

УДК 621.385.6,

**РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ДЛЯ ШЕЛУШЕНИЯ РАПСА****Г. В. Новикова, О. В. Михайлова, М. В. Просвирякова, В. А. Булатов, А. А. Синицин***Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,  
606340, г. Княгинино, Российская Федерация*

**Аннотация.** В статье анализируются существующие сверхвысокочастотные (СВЧ) установки для тепловой обработки зерна и зернопродуктов с целью определения возможности их использования в процессе шелушения семян рапса. Представлено описание новой трехмодульной установки для шелушения рапса. Впервые предлагается в процессе шелушения семян рапса использовать также микроволновую технологию, позволяющую максимально отделить оболочку от ядра с сохранением его целостности, что приводит к снижению эксплуатационных затрат. Также предлагается конструктивное исполнение трех модулей установки, связанных между собой, совмещающих шелушение рапса при помощи многократного удара с истиранием его увлажненных оболочек с воздействием на него электромагнитного поля сверхвысокой частоты. Первый модуль состоит из цилиндрического корпуса с мелкоячеистым ситовым основанием, загрузочного бункера, форсунок для увлажнения семян. Второй модуль включает цилиндрический резонатор, магнетроны 5, соосно расположенный фторопластовый шнек. Увлажненные семена рапса с помощью фторопластового шнека передвигаются с определенной скоростью и подвергаются воздействию электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ). В связи с тем, что оболочка семян увлажнена в первом модуле, градиент влажности направлен в сторону ядра. Одновременно под воздействием ЭМП СВЧ градиенты влажности, температуры и давления направляются из центра ядра рапса к периферии. Такое противоположное направление градиентов влажности в компонентах семян рапса способствует отделению оболочки от ядра, которое становится менее хрупким. Третий модуль предназначен для шелушения оболочки рапса за счет многократного удара и истирания, а также для отделения лузги от ядра. Этот модуль имеет вид барабана с лопастями, покрытыми мелкозернистым абразивным материалом, позволяющим шелушить рапс путем многократных ударов и истирания. Модуль выполнен в виде горизонтально расположенного цилиндра с комплектом вентиляторных лопастей, покрытых мелкозернистым абразивным материалом. Лопасты обеспечивают турбулентное завихрение потока воздуха.

**Ключевые слова:** истирание оболочки, конструктивное исполнение резонатора, многократный удар, трехмодульная установка, шелушение рапса, форсунки для увлажнения, электромагнитное поле, ядро.

**Введение.** В Сеченовском районе Нижегородской области функционирует линия по переработке семян рапса. Она рассчитана на производство 12 тонн семян рапса в сутки, причем из каждой тонны семян получают 400 кг масла (40 %) и 600 кг содержащего до 20 % масла жмыха, который используют в качестве корма для скота. Однако рапсовое масло, произведенное из нешелушенных семян без глубокой переработки, не рекомендуется к использованию для пищевых целей. Поэтому подготовка семян рапса к отжиму масла путем отделения семенной оболочки от масляного ядра нетрадиционным методом, позволяющим повысить качество рапсового масла и жмыха, является актуальной задачей.

С помощью существующих машин шелушить семена рапса не удастся из-за их особых физических свойств: хрупкости, низкой влажности (4-6 %), мелкоты семян (1 мм). В этих машинах предусмотрены следующие три способа шелушения: сжатие и сдвиг, многократный удар, истирание оболочек [1]. В настоящее время шелушение семян рапса на предприятиях проводят в вальцовых мельницах, где происходит измельчение большого количества масляных ядер и отделение их от лузги (50 %). Для снижения хрупкости ядра и выхода дробленых фракций семена рапса подвергают гидротермической обработке.

К процессу шелушения семян рапса предъявляют два основных требования: качественное отделение лузги от ядра, сохранность целостности ядра. Основные фракции – это шелушенное ядро, оболочка (лузга) и мучка (мелкие частицы ядра и лузги). Ниже проанализированы прототипы установок для шелушения семян рапса.

