

References

1. Press-granulyatory. Linii granulirovaniya serii «DOZA». N. Novgorod [Elektronnyi resurs]. URL: <http://www.dozagran.com/ru/catalog/ogm6>. Zagl. s ekrana. 2011.
2. Patent RF № 2365414/S1, MPK V 02S 13/22. Dezintegrator / V.A. Titov. Opubl. 27.08.09. Byul. № 24.
3. Patent RF № 2366508/S1, MPK V 02S 13/22. Dezintegrator / V.A. Titov. Opubl. 10.09.09. Byul. № 25.
4. Titov V.A., Merzlikina N.V. Dezintegrator dlya tuzhd sel'skogo khozyaistva. Issledovanie protsessov izmel'cheniya // Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – № 11. – S. 166-170.
5. Kolbasina N.A., Merzlikina N.V., Titov V.A. Sovremennyy podkhod k proektirovaniyu tortsevykh zubchatykh peredach i izmel'chiteley materialov na ikh osnove // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta im. akademika M.F. Reshetneva. - 2010. – № 2. – S. 134-136.
6. Titov V.A., Kolbasina N.A., Merzlikina N.V., Pikalov Yu.A., Sekatskii V.S. Sovre-

mennyi podkhod k sozdaniyu original'nykh zubchatykh peredach dlya izmel'chiteley syr'ya i materialov // Tekhnicheskie nauki - ot teorii k praktike. – 2012. – № 14. – S. 30-41.

7. Titov V.A., Merzlikina N.V., Pikalov Yu.A., Sekatskii V.S. Eksperimental'noe issledovanie mnogofunktsional'nykh vozmozhnostey izmel'chiteleya na osnove tortsevoi zubchatoi peredachi // Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk. – 2010. – T. 12. – № 1-2. – S. 556-559.

8. Titov V.A., Pikalov Yu.A., Sekatskii V.S., Merzlikina N.V. Granulyatory syr'ya, sostoyanie i perspektivy // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo aerokosmicheskogo universiteta imeni akademika M.F. Reshetneva. – 2012. – № 6 (46). – S. 197-200.

9. Titov V.A., Rybin A.A., Pikalov Yu.A. i dr. Eksperimental'nyi stend na baze tekhniki Siemens i tekhnologii National Instruments dlya issledovaniya izmel'chiteleya materialov // Problemy mashinostroeniya i avtomatizatsii. – 2011. – № 1. – S. 119-124.



УДК 631.171.(07308)

В.А. Завора
V.A. Zavora

ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ КОЛИЧЕСТВА МОБИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ МАШИННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ РАСТЕНИЕВОДСТВА

FUNDAMENTALS OF THEORETICAL SUBSTANTIATION OF MOBILE MACHINERY UNITS NUMBER AT FARM MACHINERY DEPOTS TO PERFORM CROP GROWING OPERATIONS

Основой энергетики аграрного производства для выполнения технологических работ в растениеводстве служат мобильные агрегаты. Экономическая эффективность работы мобильных агрегатов в большой степени зависит от правильного выбора типа энергетических средств. Выбор и комплектование состава МТП – одна из основных задач, от решения которой зависит эффективность работы машинно-технологических станций (МТС). Учитывая особенности функционирования МТС и эксплуатации МТП, его марочный состав определяют на основании оценки удельных приведенных затрат. Это позволяет рационализировать количество машин, их годовую загрузку и существенно уменьшить капиталовложения. Рассматриваются теоретические вопросы обоснования количества мобильных агрегатов при выполнении механизированных работ в растениеводстве машинно-технологическими станциями. Характер полученной зависимости позволяет сделать ряд выводов. 1. Потребное количество агрегатов пропорционально сезонному объему работ. 2. Необходимое количество агрегатов увеличивается при прочих равных условиях с увеличением значений $K_{\text{пр}}$, U , C_n . Таким образом, повышение урожайности или закупочной цены на продукцию в n раз приводит к увеличению экономически целесообразного количества агрегатов в \sqrt{n} раз. 3. Потребное количество агрегатов для выполнения определенного объема работ уменьшается с увеличением рабочей скорости v_p , коэффициента использования времени τ и удельной стоимости машин.

