

ПРОЦЕССЫ И МАШИНЫ АГРОИНЖЕНЕРНЫХ СИСТЕМ

УДК 631.171 (075.08)

Д.Н. Пирожков, В.И. Беляев, В.А. Завора
D.N. Pirozhkov, V.I. Belyayev, V.A. Zavora

ОСНОВЫ ТЕОРЕТИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА АГРАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

THE FUNDAMENTALS OF THEORETICAL SUBSTANTIATION OF TECHNICAL EQUIPMENT OF CROP PRODUCTION AT AN AGRICULTURAL ENTERPRISE

Ключевые слова: критическое оснащение аграрной техникой растениеводства, агротехнические сроки, минимальные затраты, потребность техники.

От развития агропромышленного комплекса в значительной мере зависят состояние всего народнохозяйственного потенциала, уровень продовольственной безопасности государства и социально-экономическая обстановка в обществе. В ходе проведенных реформ эта жизненно необходимая сфера экономики – сельское хозяйство была оставлена без инвестиций и лишена перспектив. Результаты мониторинга оснащенности техникой производства продукции растениеводства показывают критическое истощение ресурсного обеспечения сельхозпроизводства. За период с 1992-2011 гг. тракторный парк сократился с 1290,7 до 292,6 тыс. ед. (в 4,4 раза), парк зерноуборочных комбайнов – с 370,8 до 76,7 тыс. ед. (в 4,8 раза), кормоуборочных комбайнов – со 120,1 до 18,9 тыс. ед. (почти 6,4 раза). Такое положение не позволяет реализовывать эффективные технологии производства. Перед инженерно-технической службой агропредприятий стоит задача сокращения затрат на механизированные работы. Исходя из этого тракторам каждой марки, казалось бы, нужно производить те операции, на которых меньше расходы, однако практически так сделать невозможно. Во-первых, нельзя загрузить тракторы только работами с самыми низкими затратами. Во-вторых, следует считаться с агротехническими сроками, которые заставляют привлекать всю имеющуюся в хозяйстве технику для быстрого завершения работ. Поэтому специалистам хозяйств и руководителям производственных подразделений необходимо ежедневно заниматься рациональным распределением техники с тем, чтобы в лучшие агротехнические сроки выполнить необходимый объем работ с минимальными затратами. Исходя из этого воз-

никает важная задача определения оптимального количества агрегатов, которые бы позволили выполнить работу с наименьшими затратами.

Keywords: critical equipment of crop production with agricultural machinery, minimum costs, need for machinery.

The development of farming industry considerably determines the state of the whole economic potential, the level of food security of the country and the socio-economic situation in the society. In the course of the reforms, this vital sphere of the economy was left without investments and devoid of prospects. The monitoring of the equipment of crop production showed a critical situation in the resource support of agricultural production. During the period of 1992-2011, the tractor fleet decreased from 1290.7 thous. to 292.6 thous. units (4.4 times), the fleet of grain combine harvesters – from 370.8 thous. to 76.7 thous. units (4.8 times), forage harvesters – from 120.1 thous. to 18.9 thous. units (6.4 times). This situation does not allow implementing efficient production technologies. The engineering personnel of agricultural enterprises face the challenge of reducing the costs of mechanized operations. For this reason, each type of tractors should perform less costly operations but this is virtually impossible. Firstly, it is not possible to involve the tractors in the operations with the lowest costs only. Secondly, one should take into account the agronomic timeframe that makes involve all available machinery to timely complete the farming operations. Therefore, the farm managers and specialists need to routinely be engaged in rational distribution of machinery to complete the required operations within the best timeframe at minimum cost. On this basis, there is an important problem of determining the optimal number of machinery units that would allow performing an operation at the lowest cost.

Пирожков Дмитрий Николаевич, д.т.н., доцент, декан инженерного фак-та, зав. каф. механики и инженерной графики, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-80-83. E-mail: mms.asau@yandex.ru.

