

ОБОСНОВАНИЕ ЦЕЛЕВОЙ ФУНКЦИИ И КРИТЕРИЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОНСТРУКТИВНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВАЛЬЦОВЫХ ПЛЮЩИЛОК – ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЕЙ ЗЕРНА

В.А. Дайнеко,

зав. каф. электрооборудования сельскохозяйственных предприятий БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

И.И. Гургенидзе,

доцент каф. экономики и организации предприятий АПК БГАТУ, канд. экон. наук, доцент

Е.М. Прищепова,

ассистент каф. электрооборудования с.-х. предприятий БГАТУ

В статье проведено обоснование целевой функции и критерия оптимизации конструктивных и технологических параметров системы электропривода вальцовых плющилок-измельчителей зерна. В качестве целевой функции оптимизации параметров системы электропривода можно использовать энергоемкость процессов плющения и измельчения зерна, при этом критерием оптимизации является минимум энергоемкости.

The article analyses the objective function and optimization criterion of structural and technological parameters of the grain roller mill electric drive system. As the parameters optimization objective function of this system, one can use the energy capacity of the grain mill processes, while the optimization criterion is minimum energy consumption.

Введение

Республика Беларусь на протяжении последних пяти лет производит 8...10 млн тонн зерна, из них свыше 50 % убирают на фуражные цели, причем, его необходимо сушить и измельчать перед скармливанием, что требует больших капитальных вложений, значительных энерго- и трудозатрат. Этим обусловлен поиск более простых и дешевых приемов сохранения урожая, особенно фуражного зерна, которое можно скармливать животным непосредственно во влажном или сухом состоянии.

В последние годы широко используется традиционная технология сухого хранения зерна и измельчения перед скармливанием, а также сравнительно новая технология консервирования плющеного зерна ранней спелости. Кроме этого, в настоящее время использование комбикормов промышленного производства в хозяйствах резко сократилось. Прежде всего это связано с высокими затратами на перевозку зерна и готового продукта. Поэтому основное внимание должно быть направлено на развитие производства комбикормов в сельскохозяйственных предприятиях, что позволит снизить себестоимость кормов и животноводческой продукции. Кроме этого, широкое использование в хозяйствах побочных продуктов растениеводства, отходов животноводства и различных добавок из местного сырья, в конечном счете, позволит

восполнить недостаток высокобелковых кормовых компонентов промышленной выработки.

Основная часть

В структуре себестоимости производства мяса, молока и других продуктов животноводства, корма составляют более 60 %. Однако эффективность их использования во многом зависит от подготовки их к скармливанию. Одним из способов, позволяющих полнее использовать питательные вещества кормов, является их плющение или измельчение перед скармливанием. Таким образом, разработка новых высокопроизводительных энергосберегающих плющилок-измельчителей, а также повышение эффективности функционирования существующих является одной из актуальнейших задач кормоприготовления.

Указанные процессы приготовления кормов сопровождаются значительными затратами энергии. Совершенно очевидно, что даже незначительное снижение энергозатрат при кормоприготовлении дает огромный коммерческий и народнохозяйственный эффект.

В основу обоснования конструктивных и технологических параметров системы электропривода плющилок-измельчителей по аналогии с работой [1] может быть положена величина удельных приведенных затрат, позволяющих провести анализ как энергозатрат, так и капитальных вложений.

Тогда полные приведенные затраты равны

$$Z = \alpha K + C_{эл} + C_3 + C_p + EK, \quad (1)$$

где α – коэффициент амортизационных отчислений;

K – капитальные затраты, руб;

$C_{эл} = \varepsilon PT$ – стоимость энергии, потребляемой из сети машиной, руб;

ε – стоимость одного кВт·ч энергии, руб/кВт·ч;

P – мощность, потребляемая из сети электроприбором машины, кВт;

T – время работы оборудования (дробилки,

плющилки), равное $T = \frac{G}{Q}$, ч;

Q – часовая производительность, т/ч;

G – объем обрабатываемого корма, т;

$C_3 = hT$ – затраты на оплату труда, руб;

h – часовая ставка оператора, руб/ч;

$C_p = K_p K$ – затраты на ремонт, руб;

K_p – норма отчислений на ремонт;

EK – нормативный годовой доход от вложения средств, руб;

E – коэффициент эффективности капитальных вложений.

