (разуплотнение почвы), внедрение системы нейтрализации отходов требуют дополнительных ресурсов. Однако это не значит, что дополнительные затраты экономически нецелесообразны. Как правило, они дают большой эффект системного характера на длительную перспективу.

Заключение

Для моделирования процесса сгребания просушенной (проявленной) массы в валки ленточным валкователем на базе различных тракторов, формирования рационального комплекса машин для заготовки высококачественных кормов в конкретных условиях, разработана методика определения эксплуатационных показателей.

Выделены две группы факторов, определяющих экологичность использования техники: первая группа связана с повышением эффективности использования всех видов ресурсов, вторая группа факторов требует специальных затрат на повышение экологичности.

Работа выполнялась в рамках задания 15 «Обосновать основные параметры, разработать и освоить производство ленточного валкователя» подпрограммы «Белсельхозмеханизация-2025» ГНТП «Инновационные агропромышленные и продовольственные технологии» 2021–2025 гг.

Список использованных источников

1. Шило, И. Н. Оптимизация стратегии технического оснащения сельскохозяйственного производства в условиях различных форм хозяйствования : дис. ... д-ра техн. наук : 05.20.03 / Шило Иван Николаевич ; БГАТУ. – Мн., 1993. – 286 л.
2. Непарко, Т. А. Технология и техническое обеспечение производства продукции растениеводства : эл. учеб. пособие / Т. А. Непарко ; Минсельхозпрод РБ, БГАТУ, кафедра ЭМТП и А. – Мн. : БГАТУ, 2023. – URL: <https://rep.bsatu.by/handle/doc/20492> (дата обращения: 12.11.2015).
3. Синкевич, П. Н. Тенденция развития зарубежной кормоуборочной техники : обзор. информ. / Всесоюз. научн.-исслед. ин-т и техн.-эконом. исслед. агропром. компл. / П. Н. Синкевич, В. С. Бушейко, В. Н. Кецо. – М., 1989. – 52 с.
4. Юшин, А. А. Пути снижения уплотнения почвы мобильными агрегатами / А. А. Юшин, В. Г. Евтенко, Ю. Н. Благодатный // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 1985. – № 4. – С. 17–20.