Беляев Владимир Иванович, д.т.н., проф., зав. каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Завора Виктор Алексеевич, к.т.н., проф., каф. сельскохозяйственной техники и технологий, Алтайский государственный аграрный университет. Тел.: (3852) 62-99-58. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Pirozhkov Dmitriy Nikolayevich, Dr. Tech. Sci., Assoc. Prof., Dean, Engineering Dept., Head, Chair of Mechanics and Engineering Graphics, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-80-83. E-mail: mms.asau@yandex.ru.

Belyaev Vladimir Ivanovich, Dr. Tech. Sci., Prof., Head, Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-35-99. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

Zavora Viktor Alekseyevich, Cand. Tech. Sci., Prof., Chair of Agricultural Machinery and Technologies, Altai State Agricultural University. Ph.: (3852) 62-99-58. E-mail: prof-Belyaev@yandex.ru.

От развития агропромышленного комплекса в значительной мере зависят состояние всего народнохозяйственного потенциала, уровень продовольственной безопасности государства и социально-экономическая обстановка в обществе.

Поэтому в любой стране на развитие АПК из бюджета выделяются значительные средства: в США – 38%, Германии – 46, Швеции – 59, Японии – 66, Финляндии – 72, Норвегии – 77, а в России – всего 2%.

В ходе проведенных реформ эта жизненно необходимая сфера экономики – сельское хозяйство была оставлена без инвестиций и лишена перспектив развития [1].

Результаты мониторинга оснащенности техникой производства продукции растениеводства показывают критическое истощение ресурсного обеспечения сельхозпроизводства. За период с 1992-2011 гг. тракторный парк сократился с 1290,7 до 292,6 тыс. ед. (в 4,4 раза), парк зерноуборочных комбайнов – с 370,8 до 76,7 тыс. ед. (в 4,8 раза), кормоуборочных комбайнов – со 120,1 до 18,9 тыс. ед. (почти 6,4 раза), а парк машин для внесения органических и минеральных удобрений – более чем в 10 раз [2].

Производство сельскохозяйственных тракторов предприятиями России сократилось со 136 тыс. ед. в 1990 г. до 7,6 тыс. ед. в 2012 г., то есть почти в 18 раз, а оснащенность пашни – с 11 тракторов на 1000 га в 1992 г. до 4 в 2012 г., то есть почти в 3 раза.

Сокращение тракторного парка стало главной причиной уменьшения площади пашни (со 129,1 в 1990 г. до 70,8 млн га в 2012 г.) и количества работников на селе (с 9,5 в 1990 г. до 2,6 млн чел. в 2012 г.).

Такое положение не позволяет реализовать эффективные технологии производства.

Анализ технического уровня отечественных и зарубежных тракторов показывает, что по основным характеристикам, таким как диапазон мощности, удельный расход топлива, наработка на отказ и другие отечественные тракторы существенно уступают импортным (табл.) [2].

Таблица

Сравнительный анализ отечественных и зарубежных тракторов по отдельным параметрам технических характеристик

Зарубежные	Отечественные
Диапазон мощности, л.с.	
7-600	20-350
Удельный расход топлива, г/л.с.·ч	
145	165-175
Наработка на отказ, мотто-ч	
1500-2000	250-400
Ресурс двигателя, тыс. ч	
15-20	до 10

В настоящее время в агропромышленном комплексе Алтайского края работает порядка 2543 тракторов марки К-700 (всех модификаций), 359 импортных тракторов мощностью свыше 300 л.с., 885 тракторов Т-150К, 3700 – Т-4А, свыше 10200 тракторов МТЗ (всех модификаций).

Перед инженерно-технической службой агропредприятий стоит задача сокращения затрат на механизированные работы. Исходя из этого тракторам каждой марки, казалось бы, нужно производить те операции, на которых меньше расходы, однако практически так сделать невозможно [3]. Во-первых, нельзя загрузить тракторы только работами с самыми низкими затратами. Во-вторых, следует считаться с агротехническими сроками, которые заставляют привлекать всю имеющуюся в хозяйстве технику для быстреего завершения работ. Поэтому специалистам хозяйств и руководителям производственных подразделений необходимо повседневно заниматься рациональным распределением техники с тем, чтобы в лучшие агротехнические сроки выполнить необходимый объем работ с минимальными затратами [4].