Известен экспериментальный образец установки для повторного обрушивания семян рапса после вальцовой мельницы. После удара рушанки об отбойную пластинку ядро освобождается от лузги [5].

Известна СВЧ установка с тороидальными резонаторами для термообработки зерна в процессе шелушения. В экранирующем корпусе коаксиально расположен пустотелый вал и диэлектрический перфорированный цилиндр. На вал поярусно насажены тороидальные резонаторы с круглым сечением. Тор собран из ободков и соединен пустотелым кольцевым диском. При таком конструктивном исполнении рабочей камеры трудно согласовать равномерную подачу сырья в тороидальные резонаторы, расположенные ниже по ярусам, со скоростью их вращения.

Известна СВЧ установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме (патент № 2641705) [3]. Внутри экранирующего корпуса соосно расположены ситовый цилиндр и роторы, установленные поярусно. Они выполнены в виде тороидальных перфорированных резонаторов, центральные части которых

представлены параллельно расположенными ферромагнитными кольцевыми дисками, скрепленными диэлектрическими штифтами. Установка применяется только для обеззараживания зерновых культур.

Известна также установка для шелушения рапса в ЭМП СВЧ (патент № 2710063 [4]). В цилиндрическом корпусе, имеющем прорезь вдоль боковой поверхности и содержащем загрузочную емкость с заслонкой и с распылителем, соосно установлен шлифовальный лепестковый барабан. В цилиндрический перфорированный резонатор соосно установлены попарно расположенные вращающиеся диски из мелкозернистого абразивного материала [4], [2]. Первый модуль обеспечивает распыление воды и предварительное шлифование рапса с помощью лепестков из абразивного материала, установленных на барабане. Второй модуль обеспечивает возбуждение ЭМП СВЧ в резонаторе с тремя магнетронами; истирание оболочки рапса с помощью мелкозернистого абразивного диска в процессе диэлектрического нагрева; шелушение оболочки рапса при многократном ударе о перфорированный резонатор за счет центробежной силы при вращении диска; отделение и удаление лузги от ядра за счет перфорации резонатора; высыпание за счет определенного угла наклона модуля шелушенного ядра через запредельный волновод; электромагнитную безопасность за счет экранирующего корпуса и запредельных волноводов, используемых вместо подающих и выгрузных патрубков. В данной установке согласовать производительность между модулями очень сложно.

Имеются ударные шелушители ЖИ, предназначенные для шелушения масличных культур, у которых ядро плотно не прилегает к шелухе (конопля, подсолнечники т.п.). Если ядро плотно прилегает к оболочке, то рекомендуют использовать шелушитель ЖНР [7]. Энергетические затраты при его использовании составляют 20-25 кВт ч/т. Однако такое оборудование является достаточно дорогим для агропредприятий и не позволяет качественно шелушить хрупкие семена рапса.

Анализ существующих технологий и технических средств шелушения семян масличных культур показал, что экструзионно-прессовый способ переработки рапса является в настоящее время наиболее прогрессивным [6]. Однако потребляемая мощность у подобной установки достаточно высокая.

**Материалы и методы исследования.** С помощью созданного лабораторного образца модуля с крыльчаткой (рис. 1) были определены его технологические параметры: частота вращения крыльчатки, эффективная влажность семян, процент отделения оболочки от ядра, сохранность целостности ядра.