Ключевые слова: удельные приведенные затраты, балансовая стоимость машин, рациональный шлейф, отчисления на реновацию мобильного агрегата, нормативный коэффициент,

продолжительность рабочего дня, коэффициент использования времени смены.

The energy sources in crop growing operations are mobile machinery units. The economic efficiency of mobile units' operation is their correct choice. The selection of machinery and completing machine-and-tractor fleet (MTF) is one of the main issues determining the efficiency of farm machinery depots (FMD). Taking into consideration the features of FMD functioning and MTF operation, its machinery list is determined on the basis of total unit costs. That enables rationalizing the number of machinery, their annual load and to significantly reduce investment. The theoretical issues of the substantiation the number of mobile machinery units at FMD for mechanized operations in crop growing are discussed. The obtained dependence suggests the following conclusions: 1) the required number of units is proportional to the seasonal work volume; 2) required number of units increases, all other things being equal, with increasing values of K (crop losses), U (crop yield), C (crop purchasing price). Thus, n -times increase in crop yields or crop purchasing price results in economically viable increase in units number \sqrt{n} times; 3) the required number of units to perform a certain amount of operations decreases with increasing operating speed, time utilization rate and the unit cost of the machinery.

Keywords: total unit costs, balance cost of machinery, rational tail, deductions for renovation of a mobile unit, norm coefficient, work hours, shift time utilization rate.

Завора Виктор Алексеевич, к.т.н., проф., каф. безопасности жизнедеятельности, Алтайский государственный аграрный университет. Тел. (3852) 62-99-58. E-mail: agau@asau.ru.

Zavora Viktor Alekseyevich, Cand. Tech. Sci., Prof., Chair of Life Safety, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-99-58. E-mail: agau@asau.ru.

Основой энергетики аграрного производства для выполнения технологических работ в растениеводстве служат мобильные агрегаты [1]. Экономическая эффективность работы мобильных агрегатов в большой степени зависит от правильного выбора типа энергетических средств [2]. Выбор и комплектование состава МТП – одна из основных задач, от решения которой зависит эффективность работы машинно-технологических станций (МТС). Учитывая особенности функционирования МТС и эксплуатации МТП, его марочный состав определяют на основании оценки удельных приведенных затрат. Это позволяет рационализировать количество машин, их годовую загрузку и существенно уменьшить капиталовложения [3].

Годовой объем Q механизированных работ, включающий объемы работ по i -м технологическим операциям, выполняемых в различные k -е календарные периоды j -м типом МТА, составляет, га [4]:

$$Q = \sum_k \sum_j \sum_i Q_{ijk} \rightarrow \max, \quad (1)$$

где K, J, I – соответственно количество периодов, агрегатов, операций.

Учитывая особенности использования МТП на предприятии производственно-технологического обслуживания, принимаем максимальную загрузку машин в течение всего года с соблюдением агротехнических сроков проведения механизированных работ;

продолжительность работ по каждой i -й технологической операции j -м агрегатом ограничиваем календарными агротехническими сроками начала T_n и конца T_k [5].

При выборе типа тракторов или самоходных шасси необходимо руководствоваться следующими основными принципами [6]:

- количество типов тракторов и шасси должно быть минимальным. Это требование объясняется соображениями простоты в эксплуатации, обслуживании, подготовке трактористов, снабжении запасными частями и рядом других преимуществ;

- тип и количество тракторов должно исходить из соответствия машин намеченному технологическому процессу;

- тракторы выбранных типов должны выполнять все работы в хозяйстве;

- при выборе типа трактора, особенно по типу ходовой части, следует учитывать природно-климатические условия: удельное сопротивление почв, влажность почвы и воздуха

в периоды выполнения полевых работ, характер рельефа, размеры полей и т.д.