В каждом хозяйстве имеется определенный объем работ, который необходимо выполнить в соответствии с зональной технологией. Например, известно, что в хозяйстве на протяжении ряда лет необходимо будет проводить вспашку под зерновые культуры на

площади 10000 га. Для этой цели может быть использовано различное количество пахотных агрегатов.

При малом количестве пахотных 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.

Возможен второй вариант, когда 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.

Исходя из этого целью исследования является оптимизация количества агрегатов, которые бы позволили выполнить работу с наименьшими затратами [5]:

$$P = \frac{C_T(\alpha_1 + E_H)\gamma_1}{100W} + \frac{C_{CC}(\alpha_2 + E_H)\gamma_2}{100W} + \frac{C_M(\alpha_3 + E_H)\gamma_3}{100W} + R_{кр} + \sum_{i=1}^n R_{тр.ту} + F + \sum_{i=1}^m \Xi_i + K_{п} UC_{п} D_{ср} \quad (1)$$

где C_T – балансовая стоимость трактора, руб.;

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

E_H – 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_{CC} – балансовая стоимость сцепки, руб.;

C_M – суммарная балансовая стоимость сельскохозяйственных машин, руб.;

W – объем данной работы в хозяйстве, га;

$R_{кр}$ – отчисления на капитальный ремонт 1 трактора, руб./га;

$\sum R_{тр.ту}$ – суммарные отчисления на текущий ремонт и технические обслуживания трактора, сцепки и сельскохозяйственных машин, руб./га.

При расчетах необходимо учитывать следующее.

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.

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

Сделаем некоторые преобразования выражения (1), выполнив исследование функции P на отыскание экстремума по $V_{ш}$, и получаем:

$$V_{ш}^{опт} = W_{сез} \sqrt{\frac{QK_{пч}UC_{п}}{v_{р}T \sum_{i=1}^n \rho_i(\alpha_i + E_H)\gamma_i}} \quad (2)$$

где $V_{ш}^{опт}$ – оптимальный шлейф машин, м;

Q – объем работ на 1000 га;

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

Оптимальное количество агрегатов находим по формуле:

$$n_{з} = \frac{V_{ш}^{опт}}{V_p} \quad (3)$$

Полученное значение $n_{з}$ позволяет определить экономически целесообразный уровень оснащения техникой определенного процесса:

$$\Xi_{п} = \frac{n_{з}}{W_{сез}} 1000 \quad (4)$$

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

При использовании в качестве целевой функции прямых эксплуатационных затрат выражение (2) принимает следующий вид [6]:

$$V_{ш}^{опт} = W_{сез} \sqrt{\frac{QK_{пч}UC_{п}}{v_{р}T \sum_{i=1}^n \rho_i \alpha_i \gamma_i}} \quad (5)$$

Если взамен старой приобретают новую машину или реконструируют старую, целесообразно определить срок окупаемости, под которым подразумевают число лет, в течение которых возмещаются затраты на приобретение новой или на реконструкцию старой машины. Если экономия при применении новой машины составляет Ξ руб./ц, то срок окупаемости новой машины будет [6]:

$$O_{л} = \frac{C_{нн} + C_{нс}}{\Xi W_{сез} U_n} \text{ лет}, \quad (6)$$

где $W_{сез}$ – сезонная (годовая) выработка машины, га;

$C_{нн}$ – стоимость новой машины, руб.;

$C_{нс}$ – неамортизированная часть стоимости старой машины, руб.;

U_n – сбор продукции, ц/га при применении новой машины.

При подборе системы машин для сельскохозяйственного предприятия надо исходить из необходимости: выполнять все разнообразие технологических процессов наименьшим возможным количеством машин различных типов и конструкций. Это упростит и удеше-

вит техническое обслуживание машинно-тракторного парка. Как показывает практика, во многих случаях можно осуществлять все плановые работы, пользуясь тракторами двух-трех марок. При этом, конечно, не должны снижаться агротехнические требования.

На основании вышеизложенных положений можно сделать следующие выводы:

1. Необходимо обратить внимание на то обстоятельство, что полученный теоретически рациональный вариант машинно-тракторного парка является не догмой, а руководством к действию, и в конкретных условиях возможна его незначительная корректировка.

2. Агрегаты выбранных типов должны выполнять все виды работ в предприятии.

3. Количество типов (марок) тракторов должно быть минимальным. Это требование объясняется соображениями простоты в эксплуатации, обслуживании, снабжении запасными частями и рядом других преимуществ.

4. Потребное количество агрегатов прямо пропорционально сезонному объему работ.

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

6. Потребное количество агрегатов для выполнения определенного объема работ уменьшается с увеличением рабочей скорости U_p , коэффициента использования времени T и удельной стоимости машин.

Библиографический список

1. Пазова Т.Х., Дзуганов В.Б. Обоснование состава парка машин машинно-технологических станций // Механизация электрификации сельского хозяйства. – 2011. – № 10. – С. 2-3.
2. Измайлов А.Ю., Лобачевский Я.П. Система машин и технологий для комплексной механизации и автоматизации сельскохозяйственного производства на период до 2020 года // Сельскохозяйственные машины и технологии. – 2013. – № 6.
3. Завора В.А., Толокольников В.И., Васильев С.Н. Основы технологии и расчета мобильных процессов растениеводства. – Барнаул, 2008. – 263 с.
4. Пискарев А.В. Надежность технологических систем машиноиспользования в растениеводстве: Совершенствование методов про-

ектирования и эксплуатаций на основе системного подхода: монография. – Новосибирск: НГАУ, 2011. – 384 с.

5. Кушнарёв Л.И. Рациональная организация производственно-технологического сервиса на МТС // Тракторы и с.-х. машины. – 2002. – № 10. – С. 36-42.

6. Завора В.А. Основы теоретического обоснования количества мобильных агрегатов машинно-технологических станций для выполнения работ растениеводства // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2014. – № 1.

7. Завора В.А., Маликова Н.С., Выставкин С.Б. К вопросу рационального оснащения мобильной техникой агропредприятий с учетом дифференцированной дотации продукции растениеводства // Вестник ЧГАА. – 2011. – Т. 58.

References

1. Pazova T.Kh., Dzuganov V.B. Obosnovanie sostava parka mashin mashinno-tekhnologicheskikh stantsii // Mekhanizatsiya i elektrifikatsiya sel'skogo khozyaistva. – 2011. – № 10. – S. 2-3.
2. Izmailov A.Yu., Lobachevskii Ya.P. Sistema mashin i tekhnologii dlya kompleksnoi mekhanizatsii i avtomatizatsii sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva na period do 2020 goda // Sel'skokhozyaistvennye mashiny i tekhnologii. – 2013. – № 6.
3. Zavora V.A., Tolokol'nikov V.I., Vasil'ev S.N. Osnovy tekhnologii i rascheta mobil'nykh protsessov rastenievodstva. – Barnaul, 2008. – 263 s.
4. 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.
5. Kushnarev L.I. Ratsional'naya organizatsiya proizvodstvenno-tekhnologicheskogo servisa na MTS // Traktory i s.-kh. mashiny. – 2002. – № 10. – S. 36-42.
6. Zavora V.A. Osnovy teoreticheskogo obosnovaniya kolichestva mobil'nykh agregatov mashinno-tekhnologicheskikh stantsii dlya vypolneniya rabot rastenievodstva // Vestnik Altaiskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2014. – № 1.
7. Zavora V.A., Malikova N.S., Vystavkin S.B. K voprosu ratsional'nogo osnashcheniya mobil'noi tekhnikii agropredpriyatii s uchetom differentsirovannoi dotatsii produktsii rastenievodstva // Vestnik ChGAA. 2011. – Т. 58.