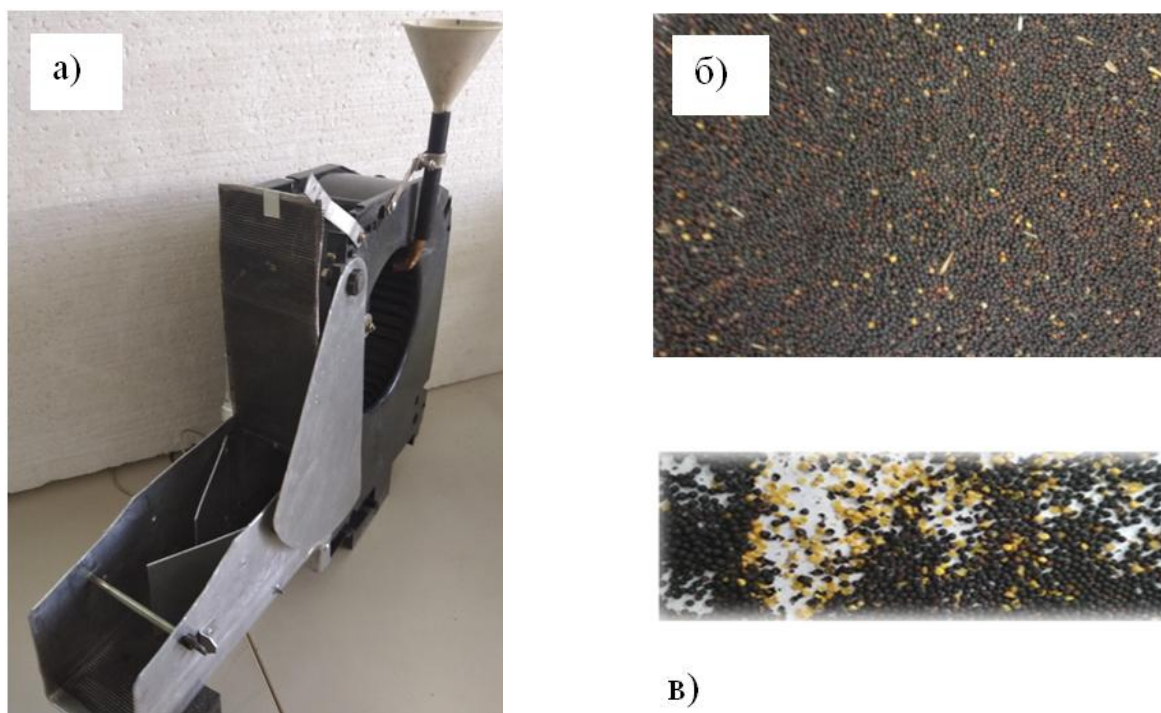


Рис. 1. Лабораторный образец модуля с крыльчаткой и узлом истирания об абразивные материалы (а); семена рапса до шелушения (б); шелушенные с помощью лабораторного образца семена рапса (в)

**Результаты исследований и их обсуждение.** Мы предлагаем *инновационную идею* – совмещать три способа шелушения семян с воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты (ЭМП СВЧ) и одновременное распыление воды. Ее суть заключается в том, что при диэлектрическом нагреве увлажненная до 5-6 % оболочка семян рапса отделяется от ядра, так как градиенты влажности, температуры и давления направлены из центра ядра к периферии, что способствует сохранению целостности ядра при многократном ударе, а оболочка отделяется и истирается об абразивные материалы.

Целью настоящей работы является разработка установки для отделения оболочки увлажненных семян рапса за счет истирания об абразивные транспортирующие поверхности и многократных механических ударов в процессе воздействия ЭМП СВЧ с последующим удалением лузги.

В связи с поставленной целью были определены следующие задачи:

1. Анализ существующих технологий и технических средств, позволяющих шелушить масличные культуры.
2. Разработка технологии и конструктивное создание установки для шелушения рапса, в которой путем истирания и многократного удара в процессе воздействия ЭМП СВЧ на увлажненные семена происходит отделение оболочки от ядра за счет диэлектрического нагрева.
3. Обоснование конструктивно-технологических параметров и режима работы установки для шелушения рапса в условиях агропредприятий с учетом низких эксплуатационных затрат.
4. Изготовление экспериментального образца установки для исследования процесса шелушения семян рапса и определения его основных технологических параметров.