В каждом хозяйстве (обслуживаемом МТС) имеется определенный объем работ, который необходимо выполнить в соответствии с зональной технологией.

При малом количестве мобильных агрегатов работа будет выполнена за большой промежуток времени, что приведет в дальнейшем к большим потерям урожая из-за несвоевременности выполнения работ. Удельные приведенные затраты будут велики именно из-за значительного удельного веса затрат, связанных с потерей части продукции [7].

Суммарная доля потерь (недополученную прибыль) при выполнении i -й технологической операции за пределами оптимального агротехнического срока:

$$S_n = 0,5C_n \cdot U \cdot F \cdot K_n (T_\phi - T_a)(1+d), \quad (2)$$

где C_n – средняя закупочная цена сельхозкультуры, руб/т;

U – урожайность, т/га;

F – суточная производительность агрегата, га;

K_n – доля потерь сельхозкультуры;

T_a – агротехнический срок работы, сут.;

T_ϕ – фактическая продолжительность выполнения работ, сут.;

d – коэффициент, учитывающий технические, климатические и организационные потери рабочего времени.

Если количество агрегатов будет очень большим – в данном случае потери урожая будут значительно снижены, однако удельные приведенные затраты будут велики из-за большого удельного веса затрат, связанных с приобретением и эксплуатацией техники.

В связи с этим возникает важная задача определения оптимального количества агрегатов, которые бы позволили выполнить работу с наименьшими затратами.

Выразим составляющие суммарных приведенных затрат в следующем виде:

$$S = P = \frac{C_{T(a_1+E_n)} \gamma_1}{100W} + \frac{C_{cu(a_2+E_n)} \gamma_2}{100W} + \frac{C_{M(a_3+E_n)} \gamma_3}{100W} + C_{KP} + \sum_{i=1}^n C_{TP,TO} + H + \sum_{i=1}^m 3_i + 0,5C_n U F \cdot K_n (T_\phi - T_a)(1+d) \quad (3)$$

где C_T – балансовая стоимость трактора, руб.;

$\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ – отчисления на реновацию трактора, сцепки и сельскохозяйственных машин, %;

E_n – нормативный коэффициент окупаемости капитальных вложений;

$\gamma_1, \gamma_2, \gamma_3$ – удельный вес данной работы в общем годовом объеме работ, выполняемых данной машиной, доля;

$C_{сц}$ – балансовая стоимость сцепки, руб.;

C_m – суммарная балансовая стоимость сельскохозяйственных машин, руб.;

W – объем данной работы в хозяйстве, га;

$C_{кр}$ – отчисления на капитальный ремонт трактора, руб/га;

$\Sigma C_{тр.то}$ – суммарные отчисления на текущий ремонт и техническое обслуживание трактора, сцепки и сельскохозяйственных машин, руб/га;

H – стоимость топлива, руб/ч;

Z_i – зарплата механизаторов.

Если помимо данной операции трактор, сцепка или другая машина используются в течение года на других работах, то на данную операцию не может быть отнесена годовая сумма затрат, связанных с отчислениями на реновацию и нормативную окупаемость капитальных вложений, а только ее часть, представленная коэффициентом γ .

Например, универсальные сцепки используются на различных работах: бороновании, культивации, посевах и т.д. Доля работ сцепок (по времени) на посевах в условиях хозяйств зоны Алтая составляет примерно 30%. Значение γ в данном случае для сцепки будет равно 0,3.

Если в агрегате используются специальные машины, применяемые только на данной работе, значение коэффициента γ для них будет равно 1.