Разделив полные приведенные затраты Z на объем обрабатываемого продукта G , подлежащего переработке в течение года, получим удельные приведенные затраты

$$Z_y = \frac{\alpha K + C_{эл} + C_3 + C_p + EK}{G} = \frac{\alpha K + \varepsilon P \frac{G}{Q} + h \frac{G}{Q} + K_p K + EK}{G} \quad (2)$$

Используя записанные формулы, проанализируем два варианта кормоприготовления зерна:

– *традиционный*, когда для плющения зерна используется вальцовая плющилка, а для измельчения молотковая дробилка;

– *предлагаемый*, когда для плющения и измельчения зерна используется плющилка-измельчитель.

Тогда для первого варианта суммарные приведенные затраты

$$\sum Z = Z_{плющения} + Z_{измельчения}, \quad (3)$$

где $Z_{плющения}$ – приведенные затраты на плющение зерна, равные

$$Z_{плющения} = \alpha K_{пл} + C_{эл.пл} + C_{з.пл} + C_{р.пл} + EK_{пл}; \quad (4)$$

$K_{пл}$ – стоимость вальцовой плющилки, руб;

$C_{эл.пл}$, $C_{з.пл}$, $C_{р.пл}$ – затраты при плющении зерна, соответственно, на электроэнергию, оплату труда с отчислениями на социальные нужды, ремонт, руб;

$Z_{измельчения}$ – приведенные затраты на измельчения зерна, равные

$$Z_{измельчения} = \alpha K_{изм} + C_{эл.изм} + C_{з.изм} + C_{р.изм} + EK_{изм}; \quad (5)$$

$K_{изм}$ – стоимость молотковой дробилки, руб;

$C_{эл.изм}$, $C_{з.изм}$, $C_{р.изм}$ – затраты при измельчении зерна, соответственно, на электроэнергию, оплату труда с отчислениями на социальные нужды, ремонт, руб.

В итоге суммарные приведенные затраты

$$\sum Z = \alpha(K_{пл} + K_{изм}) + (C_{эл.пл} + C_{эл.изм}) + (C_{з.пл} + C_{з.изм}) + (C_{р.пл} + C_{р.изм}) + E(K_{пл} + K_{изм}). \quad (6)$$

Для предлагаемого варианта приведенные затраты

$$Z_{пл-изм} = \alpha K_{пл-изм} + C_{эл.пл-изм} + C_{з.пл-изм} + C_{р.пл-изм} + EK_{пл-изм}, \quad (7)$$

где $K_{пл-изм}$ – стоимость вальцовой плющилки-измельчителя, руб;

$C_{эл.пл-изм}$, $C_{з.пл-изм}$, $C_{р.пл-изм}$ – общие затраты при плющении и измельчении зерна, соответственно, на электроэнергию, оплату труда с отчислениями на социальные нужды, ремонт, руб.

При этом капитальные затраты на предлагаемую вальцовую плющилку-измельчитель будут равны

$$K_{пл-изм} = K_{пл} + K_{пч}, \quad (8)$$

где $K_{пч}$ – стоимость преобразователей частоты, руб.

Соответственно, разница в капитальных затратах при традиционном варианте и предлагаемом

$$\Delta K = (K_{пл} + K_{изм}) - (K_{пл} + K_{пч}) = K_{изм} - K_{пч}. \quad (9)$$

Учитывая, что стоимость молотковой дробилки в настоящий период, например ДБ-5, производства Калининковского ремонтно-механического завода, составляет 40.42 млн руб., а преобразователей частоты соответствующей мощности – 30...32 млн руб. при установившейся тенденции стабильного снижения их стоимости, то можно утверждать о незначительном превышении (при учете затрат на монтаж и пусконаладочные работы) или даже снижении капитальных затрат в предложенном варианте по отношению к традиционному.

Кроме того, приведенные затраты в предлагаемом варианте будут меньшими при измельчении зерна по сравнению с традиционным, за счет рекуперации электрической энергии по шинам постоянного тока преобразователей частоты от асинхронного электродвигателя, кинематически связанного с медленновращающимся валом, к асинхронному электродвигателю, кинематически связанному с быстро вращающимся валом, т.е.

$$C_{эл.пл-изм} = C_{эл.пл} + 0,8 C_{эл.изм}. \quad (10)$$

Тогда с учетом записанных соотношений приведенные затраты для предлагаемого варианта

$$Z_{пл-изм} = \alpha(K_{пл} + K_{пч}) + (C_{эл.пл} + 0,8 C_{эл.изм}) + C_{з.пл-изм} + C_{р.пл-изм} + E(K_{пл} + K_{пч}). \quad (11)$$

Учитывая, что затраты на оплату труда в обоих вариантах одинаковые, т.е.

$$C_{з.пл-изм} = C_{з.пл} + C_{з.изм}, \quad (12)$$

а затраты на ремонт

$$C_{р.пл-изм} = C_{р.пл} + C_{р.изм}, \quad (13)$$

то однозначно можно утверждать, что приведенные затраты для предлагаемого варианта будут практически такими же или меньшими приведенных затрат для традиционного варианта, в силу меньших затрат на электроэнергию:

$$\begin{aligned} & \alpha(K_{пл} + K_{изм}) + (C_{эл.пл} + C_{эл.изм}) + (C_{з.пл} + C_{з.изм}) + \\ & + (C_{р.пл} + C_{р.изм}) + E(K_{пл} + K_{изм}) \geq \alpha(K_{пл} + K_{пч}) + \\ & + (C_{эл.пл} + 0,8C_{эл.изм}) + C_{з.пл-изм} + C_{р.пл-изм} + \\ & + E(K_{пл} + K_{пч}) \end{aligned} \quad (14)$$

Для обоснования целевой функции оптимизации параметров системы электропривода вальцовый плющилки-измельчителя зерна проведем анализ выражения удельных приведенных затрат (2)

$$\begin{aligned} Z_y &= \frac{\alpha K + \varepsilon P \frac{G}{Q} + h \frac{G}{Q} + K_p K + EK}{G} = \\ &= \frac{\alpha K}{G} + \frac{\varepsilon P}{Q} + \frac{h}{Q} + \frac{K_p K}{G} + \frac{EK}{G} = \\ &= \frac{\alpha K}{G} + \varepsilon q + \frac{h}{Q} + \frac{K_p K}{G} + \frac{EK}{G} \end{aligned} \quad (15)$$

где q – энергоемкость процесса плющения и измельчения, кВт·ч/т.

Характер изменения 1, 4 и 5 слагаемых будет определяться капитальными затратами K , объемом обрабатываемого продукта G и соответствующими коэффициентами α , K_p и E , при этом по отношению к объему обрабатываемого продукта G эти слагаемые будут иметь характер изменения, приведенный на рисунке 1.

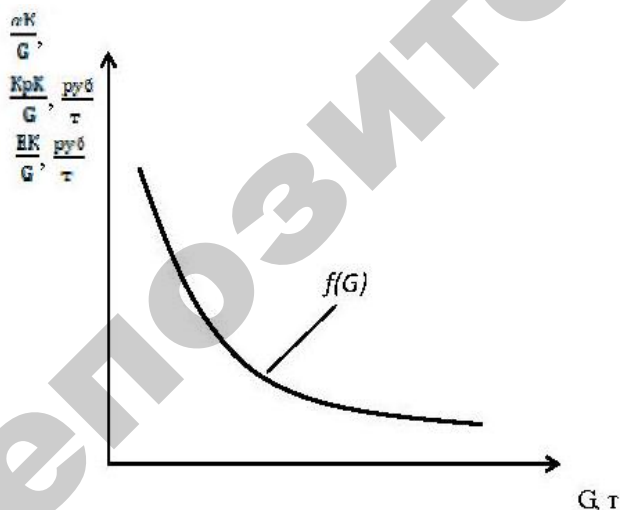


Рисунок 1. Характер изменения условно-постоянных затрат при увеличении объемов производства

Такой характер изменения указанных слагаемых свидетельствует о том, что, чем больше объем обра-

батываемого продукта, тем меньше капитальные затраты K влияют на удельные приведенные затраты Z_y , т.е. при определенных объемах эти слагаемые на графиках становятся практически параллельными оси G .

Следовательно, при высокой загрузке оборудования у слагаемых удельных приведенных затрат Z_y , определяющих целевую функцию оптимизации, будут являться 2 и 3 слагаемые. При этом характер изменения слагаемых определяется стоимостью энергии ε , часовой ставкой оператора h , энергоемкостью процесса плющения и измельчения q и часовой производительностью Q . Учитывая, что энергоемкость процесса q и производительность Q имеют взаимнообратные экстремумы при одной и той же скорости вальцов, т.е. при определенной скорости вальцов $q=\min$, $Q=\max$ [2].

Поддерживая $q=\min$, а $Q=\max$, у нас слагаемые 2 и 3 будут взаимно иметь минимальные значения. Таким образом, целевой функцией оптимизации параметров системы электропривода может быть энергоемкость процесса q , равная

$$q = \frac{P}{Q} \quad (16)$$

При этом критерием оптимизации является минимум энергоемкости:

$$q = \frac{P}{Q} \rightarrow \min \quad (17)$$

Далее проведем расчет экономической эффективности применения предлагаемого варианта плющилки-измельчителя по сравнению с традиционным.

Использование предлагаемого варианта приводит к улучшению следующих показателей:

- операции плющения и измельчения выполняются на одном оборудовании, что повышает степень его загрузки;
- снижается расход электроэнергии при измельчении зерновых на 20 %;
- повышается качество измельчения зерна (отсутствует пылевидная составляющая).

Натуральные технико-экономические показатели

Согласно исходным данным, представленным в таблице 1, суточная потребность в зерне для поголовья КРС:

$$G_{сут} = N \cdot H_k \cdot 10^{-3}, \quad (18)$$

где H_k – норма потребления комбикорма, $H_k=8,5 \text{ кг/сутки}$.

$$G_{сут} = 750 \cdot 8,5 = 6375 \text{ кг} = 6,375 \text{ т.}$$

Потребность в зерне для поголовья КРС в год:

$$G = D \cdot G_{сут}, \quad (19)$$

$$G = 365 \cdot 6,375 = 2327 \text{ т.}$$

При этом 20 % зерна идет на плющение, а остальное – на измельчение:

$$G_{пл} = 0,2 \cdot G = 465 \text{ т,}$$

Таблица 1. Исходные данные для расчета экономической эффективности плющилки-измельчителя

Показатели	Усл. обозначения	Ед. измер.	Традиционный вариант	Предлагаемый вариант
1. Поголовье КРС	N	гол	750	750
2. Число дней работы агрегата в год.	Д	день	365	365
3. Номинальная мощность установленного привода	Рн	кВт	32,2	32,2
4. Капитальные вложения: дробилка зерна ДБ-5, плющилка зерна ПВЗ-10 модифицированная плющилка ПВЗ-10	$K_{изм}$ $K_{пл}$ $K_{пл.изм}$	тыс. руб	40000 120000 -	- - 163200
5. Количество обслуживающего персонала	П	чел	1	1
6. Потребление зерна в сутки одной головой	Нк	кг	8,5	8,5
7. Производительность: дробилки зерна ДБ-5, плющилки зерна ПВЗ-10, модифицированная плющилка ПВЗ-10	$q_{час}$	т/ч	4,8 10 -	4,8 (измельчение) 10 (плющение)

$$G_{изм} = 0,8 \cdot G = 1862 \text{ т.}$$

Число часов работы агрегата в сутки на операции плющения рассчитываем по формуле:

$$t_{сут.пл} = \frac{G_{пл.сут}}{q_{час}} = \frac{14}{q_{час.пл}}, \quad (20)$$

$$t_{сут.изм} = \frac{G_{изм.сут}}{q_{час}} = \frac{351}{q_{час.изм}}, \quad (21)$$

где $q_{час}$ – производительность установки, т/ч.

$$t_{сут.пл} = \frac{14}{10} = 3,32 \text{ ч}$$

$$t_{сут.изм} = \frac{351}{4,8} = 1,1 \text{ ч}$$

Число часов работы агрегата в год на данной операции:

$$T_{год} = t_{сут} \cdot Д \quad (22)$$

$$T_{год.пл} = 3,32 \cdot 14 = 46,48 \text{ ч}$$

$$T_{год.изм} = 1,1 \cdot 351 = 386,1 \text{ ч}$$

Определяем затраты труда в сутки на данной операции:

$$ЗT_{сут} = t_{сут} \cdot П, \quad (23)$$

где $t_{сут}$ – число часов работы

агрегата в сутки, ч;

$П$ – количество обслуживающего персонала (слесарь электрик), чел.

$$ЗT_{сут.пл} = 3,32 \cdot 1 = 3,32 \text{ ч}$$

$$ЗT_{сут.изм} = 1,1 \cdot 1 = 1,1 \text{ ч}$$

Затраты труда в год:

$$ЗT_{год} = T_{год} \cdot П / k_u; \quad (24)$$

k_u – коэффициент использования рабочего времени смены ($k_u = 0,9$).

$$ЗT_{год.пл} = 46,48 \cdot 1 / 0,9 = 51,6 \text{ ч}$$

$$ЗT_{год.изм} = 386,1 \cdot 1 / 0,9 = 429 \text{ ч}$$

$$ЗT_{уд.пл} = 51,6 / 465 = 0,111 \text{ ч. / т}$$

$$ЗT_{уд.изм} = 429 / 1862 = 0,23 \text{ ч. / т}$$

Расчет капиталовложений

Капитальные вложения по традиционному варианту приготовления кормов:

$$K_{тр} = K_{пл} + K_{изм} \quad (25)$$

$$K_{тр} = 120 + 40 = 160 \text{ млн. руб.}$$

Капитальные вложения по предлагаемому варианту приготовления корма:

$$K_{тр} = K_{пл} + K_{пл} K_{\delta}, \quad (26)$$

где K_{δ} – коэффициент, учитывающий затраты на транспортировку, монтаж и пусконаладочные работы, составляет 35 % от отпускной цены предприятия

$$K_{тр} = 120 + 32 \cdot 1,35 = 163,2 \text{ млн. руб.}$$

Удельные капитальные вложения

$$K_{уд} = \frac{K}{G} \quad (27)$$

$$K_{уд.тр} = \frac{160000}{2327} = 68,7 \text{ тыс. руб./т}$$

$$K_{уд.пр} = \frac{163200}{2327} = 70,13 \text{ тыс. руб./т}$$

Расчет эксплуатационных издержек

Рассчитаем ежегодные эксплуатационные издержки:

$$I_{э} = A + P + C_{эл} + 3_n + O_c + P_p, \quad (28)$$

где A – отчисления на амортизацию оборудования, тыс. руб.;

P – затраты на проведение ремонтов, тыс. руб.;
 $C_{эл}$ – затраты на электроэнергию, тыс. руб.
 Z_n – расходы на оплату труда обслуживающего персонала, тыс. руб.;
 O_c – отчисления на социальные нужды, тыс. руб.;
 Pr – прочие затраты, тыс. руб.
 Амортизационные отчисления:

$$A = \frac{K \cdot a}{100}, \quad (29)$$

где a – норма амортизационных отчислений, %

$$A_{mp} = \frac{160000 \cdot 16,7}{100} = 26720 \text{ тыс. руб.}$$

$$A_{np} = \frac{163200 \cdot 16,7}{100} = 27254 \text{ тыс. руб.}$$

Отчисления на текущий ремонт, техническое обслуживание:

$$C_p = \frac{K \cdot K_p}{100}, \quad (30)$$

где K_p – норма отчислений на текущий ремонт и техническое обслуживание, %; $K_p = 18\%$

$$C_{p,тр} = \frac{160000 \cdot 18}{100} = 28800 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{p,пр} = \frac{163200 \cdot 18}{100} = 29376 \text{ тыс. руб.}$$

Годовой расход электроэнергии на подготовку зерновых к скарливанию:

$$W = W_{пл} + W_{изм} = \frac{K_3 \cdot P_n \cdot 3T_{a,год}}{\eta}, \quad (31)$$

где K_3 – коэффициент загрузки электродвигателей по мощности (принимается 0,7-0,8);

P_n – номинальная установленная мощность, кВт;
 $3T_{a,год}$ – число часов работы оборудования в год, час;

η – к. п. д. электродвигателя.

$$W_{mp} = \frac{0,8 \cdot 32,2 \cdot 51,6}{0,88} + \frac{0,8 \cdot 30 \cdot 429}{0,88} = 13310,5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Для предлагаемого варианта с учетом 20 % рекуперации

$$W_{np} = \frac{0,8 \cdot 30 \cdot 51,6}{0,88} + \frac{0,8 \cdot 30 \cdot 429}{0,88} \cdot 0,8 = 10767,3 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Стоимость израсходованной электроэнергии:

$$C_{эл} = T_n \cdot W, \quad (32)$$

где T_n – тарифная ставка оплаты электроэнергии, руб/кВт·ч.

В настоящее время в соответствии с Декларацией об уровне тарифов на электрическую энергию базовая величина T_b составляет 1203,1 руб за кВт·ч.

Тариф на день оплаты труда рекомендуется пересчитать по следующей формуле:

$$T_n = T_b (0,11 + 0,89 \frac{K_n}{K_b}), \quad (33)$$

где T_n – тариф на электроэнергию для сельскохозяйственных потребителей, проиндексированный на изменение курса белорусского рубля к доллару США на день оформления платежного документа;
 K_n/K_b – коэффициент пересчета курса белорусского рубля к доллару США на день оформления.

Отсюда тариф на электроэнергию составляет:

$$T_n = 1203,1(0,11 + 0,89 \frac{15126}{11800}) = 1504,9 \text{ руб/кВт} \cdot \text{ч};$$

$$C_{эл,тр} = 1,5049 \cdot 13310,5 = 20030,97 \text{ тыс. руб.};$$

$$C_{эл,пр} = 1,5049 \cdot 10767,3 = 16203,71 \text{ тыс. руб.}$$

Определим удельный расход электроэнергии:

$$\text{ЭН} = \frac{W}{G} \quad (34)$$

$$\text{ЭН}_{mp} = \frac{13310,5}{2327} = 5,72 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$$

$$\text{ЭН}_{np} = \frac{10767,3}{2327} = 4,62 \text{ кВт} \cdot \text{ч/т}$$

Определяем заработную плату персонала:

$$Z_n = 3T_{год} \cdot Z_ч \cdot Kn, \quad (35)$$

где $3T_{год}$ – затраты труда в год, чел. ч.

$Z_ч$ – часовая тарифная ставка слесаря-электрика соответствующего разряда, тыс. руб.

Kn – коэффициент увеличения тарифного заработка, который учитывает все виды и размеры материального поощрения, компенсационные выплаты и отпускные (принимается равным 1,4-2,5).

$$Z_ч = K_m \cdot K_c \cdot K_k \cdot m_c / P_в, \quad (36)$$

где K_m – тарифный коэффициент, равный для 5-го разряда $K_m = 1,73$;

K_c – коэффициент повышения ставок рабочих по видам выполняемых работ, производствам и отраслям экономики, $K_c = 1,2$;

K_k – корректирующий коэффициент 5-го разряда тарифной сетки, $K_k = 2,15$;

m_c – тарифная ставка первого разряда, $m_c = 292,0$ тыс. руб/месяц.

$P_в$ – среднемесячный фонд рабочего времени, $P_в = 169,03$ ч.

$$Z_ч = 1,73 \cdot 1,2 \cdot 2,15 \cdot 292 / 169,03 = 7,76 \text{ тыс. руб./ч.}$$

Тогда заработная плата персонала составит:

$$Z_{пл} = 51,6 \cdot 7,76 \cdot 1,7 = 680,7 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_{изм} = 429 \cdot 7,76 \cdot 1,7 = 5659,37 \text{ тыс. руб.}$$

$$Z_n = Z_{пл} + Z_{изм} = 680,7 + 5659,37 = 6340,07 \text{ тыс. руб}$$

Отчисления на социальные нужды (O_c) включают социальное страхование, пенсионный фонд, фонд занятости населения и производятся от всех видов оплаты труда:

$$O_c = 3 \frac{\alpha_0}{100}, \quad (37)$$

где α_0 – процент отчислений на социальные нужды, равный 30 %.

