

лос» Матвеево-Курганского район Ростовской области. Оптимизация фондов, сроков применения удобрений позволит с.-х. организации получать необходимое количество продукции растениеводства при существенной экономии средств на покупку удобрений, внесении их в почву, а также использовать ценный ресурс — навоз от различных групп животных, выращиваемых в с.-х. организации. Навоз выступает как сырье для получения высококачественных органических удобрений, которые в свою очередь являются источником пополнения питательных веществ почвы, а главное — источником восстановления гумуса.

УДК 631.171/.173.003.12

Н.И. Селезнёва

Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ОБЛАСТИ ОЦЕНКИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОГО УРОВНЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

В последние годы в агропромышленном комплексе сохраняется тенденция сокращения наличия сельскохозяйственной техники. Парк машин к уровню 1990 года уменьшился более чем наполовину. В настоящее время поступление новой техники составляет не более 3% от ее наличия, а списание — 4...8% [1]. Вследствие износа ремонтного оборудования значительно падает качество производимой продукции. Остро встает вопрос обновления как парка сельскохозяйственных машин, так и ремонтно-обслуживающей базы. Для того чтобы руководителям предприятий легче было определиться с выбором нового оборудования, необходима методика оценки технико-экономического уровня машин и оборудования.

К основным технико-экономическим показателям технологического оборудования относятся:

- стоимость оборудования по каталогу производителя (дилера), C_T ;
- срок эксплуатации оборудования, $T_{сл}$;
- масса оборудования, M ;
- норма амортизации оборудования, Z_a ;
- монтажно-наладочные расходы, $C_{мн}$;
- численность обслуживающего персонала, L ;
- суммарные затраты на заработную плату персонала, которая складывается из основной и дополнительной заработной платы с учетом социальных отчислений, $ZП$;
- часовая производительность оборудования, $P_ч$;
- годовая производительность, $W_г$;

Список литературы

1. Бондаренко А.М., Забродин В.П., Курочкин В.Н. Механизация процессов переработки навоза животноводческих предприятий в высококачественные органические удобрения: монография. — Волгоград: ФГОУ ВПО АЧГАА, 2010. — 184 с.
2. Вуколов М.В. Автоматизированное рабочее место «АГРОНОМ-АГРОХИМИК»: методические указания для студентов агрономических специальностей. — М.: МСХА, 1992. — 62 с.
3. Качанова Л.С., Вуколов М.В. Моделирование распределения фондов минеральных удобрений сельскохозяйственной организации: методические рекомендации по выполнению курсовой работы. — М.: ФГБОУ ВПО МГАУ, 2013. — 36 с.

- норма затрат на техническое обслуживание и ремонт (% от балансовой стоимости), $H_{тор}$;
- расход электроэнергии, $Q_{эл}$;
- стоимость электроэнергии, $Ц_{эл}$.

Текущие издержки (эксплуатационные затраты) при использовании технологического оборудования рассчитываются так:

$$Z_{экс} = ZП + Z_{эл} + Z_a + Z_{тор}, \quad (1)$$

где $ZП$ — суммарная заработная плата (с начислениями) обслуживающего персонала (основная и дополнительная, учитывающая надбавки за стаж, квалификацию, доплаты за качество и количество произведенной продукции); $Z_{эл}$ — затраты на электроэнергию; Z_a — затраты на амортизацию оборудования; $Z_{тор}$ — затраты на ремонт и техническое обслуживание.

Заработная плата обслуживающего персонала на единицу работы:

$$ZП = \frac{ZП_{общ} L W_г}{P_ч}, \quad (2)$$

где $ZП_{общ}$ — общая заработная плата всего обслуживающего персонала со всеми отчислениями за 1 ч работы; L — численность обслуживающего персонала; $W_г$ — годовая наработка; $P_ч$ — часовая производительность.

Затраты на электроэнергию:

$$Z_{эл} = Q_{эл} Ц_{эл} W_г, \quad (3)$$

где $Q_{эл}$ — расход электроэнергии при использовании технологического оборудования; $Ц_{эл}$ — цена электроэнергии.

Затраты на амортизацию технологического оборудования:

$$Z_a = \frac{B_{ст} H_a t_{оп}}{100 T_r}, \quad (4)$$

где $B_{ст}$ — балансовая стоимость сельскохозяйственной техники по каталогам производителей (дилеров); H_a — норма амортизации на технику; $t_{оп}$ — время занятости оборудования на выполнении технологической операции; T_r — годовая загрузка оборудования.