Научная новизна исследования:

- способ шелушения семян рапса, совмещенный с микроволновой технологией, позволяющей максимально отделить оболочку от ядра с сохранением его целостности при низких эксплуатационных затратах;
- конструктивное исполнение трех модулей установки, связанных друг с другом, совмещающих шелушение с помощью многократного удара и истирания увлажненных оболочек рапса с воздействием электромагнитного поля сверхвысокой частоты.

Для реализации данной идеи была разработана установка, состоящая из трех модулей (рис. 2). Первый модуль включает вертикально расположенный цилиндрический корпус 1 с мелкоячеистым ситовым основанием, загрузочный бункер 2 с заслонкой, позволяющей регулировать поток зерна, распылительные форсунки 3, предназначенные для увлажнения семян с регулируемой производительностью. В процессе передвижения семян с загрузочного бункера через этот модуль происходит 6 % увлажнение семян водой, далее увлажненное сырье попадает через направляющую воронку во второй модуль, а остатки воды стекают через ситовое основание корпуса 1 и выводятся за пределы корпуса.

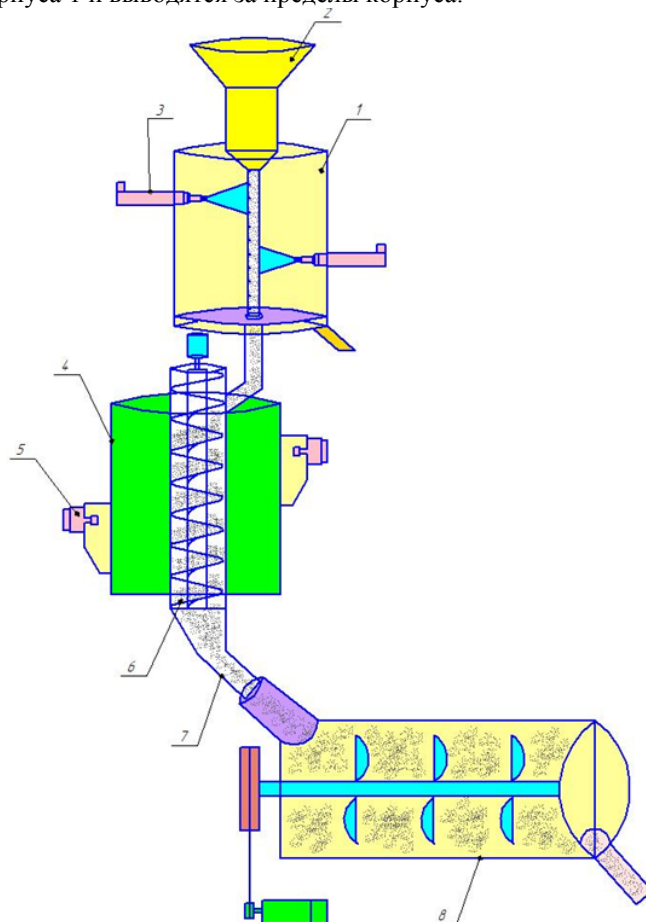


Рис. 2. Трехмодульная установка для шелушения рапса:

- 1 – цилиндрический корпус; 2 – загрузочный бункер; 3 – форсунки; 4 – цилиндрический резонатор; 5 – маломощные магнетроны; 6 – фторопластовый шнек; 7 – направляющий патрубок; 8 – комплект лопастей на валу электропривода