$$O_{c.тп} = 6340,07 \cdot \frac{30}{100} = 1902,02 \text{ тыс.руб.}$$

$$O_{c.лр} = 6340,07 \cdot \frac{30}{100} = 1902,02 \text{ тыс.руб.}$$

Прочие затраты P_p – принимаются равными 5 % от всех видов затрат:

$$P_{p.тп} = 0,05 \cdot$$

$$\cdot (26720 + 28800 + 20030,97 + 6340,07 + 1902,02) =$$

$$= 4189,65 \text{ тыс.руб.}$$

$$P_{p.лр} = 0,05 \cdot$$

$$\cdot (27254 + 29376 + 16203,71 + 6340,07 + 1902,02) =$$

$$= 4053,79 \text{ тыс.руб.}$$

$$I_{\text{сод.тп}} = 26720 + 28800 + 20030,97 + 6340,07 +$$

$$+ 1902,02 + 4189,65 = 87982,71 \text{ тыс.руб.}$$

$$I_{\text{сод.лр}} = 27254 + 29376 + 16203,71 + 6340,07 +$$

$$+ 1902,02 + 4053,79 = 85129,59 \text{ тыс.руб.}$$

Данные расчетов эксплуатационных издержек приведены в таблице 2.

Как видно из итоговых показателей таблицы 2, применение предлагаемого варианта позволяет снизить ежегодные эксплуатационные издержки на 2853,12 тыс. рублей, при этом предлагаемый вариант обуславливает рост издержек по статьям: амортизация и ремонт. В то же время источником получения прибыли является снижение расходов электроэнергии.

**Таблица 2. Изменение элементов текущих затрат
сравниваемых вариантов**

Элементы затрат	Традиционный вариант		Предлагаемый вариант		Изменение +,-
	тыс. руб.	%	тыс. руб.	%	
амортизация	26720	30,36	27254	32,01	+534
затраты на ТО и ремонт	28800	32,73	29376	34,51	+576
стоимость эл. энергии	20030,97	22,77	16203,71	19,03	-3827,26
отчисления на зар. плату	6340,07	7,21	6340,07	7,45	0
отч-ия на соц. нужды	1902,02	2,16	1902,02	2,23	0
Прочие затраты	41899,65	4,76	4053,79	4,76	-135,86
Итого	87982,71	100	85129,59	100	-2853,12

Удельные приведенные затраты на подготовку зерновых к скармливанию составят:

$$z_{yo} = \frac{I + 0,15K}{G}, \quad (38)$$

$$z_{yo1} = \frac{I_1 + 0,15K_1}{G} =$$

$$= \frac{87982,71 + 0,15 \cdot 160000}{2327} = 48,12 \text{ тыс.руб./т}$$

$$z_{yo2} = \frac{I_2 + 0,15K_2}{G} =$$

$$= \frac{85129,59 + 0,15 \cdot 163200}{2327} = 47,1 \text{ тыс.руб./т}$$

Срок окупаемости дополнительных капиталовложений на плющилку-измельчитель:

$$z_{ок} = \frac{\Delta K}{\Delta I} \quad (39)$$

$$z_{ок} = \frac{163200 - 160000}{87982,71 - 85129,59} = 1,12 \text{ лет}$$

Выводы

1. Таким образом, проведенные расчеты показали, что предлагаемый вариант плющилки-измельчителя является перспективным не только в техническом плане, но и по экономическим соображениям.

2. В качестве целевой функции и критерия оптимизации параметров системы электропривода обоснованно использовать минимум удельных затрат электроэнергии на технологический процесс:

$$q = \frac{P}{Q} \rightarrow \min .$$

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мусин, А.М. О выборе мощности привода зернодробилки и критерия оптимизации ее загрузки / А.М. Мусин, Б.П. Чеба; под ред. Р.Л. Самойлович // Электрификация сельскохозяйственного производства: сб. научных трудов. – Том 12, вып. 3, ч. 1. – М., 1975. – С. 47-53.

2. Дайнеко, В.А. К вопросу снижения энергоемкости процесса измельчения фуражного зерна / В.А. Дайнеко, Е.М. Прищепова // Агропанорама, 2008. – № 1. – С. 35 – 40.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 02.06.2015