В балансовую стоимость технологического оборудования входит их фактическая стоимость по каталогу, затраты на его доставку (транспортно-заготовительные расходы) и на введение в эксплуатацию этого оборудования первый раз (монтажно-наладочные работы) [2]. Исходя из этого балансовая стоимость технологического оборудования такова:

$$B_{ст} = C_T + C_{ТЗ} + C_{МН}, \quad (5)$$

где C_T — стоимость техники по каталогу; $C_{ТЗ}$ — транспортно-заготовительные расходы, сюда входят: расходы на укомплектование заказа на фирме-изготовителе и затраты на доставку техники до потребителя; затраты на укомплектование заказа; затраты на транспортировку; $C_{МН}$ — монтажно-наладочные работы (рассчитываются в зависимости от затрат на введение в эксплуатацию новой техники первый раз).

Затраты на техническое обслуживание и ремонт:

$$Z_{топ} = \frac{B_{ст} H_{топ} t_{оп}}{100 T_{сл} T_{ст}}, \quad (6)$$

где $H_{топ}$ — норма затрат на техобслуживание и ремонт; $T_{сл}$ — срок службы техники.

Как видно из используемой в настоящее время методики расчета, в ней не учитываются потери производителя, возникающие вследствие отклонений технологического процесса от установленных норм качества. Автор сделал следующие основные заключения и предложения по совершенствованию теоретических аспектов.

Известно, что нарушение норм точности при окончательной обработке новых или ремонтируемых деталей ведет к появлению исправимого и неисправимого брака [3].

Для того чтобы проанализировать показатели качества и экономические показатели оборудования, необходимо суммировать затраты, связанные с созданием продукции на данном оборудовании, и потери, возникающие при создании этой продукции из-за отклонений технологического процесса от установленных норм качества продукции.

При оценке какого-либо оборудования и выполняемого им процесса удобнее всего пользоваться показателями технологичности, такими как материалоемкость оборудования, энергоемкость, трудоемкость, материалоемкость технологическо-

го процесса (расход материалов при выполнении данной технологической операции). Назовем их общим термином — *ресурсоемкость*.

Любые ресурсы в процессе создания из их или с помощью них продукции переносят свою стоимость на продукцию. Поэтому у каждого ресурса есть своя расценка. Таким образом, затраты с точки зрения оценки качества можно представлять в виде произведения показателя ресурсоемкости на свою расценку и все это в расчете на единицу полезного эффекта — продукции.

При создании продукции неизменно появляются потери — исправимый или неисправимый брак. Чтобы оценить эти потери, автор ввел такой показатель, как *потереемкость*.

Потери так же, как и затраты, удобно представлять в форме произведения потереемкости и расценки данного вида потерь на единицу продукции.

В общем виде зависимость для оценки качества технологического оборудования будет выглядеть так:

$$Y_k = \prod_{i=1}^x k_i \sum_{i=1}^n Z_i + \prod_{i=1}^u k_i \sum_{i=1}^m P_i, \quad (7)$$

где Y_k — суммарные затраты на качество в расчете на единицу продукции; Z_i — i -й вид затрат на производство единицы продукции на данном оборудовании; P_i — i -й вид потерь при производстве единицы продукции на данном оборудовании; k_i — коэффициент учета дополнительных затрат, начислений, потерь и других экономических факторов, не оказывающих прямого влияния на затраты и потери, но увеличивающих данные затраты или потери при рассмотрении участка, цеха, предприятия в целом; x, u — число коэффициентов для корректирования затрат и потерь; n, m — число видов затрат и потерь.

Каждый вид затрат на производство единицы продукции можно представить в следующем обобщенном виде:

$$Z_i = u_i p_i \prod_{j=1}^z k_{ij}, \quad (8)$$

где u_i — расценка используемого i -го ресурса; p_i — ресурсоемкость i -го ресурса; k_{ij} — корректирующий j -й коэффициент использования i -го ресурса или учета дополнительных затрат; z — число коэффициентов.

При расчете удельных затрат основных видов ресурсов удельные показатели ресурсоемкости определяются путем деления расхода каждого вида ресурса за установленный промежуток времени на полезный эффект, произведенный за этот же промежуток времени [4]:

удельная материалоемкость технологического оборудования

$$m = M / (P T_{сл} \Phi_{до}), \quad (9)$$

где M — масса оборудования, кг; P — эксплуатационная производительность оборудования, шт./ч; $T_{сл}$ — срок службы оборудования, лет; $\Phi_{до}$ — действительный годо-

вой фонд времени работы оборудования, ч (при 40-часовой рабочей неделе для металлорежущего оборудования $\Phi_{до} = 2000$ ч — при работе в одну смену);

удельная трудоемкость операции шлифования коленчатых валов и технического обслуживания технологического оборудования

$$t_{ош} + t_{то} = L_{ош}/P, \quad (10)$$

где $L_{ош}$ — затраты труда операторов на операцию шлифования за единицу времени, по которым определяется производительность (чел.-ч, чел.-смена, чел.-год);