*Второй модуль* состоит из вертикально расположенного цилиндрического резонатора 4, выполняющего одновременно функцию экранирующего корпуса; маломощных магнетронов 5 с воздушным охлаждением, расположенных на боковой поверхности цилиндрического резонатора по периметру со сдвигом на 90 градусов; соосно расположенного в резонаторе фторопластового шнека 6 с электроприводом; направляющего патрубка 7. Причем винтовая поверхность фторопластового шнека покрыта мелкозернистым абразивным материалом. Увлажненные в первом модуле семена рапса с помощью фторопластового шнека 6 с определенной скоростью транспортируются вдоль цилиндрического резонатора и подвергаются воздействию ЭМП СВЧ (2450 МГц, длина волны 12,24 см). Доза воздействия регулируется с помощью изменения мощности генераторов и производительности шнека. Размещение четырех магнетронов позволяет увеличить равномерность нагрева семян во фторопластовом шнеке за счет увеличения числа возбуждаемых колебаний в резонаторе. Во избежание передачи СВЧ энергии из одного волновода в другой магнетроны размещали на боковой поверхности со сдвигом по периметру и высоте резонатора. В связи с тем, что оболочка семян рапса была увлажнена в первом модуле, градиент влажности был направлен в сторону ядра. Одновременно под воздействием ЭМП СВЧ градиенты влажности, температуры и давления направляются из центра ядра рапса к периферии. Такое противоположное направление градиентов влажности в компонентах семян рапса способствует отделению оболочки от ядра, которое становится менее хрупким.

*Третий модуль* предназначен для шелушения оболочки рапса за счет многократного удара и истирания, отделения лузги от ядра. Этот модуль выполнен в виде горизонтально расположенного цилиндра 8 с комплектом вентиляторных лопастей, покрытых мелкозернистым абразивным материалом, позволяющим шелушить рапс путем многократных ударов и истирания. Лопастей обеспечивают турбулентное завихрение потока воздуха.

Таблица 1 – Техническая характеристика проектируемой установки для шелушения семян рапса

Потребляемая мощность четырех генераторов, кВт	4,8
Производительность установки, кг/ч;	300
Мощность электродвигателя диэлектрического шнека второго модуля, кВт	0,5
Мощность привода комплекта лопастей в третьем модуле, кВт	1,5
Мощность вентилятора для охлаждения магнетронов, кВт	0,5
Потребляемая мощность СВЧ установки, кВт	7,3
Удельные энергетические затраты, кВт·ч/т	25

**Выводы.** Была разработана технология, а также осуществлено конструкционное исполнение установки для шелушения рапса, которая путем истирания и многократного удара в процессе воздействия ЭМП СВЧ на увлажненные семена отделяет оболочку от ядра за счет диэлектрического нагрева. Такая технология шелушения позволяет сохранить органолептические показатели, а следовательно, питательную ценность, так как под воздействием высокой температуры рапс находится во втором модуле всего 10-15 с. При этом за счет высокой напряженности электрического поля в резонаторе рапс обеззараживается.

Использование при производстве рапсового масла разработанного шелушителя, имеющего источники электромагнитного поля сверхвысокой частоты, производительность в 300 кг/ч, мощность в 8,3 кВт, обеспечит снижение энергетических затрат, которые составят примерно 25 кВт·ч/т.

Экономический эффект от применения СВЧ установки для шелушения рапса составляет 124 тыс. руб./месяц при объеме выработанной продукции в 38,5 т/месяц. При этом рентабельность производства повышается на 3,7 %.

#### Литература

1. Бутковский, В. А. Технология мукомольного, крупяного и комбикормового производства / В. А. Бутковский, Е. М. Мельников. – М.: Агропромиздат, 1989. – С. 67-72.
2. Основы патентования и научно-технические разработки для реализации микроволновой технологии в переработке сырья АПК / О. В. Михайлова, М. В. Просвирыкова. Г. В. Новикова [и др.]. – Княгинино: ГБОУ ВО НГИЭУ, 2021. – 526 с.
3. Патент № 2641705. Российская Федерация. МПК А23N17/00. Сверхвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме: 2016148587: заявл. 09.12.2016: опубл. 22.01.2018 / В. Л. Осокин, А. Н. Коробков, Г. В. Новикова [и др.]. – 15 с.
4. Патент № 2710063. Российская Федерация. МПК В02В3/00. Установка для шелушения рапса в электромагнитном поле сверхвысокой частоты: 2019109760: заявл. 15.03.2019: опубл. 24.12.2019 / Е. А. Шамин, О. В. Михайлова, М. В. Белова [и др.]. – 15 с.
5. