

Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 1 (41). С. 67-73

Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2022; (1-41): 67-73

Научная статья

УДК 001.891.5:664.78

Код ВАК 05.20.02

DOI: 10.52463/22274227_2022_41_67

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА УНИВЕРСАЛЬНОЙ ЛИНИИ ПО ПЕРЕРАБОТКЕ КРУПЯНЫХ КУЛЬТУР

Александр Алексеевич Румянцев^{1✉}, Александр Викторович Козлов²

¹Тюменский индустриальный университет, Тюмень, Россия

²Тюменский колледж производственных и социальных технологий, Тюмень, Россия

¹aarumyantsev1@gmail.com

²alviko1984@yandex.ru

Аннотация. Цель исследований – провести энергетическую оценку универсальной линии по переработке крупяных культур. **Методика.** Универсальная линия предназначалась для переработки крупяных культур (гречиха, ячмень, горох, овес) в фермерских хозяйствах и представляла собой набор машин, вспомогательных устройств и оборудования, обеспечивающих выполнение технологических операций по переработки зерна в крупу. Комплект основного оборудования для переработки зерна в крупу включал: пропариватель; сушилку; универсальную машину для очистки и калибровки зерна; вальцедековый станок; шелушильно-шлифовальную машину; центробежный шелушитель; аспирационную систему; систему очистки от металломагнитных примесей. К вспомогательным устройствам и оборудованию были отнесены: приемный и промежуточный бункеры, скребковые и винтовые конвейеры. При проведении энергетической оценки определяли следующие показатели: активная и реактивная мощности подключенного оборудования; средний коэффициент мощности; удельные энергозатраты при переработке крупяных культур. Дополнительно определяли коэффициент загрузки электродвигателей приводов по активной мощности. **Результаты.** Результаты испытаний показали, что суммарная установленная мощность оборудования линии составила 112 кВт. Удельные энергозатраты при переработке ячменя, гороха, овса и гречихи соответствуют требуемому значению (не более 1,33

МДж/кг) технического задания при фактических значениях соответственно 1,23; 0,49; 0,76 и 1,08 МДж/кг. Максимально загруженными являются тепловые электронагреватели пропаривателя и сушилки (коэффициент загрузки 1,0), а минимально загружен элеватор, транспортирующий зерно от сушилки к универсальной машине по очистке и калибровке зерна (коэффициент загрузки 0,4). Коэффициент использования мощности составил при переработке гречихи и ячменя 0,78, а при переработке гороха и овса соответственно 0,80 и 0,75. Для оптимизации энергетических параметров универсальной линии по переработке крупяных культур рекомендуется применить системы компенсации реактивной мощности, плавного пуска и частотных преобразователей. **Научная новизна.** Произведена энергетическая оценка разработанного универсального оборудования, позволяющая определить его место в сложившейся номенклатуре линий для переработки зерна крупяных культур в фермерских хозяйствах.

Ключевые слова: энергетическая оценка, универсальная линия, крупяные культуры.

Для цитирования: Румянцев А.А., Козлов А.В. Энергетическая оценка универсальной линии по переработке крупяных культур // Вестник Курганской ГСХА. 2022. № 1 (41). С. 67-73. https://doi.org/10.52463/22274227_2022_41_67

Scientific article

ENERGY EVALUATION OF A UNIVERSAL LINE CROP PROCESSING

Aleksandr A. Rumyantsev^{1✉}, Aleksandr V. Kozlov²

¹Industrial University of Tyumen, Tyumen, Russia

²Tyumen College of Production and Social Technologies, Tyumen, Russia

¹aarumyantsev1@gmail.com

²alviko1984@yandex.ru

Abstract. Purpose of the study is to make energy assessment of a universal line for processing cereals. **Methodology.** The universal line is designed for the processing of cereal crops (buckwheat, barley, peas, oats) on farms and it is a set of machines, auxiliary devices and equipment that ensure the implementation of technological operations for processing grain cereals. A set of basic equipment for processing grain into cereals included a steamer; a dryer; a universal machine for cleaning and calibrating grain; rolling machine; peeling and grinding machine; centrifugal dehumidifier; aspiration system; cleaning system from metal-magnetic impurities. The auxiliary devices and equipment include: receiving and intermediate hoppers, scraper and screw conveyors. During the energy assessment, the following indicators were determined: active and reactive power of the equipment;

average power factor; specific energy consumption in the processing of cereal crops. Additionally, the load factor of the electric motors of the drives was determined in terms of active power. **Results.** The test results showed that the total installed capacity of the line equipment was 112 kW. Specific energy consumption during processing during the processing of barley, peas, oats and buckwheat corresponds to the required value (no more than 1.33 MJ/kg) of the technical specification at actual values of 1.23; 0.49; 0.76 and 1.08 MJ/kg. The maximum loaded are the thermal electric heaters of the steamer and dryer (load factor 1.0), and the minimum loaded is the elevator that transports grain from the dryer to the universal grain cleaning and calibration machine (load factor 0.4). The power utilization factor for the processing of buckwheat and barley was 0.78, for the processing of peas 0.80 and 0.75 for oats.

To optimize the energy parameters of a universal line for processing cereals, it is recommended to use reactive power compensation systems, soft start and frequency converters. **Scientific novelty.** An energetic assessment of the developed universal equipment has been carried out, which makes it possible to determine its place in the existing no-

Введение. В последние годы предприятия агропромышленного комплекса, в том числе крестьянские (фермерские) хозяйства, ориентированы на переработку сельскохозяйственного сырья непосредственно в местах его производства. Этим обеспечивается повышение занятости сельского населения в период межсезонья, сокращение потерь сельхозпродукции, снижение затрат на ее транспортировку. Кроме того, появляется возможность более эффективно использовать побочные продукты переработки сельхозсырья и удовлетворить спрос местного населения на продукты питания.

Машиностроительные предприятия предлагают для крестьянских хозяйств различное оборудование, в том числе универсальные линии для переработки крупяных культур (далее – линии) [1-3]. Технологическая часть линий включает основное оборудование: для очистки и сортировки зерна (рассевы, камнеотборники, зерноочистители, магнитные сепараторы, калибраторы), машины для шелушения, шлифования и измельчения зерна, для влаготепловой обработки зерна (парогенераторы, пропариватели, сушилки), систему аспирации для очистки зерна и крупы от легких примесей (аспирационные колонки, циклоны, вентиляторы, воздухопроводы), устройства выбоя готовой продукции, комплект норий (элеваторов, шнеков) или систему пневмотранспорта (вентиляторы, циклоны, зернопроводы) для транспортировки зерна и крупы. Оборудование монтируется на общей несущей раме из металлоконструкций.

Электротехническая часть линий включает различное силовое электрооборудование. Основное технологическое оборудование поставляется комплектно с электродвигателями и пускорегулирующей аппаратурой. Напряжение силовой сети составляет 380В, в которой должно быть предусмотрено зануление электрооборудования (посредством нулевой жилы в силовых и контрольных кабелях) для обеспечения безопасности людей при нарушении изоляции токоведущих частей электрооборудования. Для распределения электроэнергии применяются распределительные шкафы и пункты различных серий. В качестве пускозащитной аппаратуры применяются магнитные пускатели, а также автоматические выключатели. Для питания и распределения сети применяется кабель различных марок.

menclature of lines for processing cereal grain on farms.

Keywords: energy assessment, universal line, cereal crops.

For citation: Rumyantsev A.A., Kozlov A.V. Energy evaluation of a universal line crop processing. Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2022; (1-41): 67-73. (In Russ) https://doi.org/10.52463/22274227_2022_41_67

В своих каталогах производители линий приводят назначение, состав, описание работы и некоторые технические характеристики оборудования, которые содержат такие показатели, как производительность по исходному сырью, выход продукта, установленную (потребляемую) мощность, габаритные размеры, массу и количество обслуживающего персонала. Других показателей в открытом доступе нет.

Недостаток информации по энергетической оценке оборудования затрудняет поиск решений при модернизации существующих и проектировании новых крупнопроизводящих линий. Поэтому важным является определение энергетических показателей оборудования для переработки зерна в производственных условиях [4-12].

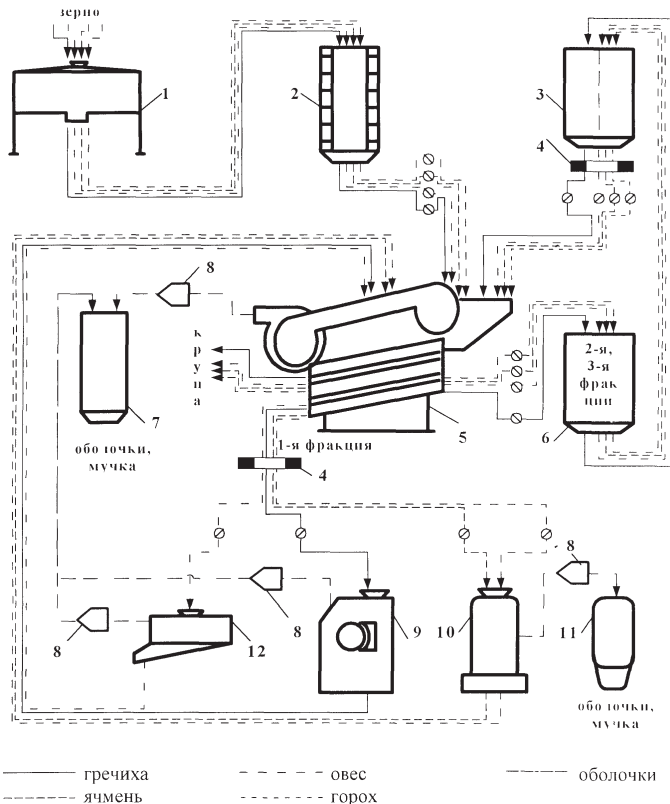
Цель исследований – провести энергетическую оценку универсальной линии по переработке крупяных культур.

Методика. Энергетическая оценка линии проведена по ГОСТ 34631-2019 [13]. Определяли следующие показатели: активная и реактивная мощности подключенного оборудования; средний коэффициент мощности; удельные энергозатраты при переработке крупяных культур. Дополнительно определяли коэффициент загрузки электродвигателей приводов по активной мощности.

Условия проведения энергетической оценки соответствовали техническому заданию (ТЗ) на универсальную линию. Универсальная линия установлена в цехе переработки крупяных культур ЗАО «Нива-Агро» Упоровского района Тюменской области. Помещение обеспечивает защищенность от шума, пыли и низких температур. При испытаниях температура атмосферного воздуха составляла от +10 до +21°C, а относительная влажность – от 70 до 80%. В соответствии с ТЗ температура окружающего воздуха при эксплуатации линии должна быть в пределах от -5 до +40°C.

Энергетическая оценка проводилась на режимах, обеспечивающих максимальную производительность линии при требуемом качестве крупы. Для проведения испытаний использовалось рядовое зерно гречихи, ячменя, овса и гороха. Основные показатели качества исходного зерна удовлетворяли требованиям соответствующих нормативно-технических документов.

Линия предназначена для переработки крупяных культур (гречиха, ячмень, горох, овес) в крестьянско-фермерских хозяйствах и представляет собой набор машин, вспомогательных устройств и оборудования, обеспечивающих выполнение технологических операций переработки зерна крупы. Технологическая схема линии приведена на рисунке.



- 1 – пропариватель; 2 – сушилка; 3, 6, 7 – бункеры;
4 – блок магнитов; 5 – универсальная машина для
очистки и калибровки зерна; 8 – аспирационная
система; 9 – вальцедековый станок; 10 –
шелушильно-шлифовальная машина; 11 – циклон;
12 – центробежный шелушитель

Рисунок – Технологическая схема универсальной линии по переработке крупяных культур

Основное и вспомогательное оборудование линии было технически исправно, обкатано и отрегулировано в соответствии с руководством по эксплуатации.

Электродвигатели приводов оборудования линии объединены в группы в соответствии с технологической взаимосвязью машин. В линии установлены датчики вращения шлюзовых затворов и датчики уровня продуктов. Датчики уровня обеспечивали автоматический режим работы узла подачи зерна и сигнализировали о подпорах продукта в технологической цепочке. Датчики вращения сигнализировали об аварийной остановке шлюзовых затворов и выдавали

команду на аварийную остановку линии. Управление линии осуществлялось с пульта управления. В линии предусмотрена индивидуальная тепловая защита всех электродвигателей, обеспечена взаимная блокировка технологически связанных машин и предусмотрена невозможность включения линии без предварительной подачи звукового сигнала.

Комплект основного оборудования для переработки зерна в крупу включал: пропариватель; сушилку; универсальную машину для очистки и калибровки зерна (УМОК); вальцедековый станок (ВС); шелушильно-шлифовальную машину (ШШМ); центробежный шелушитель (ЦШ); аспирационную систему; систему очистки от металломагнитных примесей. К вспомогательным устройствам и оборудованию отнесены: приемный и промежуточный бункеры, скребковые и винтовые конвейеры.

Технологический процесс переработки зерна в крупу заключается в следующем. После предварительной очистки зерно гречихи, ячменя, гороха или овса подается для гидротермической обработки в пропариватель 1, а затем для сушки – в сушилку 2. По окончании процесса гидротермической обработки и сушки зерно подается в универсальную машину для очистки и калибровки зерна 5. Здесь же происходит разделение зерна гречихи на три фракции, а зерна овса, ячменя и гороха – на две фракции по крупности.

Первая фракция зерна той или иной культуры через блок магнитов 4, очищающий зерно от металломагнитных примесей, подается на шелушение: овса – в центробежном шелушителе 12, гречихи – в вальцедековом станке 9, ячменя и гороха – в шелушильно-шлифовальной машине 10. Вторая фракция зерна ячменя, гороха, овса или вторая и третья фракции зерна гречихи подаются в промежуточный бункер 6 для последующей повторной переработки.

В процессе шелушения оболочка и мучка зерна гречихи и овса удаляются через аспирационную систему 8 в бункер 7, а оболочка и мучка ячменя и гороха – в циклон 11. Продукт шелушения (смесь зерна, крупы, оболочек и мучки) подается в универсальную машину 5 для отделения крупы от зерна и дополнительного отделения оболочек и мучки.

После разделения крупа затаривается в мешки, а оболочка и мучка подаются в бункер 7 и циклон 11. Нешелушеное зерно из универсальной машины 5 через блок магнитов 4 вновь направляется на шелушение.

По окончании переработки первой фрак-

ции зерна в крупу из бункера 6 через бункер 3 и блок магнитов 4 подается на повторную переработку вторая фракция зерна той или иной культуры по вышеописанным технологическим процессам.

Зерно гречихи, овса, ячменя и гороха перерабатывается отдельно друг от друга, при этом производится замена решета в универсальной машине для очистки и калибровки зерна 5, деки в вальцедековом станке 9, сотовой обечайки в шелушильно-шлифовальной машине 10, а также изменяют режим работы системы аспирации 8.

При проведении энергетической оценки измеряли следующие показатели: активную мощность, реактивную мощность, массу зерна и время. На каждом режиме работы линии выполнено четыре измерения каждого показателя.

Испытания проводились при напряжении 380 В, частоте тока 50 Гц. Элементы электротехнической части технологического оборудования (электродвигатели, кабели, тепловые электронные нагреватели, защитная и светосигнальная аппаратура, магнитные пускатели и кнопки) соответствовали условиям внешней среды.

Контрольные значения электрических параметров фиксировались с помощью интеллектуальных систем учета электроэнергии на базе устройства сбора и передачи данных, с программным обеспечением «Пирамида 2.0» и вольтамперфазометра «ВФМ-3». Проведение измерений прибором вольтамперфазометром «ВФМ-3» заключалось в следующем. Для измерения активной и реактивной мощности после включения питания прибора подключали измерительные щупы к гнездам прибора А, В, С, N (желтое, зеленое, красное и черное соответственно). После чего устанавливали измерительные клещи, охватив ими проводник с токоведущим проводом. Активную и реактивную мощности, а также полную энергию считывали с дисплея, соответственно, в ваттах, варах и вольт-амперах. На дисплее прибора автоматически отображалась частота напряжения в сети. При получении отрицательных значений активной мощности переустанавливали клещи, развернув их на 180 градусов относительно токоведущего провода. Кроме этого, производили измерение расхода энергии, сменив режим работы прибора. Прибор вольтамперфазометр «ВФМ-3» позволял сохранять результаты 100 измерений.

Производительность за час основного времени и массу полученной крупы определяли по ГОСТ 24055-2016 [14].

Применяемые средства измерений были

проверены до начала испытаний и обеспечивали возможность синхронного измерения показателей энергетической оценки.

Результаты. Результаты энергетических испытаний машин и вспомогательного оборудования линии приведены в таблице 1.

Суммарная установленная мощность машин и вспомогательного оборудования линии составила 112 кВт. Коэффициент загрузки электродвигателей приводов по мощности не превышает 1,0, что соответствует требованиям нормативной документации (НД).

В таблице 2 приведены результаты оценки коэффициентов использования мощности линии при переработке ячменя, гороха, овса и гречихи в крупу. Нагревательные элементы существенно влияют на коэффициент мощности. Если коэффициент использования мощности электродвигателями составляет 0,71-0,83, то с учетом активных потребителей – 0,89-0,94.

Общая установленная мощность при переработке той или иной культуры не превышает требуемой в техническом задании (92,5 кВт), но при этом распределение установленных мощностей между электродвигателями и нагревателями отличается от значений технического задания, требующего для электродвигателей не более 32 кВт и нагревателей – не более 60,5 кВт при максимальных фактических значениях соответственно 41,5 кВт (шелушение гороха и ячменя в пенсак и) и 51кВт (переработка гречихи). Такое перераспределение установленных мощностей не увеличивает общее потребление электроэнергии.

Результаты расчета удельных энергозатрат при переработке ячменя, гороха, овса и гречихи приведены в таблице 3.

Удельные энергозатраты при переработке ячменя, гороха, овса и гречихи соответствуют требуемому значению (не более 1,33 МДж/кг) технического задания при фактических значениях соответственно 1,23; 0,49; 0,76 и 1,08 МДж/кг.

Для оптимизации энергетических параметров универсальной линии по переработке крупяных культур рекомендуется применить системы компенсации реактивной мощности, плавного пуска и частотных преобразователей [15].

Выводы. Результаты испытаний показали, что суммарная установленная мощность оборудования линии составила 112 кВт, коэффициент загрузки всех электроприводов не выше единицы, а удельные затраты электроэнергии при переработке крупяных культур не превышают 1,33 МДж/кг. Максимально загруженными

Таблица 1 – Результаты измерений потребляемой мощности

Наименование машин и вспомогательного оборудования	Параметры электродвигателей и нагревательных элементов		Потребляемая мощность, кВт	Коэффициент загрузки потребителей электроэнергии
	номинальная мощность, кВт	частота вращения вала, об/мин		
Универсальная машина для очистки и калибровки зерна (УМОК):				
– привод решет	2,2	1000	0,42	0,20
– привод вентилятора	2,2	1000	2,10	0,95
Пропариватель:				
– нагреватели	24,0	-	24,0	1,0
– привод мешалки	2,2	1500	1,50	0,70
– привод вентилятора отсоса	1,1	3000	0,72	0,65
Привод шлушильно-шлифовальной машины (ШШМ)	15,0	1500	12,0	0,80
Привод центробежного шлушителя (ЦШ)	3,0	3000	1,92	0,64
Привод вальцедекового станка (ВС)	7,5	1500	5,04	0,67
Сушилка:				
– нагреватели	27,0	-	27,0	1,0
– привод вентилятора обдува	0,55	3000	0,42	0,92
– привод выпускного устройства	2,2	1000	2,10	0,93
Привод загрузочного шнека	2,2	1000	1,56	0,71
Привод элеватора от приемного бункера к ШШМ; ЦШ; ВС	2,2	1000	1,60	0,71
Привод элеватора от УМОК к промежуточному бункеру	2,2	1000	1,65	0,75
Привод элеватора от УМОК к ВС; ШШМ; ЦШ	2,2	1000	1,30	0,60
Привод элеватора от ВС; ЦШ; ШШМ к УМОК	2,2	1000	1,65	0,75
Привод элеватора от сушилки к УМОК	2,2	1000	0,78	0,40
Привод элеватора от промежуточного бункера к приемному	2,2	1000	2,0	0,93
Привод элеватора от пропаривателя к сушилке	2,2	1000	2,09	0,95
Аспирационная система:				
– привод вытяжного вентилятора	4,0	1500	3,60	0,90
– привод вентилятора циклона	2,2	1500	1,65	0,75
Привод компрессора	1,1	1000	0,74	0,68

Таблица 2 – Результаты оценки коэффициентов использования мощности при переработке ячменя, гороха, овса и гречихи в крупу

Наименование перерабатываемой культуры	Установленная мощность электродвигателей, кВт		Общая установленная мощность, кВт		Мощность потребляемая электродвигателями, кВт	Общая потребляемая мощность, кВт	Коэффициент использования мощности электродвигателями	Общий коэффициент использования мощности
	по техническому заданию (ТЗ)	по результатам испытаний	по техническому заданию (ТЗ)	по результатам испытаний				
Ячмень в пенсак	32,0	41,5	92,5	92,5	31,3	82,3	0,75	0,89
Пенсак в крупу		30,0		81,0	24,9	75,9	0,83	0,94
Горох		41,5		92,5	31,3	82,3	0,75	0,89
Овес		29,5		80,5	21,2	72,2	0,72	0,90
Гречиха		34,0		85,0	24,3	75,3	0,71	0,89

Таблица 3 – Результаты расчета удельных энергозатрат при переработке ячменя, гороха, овса и гречихи

Наименование перерабатываемого сырья	Масса переработанного сырья, кг	Количество активной энергии, кВт·ч	Удельные энергозатраты, МДж/кг
Ячмень в пенсак	4105	1035	0,91
Пенсак в крупу	2875	253	0,32
Горох	6875	940	0,49
Овес	3790	805	0,76
Гречиха	5035	1510	1,08

являются тепловые электронагреватели пропаривателя и сушилки (коэффициент загрузки 1,0), а минимально загружен элеватор, транспортирующий зерно от сушилки к универсальной машине по очистке и калибровке зерна (коэффициент загрузки 0,4). Коэффициент использования мощности составил при переработке гречихи и ячменя 0,78, а при переработке гороха и овса – соответственно 0,80 и 0,75.

Для оптимизации энергетических параметров универсальной линии по переработке крупных культур рекомендуется применить системы компенсации реактивной мощности, плавного пуска и частотных преобразователей.

Список источников

- 1 Крупецх КРЦ-6 АО «ЖАСКО» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://jasko.ru/product/oborudovanie-dlya-proizvodstva-krup/krc6/>, свободный. – (дата обращения: 18.09.2021).
- 2 Оборудование для крупозаводов АО «Мельинвест» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.melinvest.ru/catalog/oborudovanie-dlja-krupozavodov/>, свободный. – (дата обращения: 18.09.2021).
- 3 Агрегатный универсальный крупозавод «ОПТИМАТИК-К-07» ООО «ОЛИС» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.olis-2.ru/rus/universal-nyj-krupocex-optimatik-k-07.html>, свободный. – (дата обращения: 18.09.2021).
- 4 Иванов Н.М., Чепурин Г.Е. Энергозатраты при послеуборочной обработке зерна // Достижения науки и техники АПК. 2017. Т. 31. № 4. С. 87-90.
- 5 Карабута В.С. Метод оценки энергоэффективности оборудования систем энергообеспечения предприятий агропромышленного комплекса // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2016. № 44. С. 287-294.
- 6 Практикум по сельскохозяйственным машинам и орудиям / М.М. Константинов [и др.]. Оренбург,

2016. 299 с.

7 Пахомов А.И., Максименко В.А., Буханцов К.Н. Энергетическая оценка комплекта нового оборудования для конвективно-сверхвысокочастотного и низкоконцентрационного химического обеззараживания зерна и семян // Техника и оборудование для села. 2017. № 11. С. 27-31.

8 Критерий оценки энергетической эффективности технологий, комплексов машин и оборудования при производстве сельскохозяйственной продукции / Е.В. Тимофеев [и др.] // АгроЭкоИнженерия. 2019. № 2 (99). С. 16-25.

9 Довлатов И.М., Юферев Л.Ю. Сравнение режимов комбинированного рециркулятора для определения времени экспозиции // Вестник Курганской ГСХА. 2019. № 1 (29). С. 66-69.

10 Новикова В.А. Энергетическая оценка агрегатов для термообработки зерна // Вестник Курганской ГСХА. 2013. № 4 (8). С. 97-101.

11 Rumyantsev A.A., Minukhin L.A., Aleksandrov V.A., Kukhar V.S. Research of operations in the production strategy of mini-lines for the grain processing of cereal crops // Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018. Т.13. № 12. Рр. 4387-4390.

12 Константинов М.М., Румянцев А.А. Гидротермическая обработка зерна гречихи для крупопроизводящих предприятий малой (средней) мощности // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2015. № 4 (54). С. 74-77.

13 ГОСТ 34631-2019. Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. М.: Стандартинформ, 2020. 13 с.

14 ГОСТ 24055-2016. Техника сельскохозяйственная. Методы эксплуатационно-технологической оценки. М.: Стандартинформ, 2020. 27 с.

15 Иванова В.Р., Киселев И.Н. Частотно-регулируемый электропривод для энергосбережения и оптимизации технологических процессов в электротехнических комплексах // Известия высших учебных заведений. Проблемы энергетики. 2019. № 21 (5). С. 59-70.

References

- 1 Krupotsekh KRTs-6 AO «ZhASKO» [Krupotsekh KRC-6 JSC "ZHASKO"] [Internet]; 2020 [cited 2021 September 18]. Available from: <https://jasko.ru/product/oborudovanie-dlya-proizvodstva-krup/krc6/> (In Russ).
- 2 Oborudovanie dlya krupozavodov AO «Mel'invest» [Equipment for groats factories of JSC "Melinvest"] [Internet]; 2020 [cited 2021 September 18]. Available from: <https://www.melinvest.ru/catalog/oborudovanie-dlja-krupozavodov/> (In Russ).
- 3 Agregatnyi universal'nyi krupozavod «OPTIMATIK-K-07» ООО «OLIS» [Aggregate universal groats plant "OPTIMATIK-K-07" LLC "OLIS"] [Internet]; 2020 [cited 2021 September 18]. Available from: <https://www.olis-2.ru/rus/universal-nyj-krupocex-optimatik-k-07.html> (In Russ).
- 4 Ivanov N.M., Chepurin G.E. Energozatraty pri posleuborochnoi obrabotke zerna [Energy consumption

during post-harvest grain processing]. Achievements of Science and Technology of AIC. 2017; (31-4): 87-90. (In Russ).

5 Karabuta V.S. Metod otsenki energoeffektivnosti oborudovaniya sistem energoobespecheniya predpriyatii agropromyshlennogo kompleksa [A method for assessing the energy efficiency of equipment for energy supply systems for enterprises of the agro-industrial complex]. Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University. 2016; (44): 287-294. (In Russ).

6 Konstantinov M.M. et al. Praktikum po sel'skokhozyaistvennym mashinam i orudiyam Workshop on agricultural machines and tools. Orenburg. 2016. (In Russ).

7 Pakhomov A.I., Maksimenko V.A., Bukhantsov K.N. Energeticheskaya otsenka komplekta novogo oborudovaniya dlya konvektivno-sverkhvysokochastotnogo i nizkokontsentratsionnogo khimicheskogo obezzarazhivaniya zerna i semyan [Energy assessment of a set of new equipment for convective-ultra-high-frequency and low-concentration chemical disinfection of grain and seeds]. Machinery and Equipment for Rural Area. 2017; (11): 27-31. (In Russ).

8 Timofeev E.V. et al. Kriterii otsenki energeticheskoi effektivnosti tekhnologii, kompleksov mashin i oborudovaniya pri proizvodstve sel'skokhozyaistvennoi produktsii [Criterion for assessing the energy efficiency of technologies, complexes of machines and equipment in the production of agricultural products]. AgroE-kolnzheneriya. 2019; (2-99): 16-25. (In Russ).

9 Dovlatov I.M., Yuferev L.Yu. Svravnenie rezhimov kombinirovannogo retsirkulyatora dlya opredeleniya vremeni ekspozitsii [Comparison of the modes of the combined recirculator for determining the exposure time]. Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2019; (1-29): 66-69. (In Russ).

10 Novikova V.A. Energeticheskaya otsenka agregatov dlya termoobrabotki zerna [Energy assessment of aggregates for heat treatment of grain]. Vestnik Kurganskoy GSKhA. 2013; (4-8): 97-101. (In Russ).

11 Rumyantsev A.A., Minukhin L.A., Aleksandrov V.A., Kukhar V.S. Research of operations in the production strategy of mini-lines for the grain processing

of cereal crops . Journal of Engineering and Applied Sciences. 2018; (13-12): 4387-4390.

12 Konstantinov M.M., Rumyantsev A.A. Gidrotermicheskaya obrabotka zerna grechikhi dlya krupoproizvodyashchikh predpriyatii maloi (srednei) moshchnosti [Hydrothermal treatment of buckwheat grain for small (medium) capacity large-scale enterprises]. Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2015; (4-54): 74-77. (In Russ).

13 GOST 34631-2019. Tekhnika sel'skokhozyaistvennaya. Metody energeticheskoi otsenki [Agricultural machinery. Energy assessment methods]. Moscow: Standartinform; 2020. (In Russ).

14 GOST 24055-2016. Tekhnika sel'skokhozyaistvennaya. Metody ekspluatatsionno-tekhnologicheskoi otsenki [Agricultural machinery. Operational and technological assessment methods]. Moscow: Standartinform; 2020. (In Russ).

15 Ivanova V.R., Kiselev I.N. Chastotno-reguliruemiy elektroprivod dlya energosberezheniya i optimizatsii tekhnologicheskikh protsessov v elektrotekhnicheskikh kompleksakh [Frequency-controlled electric drive for energy saving and optimization of technological processes in electrotechnical complexes]. Power engineering: research, equipment, technology. 2019; (21-5): 59-70. (In Russ).

Информация об авторах

A.A. Румянцев – кандидат технических наук, доцент; AuthorID: 819598.

A.B. Козлов – преподаватель; AuthorID: 901183.

Information about the authors

A.A. Rumyantsev – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor; AuthorID: 819598.

A.V. Kozlov – Teacher; AuthorID: 901183.

Статья поступила в редакцию 20.10.2021; одобрена после рецензирования 23.11.2021; принята к публикации 24.02.2022.

The article was submitted 20.10.2021; approved after reviewing 23.11.2021; accepted for publication 24.02.2022.