удельная трудоемкость ремонта технологического оборудования

$$t_p = L_p/(P\Phi_{до}), \quad (11)$$

где L_p — затраты труда операторов на ремонт за единицу времени, по которым определяется производительность (чел.-ч, чел.-смена, чел.-год);

удельные затраты на запасные части при ТО и ремонте

$$З_{зч} = \frac{\sum C_{зч}}{P\Phi T}, \quad (12)$$

где $\sum C_{зч}$ — суммарная стоимость запасных частей, р.;

удельная энергоемкость технологического оборудования

$$\mathcal{E} = \frac{Wk_1k_2}{Pk_3}k_4, \quad (13)$$

где W — мощность двигателя, кВт; k_1, k_2 — коэффициенты использования двигателя по мощности и по времени; k_3 — коэффициент полезного действия двигателя; k_4 — коэффициент приведения параметров мощности и производительности к одной единице времени.

Для металлорежущего оборудования $k_1 = 0,3...0,5$; $k_2 = 0,3...0,7$; $k_3 = 0,93...0,95$, $k_4 = 1$;

удельная материалоемкость применяемых вспомогательных материалов (в данном случае — режущего инструмента, СОЖ)

$$m_{п} = R/P_1, \quad (14)$$

где R — расход материалов на изготовление P_1 единиц продукции, ед.

Уравнение (8) примет вид

$$З = \left(u_0 m k_m k_p + \frac{k_3 \sum (u_i t)}{k_{yt}} + u_3 \mathcal{E} k_c + З_{зч} + u_m m_{п} \right) k_{пр}, \quad (15)$$

где u_0, u_i, u_3, u_m — расценки используемых ресурсов соответственно на создание технологического оборудования (станков), на трудозатраты, энергию, на ремонт и техническое обслуживание и основные материалы в процессе изготовления продукции, р./ед. ресурса; k_m — коэффициент учета затрат на доставку, монтаж и наладку продукции; k_p — коэффициент учета затрат на ремонт и техническое обслуживание продукции; k_3 — коэффициент учета дополнительной заработной платы и всех начислений; k_{yt} — коэффициент условий труда, влияющих на его производительность в зависимости от эрго-

номичности и эстетичности рабочего места; k_c — коэффициент учета расхода вспомогательных материалов (смазочных, охлаждающих и др.); $k_{пр}$ — коэффициент учета прочих цеховых, общезаводских и внепроизводственных расходов.

При обработке и восстановлении деталей возникают два вида брака — исправимый и неисправимый. Вследствие этого мы выделили два вида возникающих при вышеназванных процессах потерь — от исправимого и неисправимого брака. Первый вид потерь — стоимость восстановления бракованной детали, второй вид — разница стоимости восстановленной детали и стоимости лома (детали с неисправимым браком).

Поскольку потери представлены в форме произведения потереемкости и расценки данного вида потерь на единицу продукции, то каждый вид потерь при производстве единицы продукции можно представить в следующем виде:

$$P_i = c_i n_i \prod_{j=1}^y k_{ij}, \quad (16)$$

где c_i — стоимость i -го вида потерь от одного дефектного изделия; n_i — потереемкость i -го вида потерь; k_{ij} — корректирующий j -й коэффициент i -го вида потерь или учета дополнительных потерь; y — число коэффициентов.

Зависимость (7) после подстановки в нее (8) и (16) приобретет вид

$$Y_k = \prod_{i=1}^x k_i \sum_{i=1}^n u_i p_i \prod_{j=1}^z k_{ij} + \prod_{i=1}^u k_i \sum_{i=1}^m c_i n_i \prod_{j=1}^y k_{ij}. \quad (17)$$

При расчете по формуле (17) удельных потерь удельные показатели потереемкости определяются путем деления количества бракованных изделий каждого вида $B_{бр}$ на общее количество изделий B , произведенных за один промежуток времени, или вероятностью появления брака $p_{бр}$:

$$n = B_{бр}/B = p_{бр}. \quad (18)$$

Для расчета обоих видов потерь необходимо знать следующие показатели: номинальный размер d_n с отклонениями, коэффициент точности технологического процесса K_T , коэффициент относительной асимметрии α , годовую программу производства B .

