

УДК 658.011.56

АНАЛИЗ ЭНЕРГОЗАТРАТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ЗЕРНА НА ТРИЕРАХ

© 2015 г. *М.В. Постникова*

Проанализированы энергозатраты технологических процессов очистки зерна на триерах. Анализ проведен на типовом триерном блоке ЗАВ-10.90000, который находится на уровне лучших зарубежных аналогов, но уступает по техническому обслуживанию. Анализ энергозатрат технологических процессов очистки зерна на триерах направлен на реализацию системы ресурсоэнергосберегающих технологий в соответствии с требованиями мирового уровня.

Триер относится к основному технологическому оборудованию, которое определяет технический уровень поточных линий в целом и качество обработки зерна.

Основные расчетные параметры цилиндрического триера, которые определяют его работоспособность: производительность, площадь поверхности ячеек, размеры цилиндра (диаметр, длина, частота вращения, потребляемая мощность), а также профиль, размеры и другие параметры желоба. Качество работы триера оценивается чистотой зерна и количеством потерь его в отходах. Чистота зерна должна отвечать стандарту на семена (97-99 % в зависимости от класса), потери зерна в отходах не должны превышать 0,5 % от семян, которые загружаются в триер в единицу времени.

При исследовании зависимости энергетических характеристик от режимных и конструктивных факторов триеров зерноочистительного агрегата ЗАВ-20 был применен метод планирования математического эксперимента. В качестве отклика выбрана потребляемая мощность электродвигателя триера. В качестве переменных факторов, которые влияют на мощность, выбраны режимные и конструктивные параметры триера.

В результате обработки матрицы плана ПФЭ были получены уравнения регрессии для расчета потребляемой мощности электродвигателя в кодированных и натуральных значениях факторов.

Основными параметрами цилиндрического триера ЗАВ-10.90000, которые определяют его работоспособность, являются: производительность, КПД передачи. При $\eta_{\text{пер.}} = 0,8-0,84$ удельный расход электроэнергии уменьшается при увеличении производительности, а при $\eta_{\text{пер.}} > 0,85$ при увеличении производительности удельный расход электроэнергии увеличивается. С точки зрения расхода электроэнергии коэффициент полезного действия передачи равный 0,85 является оптимальным.

Ключевые слова: энергосбережение, экономия электроэнергии, триер, удельные расходы электроэнергии, зернопункт.

Technological processes of grain peelings on triers was analyzed in the article. The analysis was organized on standard ZAV-10.90000 trier block, which was at the same rate as the best foreign analogue, but yielded on the technical maintenance. The energy costs analysis of the grain peeling technological processes on triers was directed on realization of the system resource and energy saving technology in accordance with world level requirements.

Trier is the main technological equipment, which defines the technical level of the production lines as a whole and processing grain quality.

The main accounting parameters of cylindrical trier, which define its operability are: capacity, area to surfaces cell, cylinder sizes (the diameter, length, frequency of the rotation, consumed power), as well as profile, sizes and other parameters of the chute. The quality of the trier work is valued by grain purity and amount of the losses in its waste. The grain purity must respond the seed standard (97-99 % depending on class), loss grain in waste must not exceed 0,5% from seeds, which are loaded in trier in unit of time.

At research of the energy features dependencies on trier mode and constructive factor of grain cleansing ZAV-20 unit method of the planning the mathematical experiment was applied. Consumed power of the trier electric motor was chosen as response. As variable factor, which influence upon power, trier mode and constructive parameters was chosen.

As a result of processing the matrix of the full factorial experiment planning regressions equations for calculation of electric motor consumed power in coded and natural factor value were received.

The main parameters of cylindrical trier of ZAV-10.90000, which define its operability, are: capacity, transmission coefficient of efficiency. Under $\eta_{\text{пер.}} = 0,8-0,84$ electric power specific consumption decreases when capacity increases, but under $\eta_{\text{пер.}} > 0,85$ when productivity increases, capacity specific consumption increases too. With standpoint of the electric power consumption transmission coefficient of efficiency equal 0,85 is optimum.

Key words: energy efficiency, energy savings, trier, the unit expenditure of electricity, grain post.

Введение. За последние десять лет условия сельскохозяйственного производства обусловили необходимость коренных изменений в структуре и номенклатуре машин и оборудования для послеуборочной обработки зерна. Современные разработки технических средств послеуборочной обработки зерна направлены на реализацию системы ресурсо-энергосберегающих технологий в соответствии с требованиями мирового уровня [1-4].

Основные потери мощности в силовом приводном электрооборудовании обусловлены рабочими процессами технологических машин, проанализировав которые, была получена информация об эффективности использования электрической энергии в конкретном технологическом агрегате и определены общие методы энергосбережения при обработке зерна. Поэтому для синтеза математической модели удельных расходов электрической энергии процесса обработки зерна, кроме анализа процессов преобразования электрической энергии в силовом приводном электрооборудовании поточных линий очистки зерна, был проведен более детальный анализ использования энергии при выполнении технологических операций очистки зерна на зерноочистительных агрегатах [1-4].

Основным и обязательным условием наиболее экономичной работы поточных линий зерноочистительных агрегатов ЗАВ-20, ЗАР-5, ЗАВ-40, ЗАВ-25 является одинаковая номинальная производительность всех машин, соединенных последовательно. В противном случае, производительность поточной линии определяется той машиной, которая имеет наименьшую номинальную производительность. Например, если линия работает с триерами, то триеры являются лимитирующими машинами, которые задают производительность всей поточной линии. Если линия работает без триеров, то лимитирующими являются зерноочистительные машины, которые задают производительность всей поточной линии. Это определяет удельный расход электроэнергии на обработку 1 т зерна [1-4].

Цель исследований. В работе поставлена задача проанализировать энергозатраты технологических процессов очистки зерна на триерах.

Методы исследований. Результаты и их обсуждение. Триер относится к основному технологическому оборудованию, которое определяет технический уровень поточных линий в целом и качество обработки зерна.

В заграничных поточных линиях триера не применяются. Такая технология была принята и у нас до 60-х годов, так как зерно в большинстве зон имело специфические короткие или длинные примеси [1]. При массовом внедрении ЗАВ и КЗС в их состав были включены триера, что ограничило производительность линий. Но это позволило одним набором машин обрабатывать как продовольственный, так и семенной материал [1].

Типичной триерной машиной является триерный блок ЗАВ-10.90000. Машина по производительности, материалоемкости, энергоемкости находится на уровне лучших заграничных аналогов, но уступает по технологическому обслуживанию. Замена рабочих поверхностей при переналадке на обработку новой культуры сопровождается с операцией демонтажа триерных цилиндров, в то время, когда в лучших заграничных образцах триерные цилиндры состоят из секций, которые имеют разъем по цилиндру [4]. Однако, наши современные триера имеют преимущество по энергоемкости перед заграничными. Заграничные фирмы используют мотор-редукторы, которые имеют низкий КПД. В современных поточных линиях используют триера с открытыми клиноремными и цепными передачами [4].

Основные расчетные параметры цилиндрического триера, которые определяют его работоспособность: производительность, площадь поверхности ячеек, размеры цилиндра (диаметр, длина, частота вращения, потребляемая мощность), а также профиль, размеры и другие параметры желоба [5]. Качество работы триера оценивается чистотой зерна и количеством потерь его в отходах. Чистота зерна

должна отвечать стандарту на семена (97-99 % в зависимости от класса), потери зерна в отходах не должны превышать 0,5 % от семян, которые загружаются в триер в единицу времени [5].

При исследовании зависимости энергетических характеристик от режимных и конструктивных факторов триеров зерноочистительного агрегата ЗАВ-20 был применен метод планирования математического эксперимента [7]. В качестве отклика выбрана потребляемая мощность электродвигателя триера. В качестве переменных факторов, которые влияют на мощность, выбраны режимные и конструктивные параметры триера [3, 6, 7].

Мощность, которая потребляется электродвигателем привода триера ЗАВ-10.90000 [5]

$$P_{\text{потр.}} = \frac{2 \cdot 10^{-4} \cdot Q}{\eta_{\text{тр.}} \cdot \eta_{\text{пер.}} \cdot \eta_{\text{дв.}}}, \quad (1)$$

где Q – производительность триера, кг/ч;
 $\eta_{\text{тр.}}$ – коэффициент полезного действия триера;
 $\eta_{\text{пер.}}$ – коэффициент полезного действия передачи;
 $\eta_{\text{дв.}}$ – коэффициент полезного действия электродвигателя.

В математической модели (рис. 1) принято:
 x_1 – производительность триера, кг/ч;
 x_2 – коэффициент полезного действия передачи;
 x_3 – коэффициент полезного действия электродвигателя;
 x_4 – коэффициент полезного действия триера;
 y – потребленная мощность электродвигателя, кВт.

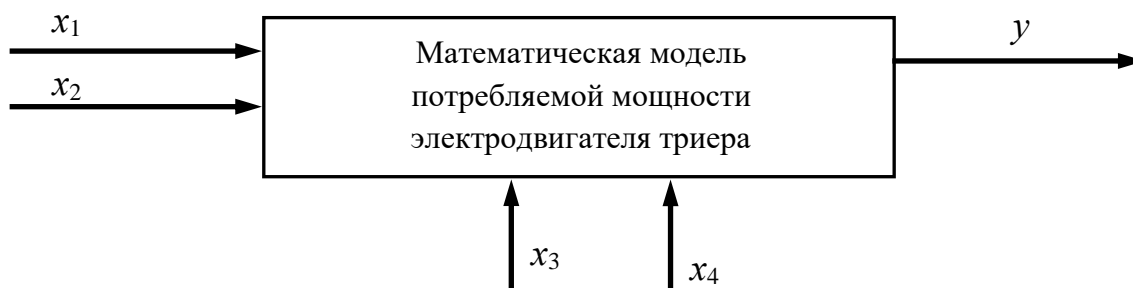


Рисунок 1 – Математическая модель потребляемой мощности электродвигателя триера

В результате обработки матрицы плана ПФЭ [3, 6] были получены уравнения регрессии для расчета потребляемой мощности электродвигателя в кодированных и натуральных значениях факторов:

$$\tilde{y} = 1,1806 + 0,5903x_1 - 0,0694x_2; \quad (2)$$

$$P_{\text{потр.}} = 1,1798 + 0,2361Q - 1,388\eta_{\text{пер.}} \quad (3)$$

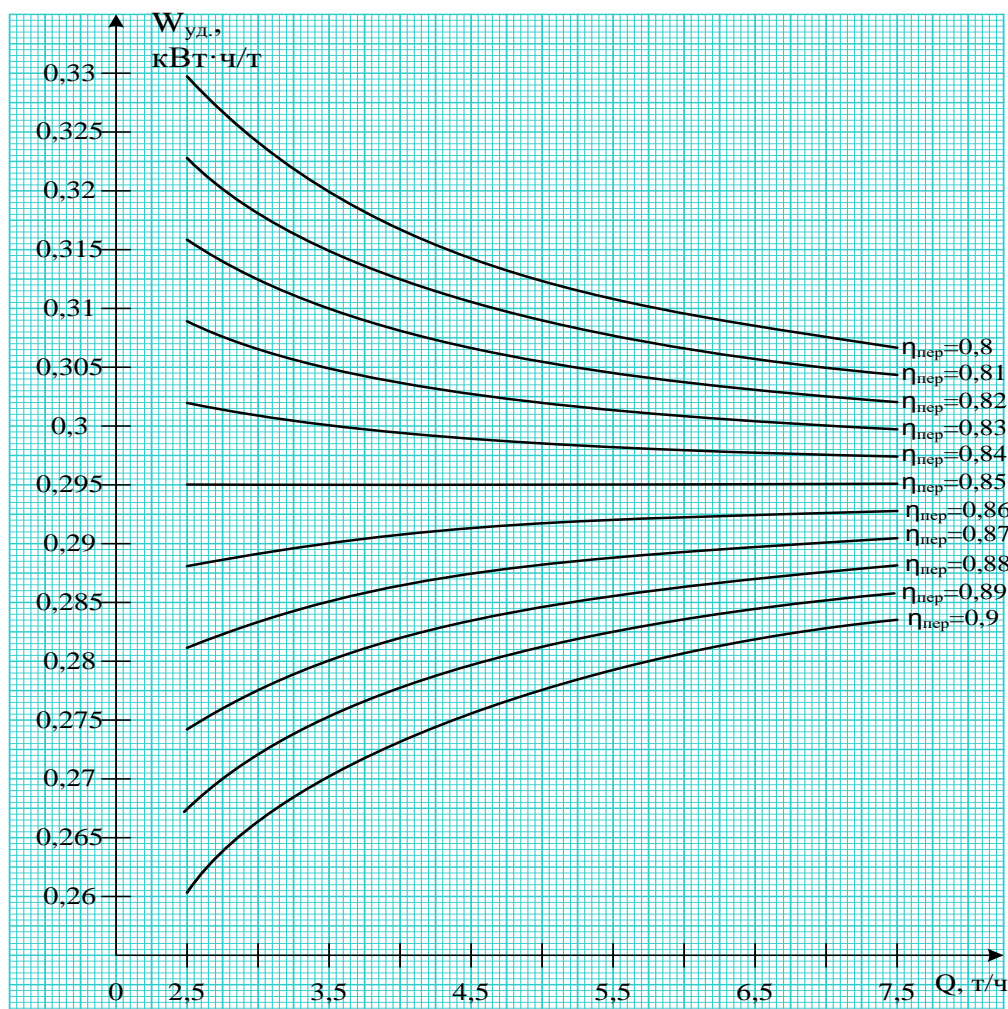
Удельный расход электроэнергии

$$W_{\text{уд.}} = \frac{P_{\text{потр.}}}{Q}, \quad (4)$$

где $P_{\text{потр.}}$ – мощность, которую потребляет электродвигатель из сети, кВт;

Q – производительность рабочей машины, т/ч.

Основными параметрами цилиндрического триера ЗАВ-10.90000, которые определяют его работоспособность, являются: производительность, КПД передачи (1). Рабочие органы триера приводятся в действие от электродвигателя одной клиноременной и тремя цепными передачами. При $\eta_{\text{пер.}} = 0,8-0,84$ удельный расход электроэнергии уменьшается при увеличении производительности (рисунок 2), а при $\eta_{\text{пер.}} > 0,85$ при увеличении производительности удельный расход электроэнергии увеличивается. Итак, $\eta_{\text{пер.}} = 0,85$ является оптимальным с точки зрения расхода электроэнергии [3].

Рисунок 2 – Зависимость $W_{уд.} = f(Q)$ при $\eta_{пер.} = var$ для триера

Выводы

1 В технологически допустимых режимах работы триера эффективность преобразования электрической энергии может быть определена с помощью паспортных данных приводного электродвигателя триера.

2 Основными параметрами триера ЗАВ-10.90000, определяющими его работоспособность, являются: производительность, КПД передачи. С точки зрения затрат электроэнергии $\eta_{пер.} = 0,85$ является оптимальным.

Литература

1. Дринча, В.М. Проблемы и перспективы использования агрегатов ЗАВ и комплексов КЗС / В.М. Дринча, В.С. Стягов, Б.И. Шахсаидов, С.В. Ратенков // *Тракторы и сельскохозяйственные машины*. - 2002. - №3. - С. 31-33.

2. Зюлин, А.Н. Перспективы механизации послеуборочной обработки и хранения зерна и семян / А.Н. Зюлин, А.Г. Чижиков // *Механизация и электрификация сельского хозяйства*. - 2002. - №6. - С. 10-14.

3. Постнікова, М.В. Енергозберігаючі режими роботи електромеханічних систем обробки зерна на зернопунктах: автореф. дис... канд. техн. наук / М.В. Постнікова. – Мелітополь, 2011. – 22 с.

4. Прогноз развития техники для очистки зерна в с.х. Советского Союза / ГСКБ. - Воронеж: 1986. - 112 с.

5. Кожуховский, И.Е. Зерноочистительные машины. Конструкции, расчет и проектирование / И.Е. Кожуховский. - М.: Машиностроение, 1974. - 200 с.

6. Адлер Ю.П., Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский.- М.: Наука, 1976. - 279 с.

7. Назарьян Г. Н. Решение задач оптимизации объектов исследования методом планирования математического эксперимента / Г.Н. Назарьян, М.В. Постникова, А.П. Карпова. – Мелитополь : Люкс, 2012. – 68 с.

References

1. Drincha V.M., Stjagov V.S., Shahsaidov B.I., Ratenkov S.V. Problemy i perspektivy ispol'zovaniya agregatov ZAV i kompleksov KZS [Problems and prospects for the use of ZAV aggregates and GLC complexes] *Traktory i sel'skoho hozjajstvennye mashiny*, 2002, No 3, pp. 31-33.

2. Zjulin A.N., Chizhikov A.G. Perspektivy mehanizacii posleuborochnoj obrabotki i hranenija zerna i semjan [Prospects for the mechanization of post-harvest handling and storage of grain and seeds], *Mehanizacija i jelektrifikacija sel'skogo hozjajstva*, 2002, No 6, pp. 10-14.

3. Postnikova M.V. Energozberigajuchi rezhimi roboti elektromehanichnih sistem obrobki zerna na zernopunktah [Grain processing in electro-

mechanical systems power saving modes in grain items]: avtoref. dis. kand. tehn. nauk, Melitopol', 2011, 22 p.

4. Prognoz razvitija tehniki dlja ochistki zerna v s.h. Sovetskogo Sojuza [Technology development forecast for the grain cleaning in Soviet Union agriculture]. GSKB, Voronezh: 1986, 112 p.

5. Kozhuhovskij I.E. Zernoochistitel'nye mashiny. Konstrukcii, raschet i proektirovanie [Grain-cleaning machines. Construction, calculation and design]. Moskva, Mashinostroenie, 1974, 200 p.

6. Adler Ju.P. Markova E.V., Granovskij Ju.V. Planirovanie jeksperimenta pri poiske optimal'nyh uslovij [Planning of experiment in the optimal conditions finding]. Moskva, Nauka, 1976, 279 p.

7. Nazar'jan G.N., Postnikova M.V., Karpova A.P. Rishennja zadach optimizacii ob'ektiv doslidzhennja metodom planuvannja matematichnogo eksperimentu [Solving problems of study optimization objects by mathematical experiment planning]. Melitopol': Ljuks, 2012, 68 p.

Сведения об авторе

Постникова Марина Викторовна – канд. техн. наук, доцент кафедры автоматизированного электропривода, Таврический государственный агротехнологический университет (г. Мелитополь, Украина). Тел.: (0619) 42-31-59. E-mail: tdatu. kaf.aep@mail.ru.

Information about the author

Postnikova Marina Viktorovna - Candidate of Technical Sciences, associate professor of Automated electric drive department, Tavria State Agrotechnological University (Melitopol, Ukraine). Phone (0619) 42-31-59. E-mail: tdatu. kaf.aep@mail.ru.