Выполним некоторые преобразования выражения (3) и представим в таком виде:

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n \rho_i B_p (\alpha_i + E_n) \gamma_i}{100 W_{сез}} + \frac{K_{пч} UC_{пч} W_{сез}}{W_{ЛН}} + B, \quad (4)$$

где ρ_i – удельная скорость трактора, сцепки и сельскохозяйственных машин, приходящаяся на 1 м рабочей ширины захвата агрегата, руб/м;

B_p – рабочая ширина захвата агрегата, м;

$W_{дн} = 0,1 \cdot B_p v_p T \tau$ – дневная производительность агрегата, га/день;

v_p – рабочая скорость агрегата, км/ч;

T – продолжительность рабочего дня, ч;

τ – коэффициент использования времени смены.

$$W_{сез} = (T_{ф} - T_{а})(1 + d)F,$$

где $W_{сез}$ – сезонная выработка мобильного агрегата, га.

Выполнив исследование функции P на отыскание экстремума по B_p , получаем:

$$B_{ш}^{ОПТ} = W_{сез} \sqrt{\frac{10 \cdot 100 \cdot K_{пч} UC_{пч}}{V_p \tau \sum_{i=1}^n \rho_i (\alpha_i + E_n) \gamma_i}}, \quad (5)$$

где $B_{ш}^{ОПТ}$ – оптимальный шлейф машин, м;

$K_{пч}$ – коэффициент учета потерь, доля/ч.

Оптимальное количество агрегатов находим по формуле:

$$n_a = \frac{B_{ш}^{ОПТ}}{B_p}. \quad (6)$$

Полученное значение n_a позволяет определить экономически целесообразный уровень оснащения техникой определенного процесса:

$$\Xi_{пч} = \frac{n_a}{W_{сез}} \cdot 1000, \quad (7)$$

где $\Xi_{пч}$ – количество агрегатов на 1000 га.

При использовании в качестве целевой функции прямых эксплуатационных затрат выражение (5) принимает следующий вид:

$$B_{ш}^{ОПТ} = W_{сез} \sqrt{\frac{10 \cdot 100 \cdot K_{пч} UC_{пч}}{V_p \tau \sum_{i=1}^n \rho_i \alpha_i \gamma_i}}. \quad (8)$$

Характер полученной зависимости позволяет сделать ряд выводов.

1. Потребное количество агрегатов пропорционально сезонному объему работ.

2. Необходимое количество агрегатов увеличивается при прочих равных условиях с увеличением значений $K_{пч}$, U , $C_{пч}$. Таким образом, повышение урожайности или закупочной цены на продукцию в n раз приводит к увеличению экономически целесообразного количества агрегатов в \sqrt{n} раз.

3. Потребное количество агрегатов для выполнения определенного объема работ уменьшается с увеличением рабочей скорости v_p , коэффициента использования времени τ и удельной стоимости машин.

Библиографический список

1. Завора В.А., Толокольников В.И., Васильев С.Н. Основы технологии и расчета мобильных процессов растениеводства. – Барнаул, 2008. – 263 с.

2. Пискарев А.В. Надежность технологических систем машиноиспользования в растениеводстве: совершенствование методов проектирования и эксплуатаций на основе системного подхода: монография. – Новосибирск: НГАУ, 2011. – 384 с.

3. Кушнарёв Л.И. Рациональная организация производственно-технологического сер-

виса на МТС // Тракторы и с.-х. машины. – 2002. – № 10. – С. 36–42.

4. Кушнарёв Л.И. Совершенствование технического сервиса машинно-тракторного парка МТС: монография. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2002. – 136 с.

5. Пазова Т.Х., Дзуганов В.Б. Обоснование состава парка машин машинно-технологических станций // Механизация электрификации сельского хозяйства. – 2011. – № 10. – С. 2–3.

6. Анискин В.И., Антышев Н.М., Бычков Н.И. и др. Тракторный парк России: развитие и научное обоснование // Тракторы и сельскохозяйственные машины. – 1999. – № 12. – С. 24–28.

7. Завора В.А. Основы эксплуатации мобильных сельскохозяйственных агрегатов. – Барнаул, 2004. – 256 с.

References

1. Zavora V.A., Tolokol'nikov V.I., Vasil'ev S.N. Osnovy tekhnologii i rascheta mobil'nykh protsessov rastenievodstva. – Barnaul, 2008. – 263 s.