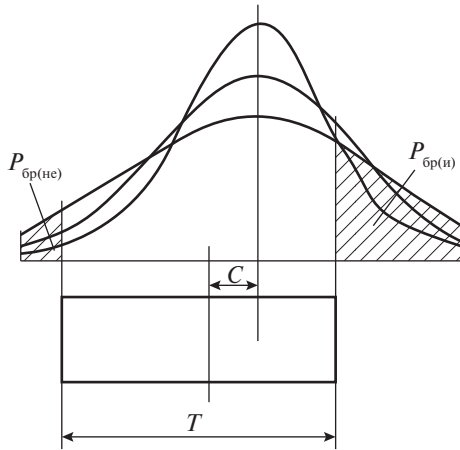
Зона рассеяния действительных размеров (технологического процесса):

$$\omega = TK_T. \quad (19)$$

Смещение действительных размеров относительно середины допуска C :

$$C = \omega \alpha. \quad (20)$$

При увеличении коэффициентов точности технологического процесса K_T и относительной асимметрии α будет происходить увеличение зоны рассеяния действительных размеров ω и смещение



Смещение зоны рассеяния действительных размеров ω и смещение действительных размеров d_e в сторону исправимого брака

действительных размеров d_e в сторону исправимого брака, что можно увидеть на рисунке.

Определяем среднеквадратичное отклонение рассеяния действительных размеров (технологического процесса) [5]:

$$\sigma_{\text{тех}} = \omega_{\text{тех}}/6. \tag{21}$$

Принимаем условие, что центр рассеяния совпадает с серединой поля допуска. Определяем величины интервала размеров от центра группирования до зоны исправимого $X_{\text{иб}}$ и неисправимого $X_{\text{нб}}$ брака:

$$X_{\text{иб}} = X_{\text{нб}} = X = T/2. \tag{22}$$

Определяем коэффициенты риска:

$$t_{\text{иб}} = t_{\text{нб}} = t = X/\sigma_{\text{тех}}. \tag{23}$$

Определяем значение интегральной функции Лапласа:

$$\Phi(t_{\text{иб}}) = \Phi(t_{\text{нб}}) = \Phi(t).$$

Определяем вероятный процент бракованных деталей:

$$Q_{\text{иб}} = Q_{\text{нб}} = (0,5 - \Phi(t))100\%. \tag{24}$$

Итог: $P_{\text{иб}} = P_{\text{нб}}$ — вероятность того, что деталь будет являться исправимым или неисправимым браком после контроля.

Потери от исправимого или неисправимого брака можно определить по выражениям:

$$П_{\text{иб}} = Z_{\text{иб}}P_{\text{иб}}W_{\text{Г}}, \tag{25}$$

где $Z_{\text{иб}}$ — затраты на исправление брака; $W_{\text{Г}}$ — годовая производительность станка;

$$Z_{\text{иб}} = Z_{\text{ЗП}} + Z_{\text{Э}} + Z_{\text{ВМ}} + Z_{\text{А}}, \tag{26}$$

где $Z_{\text{ЗП}}$ — затраты на заработную плату рабочему персоналу; $Z_{\text{Э}}$ — затраты на электроэнергию; $Z_{\text{ВМ}}$ — затраты на вспомогательные материалы; $Z_{\text{А}}$ — затраты на амортизацию;

$$П_{\text{нб}} = (C_{\text{д}} - C_{\text{л}})P_{\text{нб}}W_{\text{Г}}, \tag{27}$$

где $C_{\text{д}}$ — стоимость детали; $C_{\text{л}}$ — стоимость лома.

Суммарные потери определяем по выражению

$$П_{\Sigma} = П_{\text{иб}} + П_{\text{нб}}. \tag{28}$$

Вероятный процент годных деталей

$$Q_{\text{Г}} = 100\% - (Q_{\text{иб}} + Q_{\text{нб}}). \tag{29}$$

Вероятность того, что деталь годная $P_{\text{Г}} = Q_{\text{Г}}/100$.

Таким образом, автор усовершенствовал методику оценки технико-экономического уровня технологического оборудования, предложив оценивать потери, возникающие в процессе производства. Также были введены два новых показателя и способ их расчета. Универсальность методики состоит в том, что она может быть использована для любого вида оборудования с учетом его особенностей.

Список литературы

1. Голубев И.Г., Кухмазов М.К. Современный технический сервис в АПК: состояние, инновации, диверсификация // Научный доклад ФГНУ «Росинформагротех». — Пос. Правдинский, 2008. — 52 с.
2. Ковалев А.П. Оценка машин, оборудования и транспортных средств. — М.: Академия оценки, 1996. — 452 с.
3. Машиностроение. Энциклопедия / Ред. совет: К.В. Фролов. — М.: Машиностроение. Стандартизация и сертификация в машиностроении. Т. 1–5 / Г.П. Воронин, Ж.Н. Буденная, И.А. Коровкин; под общ. ред. Г.П. Воронина. — 2000. — 656 с.
4. Надежность и эффективность в технике: справочник: в 10 т. / Ред. совет: В.С. Авдеевский. — М.: Машиностроение, 1989. — Т. 7. Качество и надежность в производстве / Под ред. Апполонова И.В. — 280 с.
5. Оценка качества технического уровня технологических процессов. — М.: Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 1997. — 60 с.