2. Piskarev A.V. Nadezhnost' tekhnologicheskikh sistem mashinoispol'zovaniya v rastenievodstve: Sovershenstvovanie metodov proektirovaniya i ekspluatatsii na osnove sistemnogo podkhoda: monografiya. – Novosibirsk: NGAU, 2011. – 384 s.

3. Kushnarev L.I. Ratsional'naya organizatsiya proizvodstvenno-tekhnologicheskogo servisa na MTS // Traktory i s.-kh. mashiny. – 2002. – № 10. – С. 36–42.

4. Kushnarev L.I. Sovershenstvovanie tekhnicheskogo servisa mashinno-traktornogo parka MTS: monografiya. – М.: МГАУ им. В.П. Горячкина, 2002. – 136 с.

5. Pazova T.Kh., Dzuganov V.B. Obosnovanie sostava parka mashin mashinno-tekhnologicheskikh stantsii // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva. – 2011. – № 10. – С. 2–3.

6. Aniskin V.I., Antyshev N.M., Bychkov N.I. i dr. Traktorni park Rossii: razvitie i nauchnoe obosnovanie // Traktory i sel'skokhozyaistvennye mashiny. – 1999. – № 12. – С. 24–28.

7. Zavora V.A. Osnovy ekspluatatsii mobil'nykh sel'skokhozyaistvennykh agregatov. – Barnaul, 2004. – 256 s.



УДК 537.39:621.315:621.317:614.8

А.Ф. Костюков, О.К. Никольский, Н.И. Черкасова
A.F. Kostyukov, O.K. Nikolskiy, N.I. Cherkasova

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И РЕСУРСА ЭЛЕКТРОУСТАНОВОК

ANALYSIS OF OPERATING CONDITION TESTING METHODS AND ELECTRICAL DEVICES OPERATING LIFE

Важным условием получения объективной информации о техническом состоянии изучаемого объекта является прогнозирование его полного и остаточного ресурса. Необходимо создание эффективной системы технического обслуживания, включающей комплекс диагностических и профилактических мер, направленных на снижение и предупреждение отказов и аварий в процессе эксплуатации электроустановок. Механизмы износа, являющиеся общими для любой технической системы, могут быть использованы для описания физических процессов старения и повреждения электропроводок, эксплуатирующихся в условиях сельскохозяйственного производства. Надежность предполагает только возможность выполнения свойственных ей функций (обеспечения передачи и потребления электроэнергии), тогда как безопасность связана с вероятностью нанесения ущерба человеку, животному и среде их обитания. Поэтому износ можно рассматривать как некоторый показатель, характеризующий и надежность, и безопасность электроустановки. В зависимости от объема и характера имеющихся исходных данных для прогнозирования остаточного ресурса могут быть применены статистические либо приближенные методы. Тип математической модели для прогнозирования выбирают, исходя из вида преобладающего механизма разрушения, уровня и характера нагрузок. Эти данные могут быть получены путем проведения натуральных или модельных

исследований, используя при этом ресурсные или функциональные испытания электроустановок. Проведение функциональных испытаний сопряжено с необходимостью сбора большого объема информации; эти испытания должны базироваться на теории планирования эксперимента, они имеют высокую стоимость и требуют значительного времени работы на низких уровнях нагрузки. Однако функциональные испытания позволяют получить достоверную информацию о техническом состоянии электроустановок, выявить основные факторы, влияющие на долговечность и установить количественные связи между диагностируемыми параметрами электроустановки и факторами нагрузки. Функциональные испытания позволяют также выявить основные виды повреждения, тем самым оценить остаточный ресурс и дать его прогноз на определенный интервал времени.

Ключевые слова: электропроводка, оценка, прогнозирование, техническое состояние, кинетическая модель, испытания, математическое моделирование, преждевременный износ.

An important condition in obtaining unbiased information on the operating conditions of the tested device is to forecast its total operating life and its limited operation life. It is necessary to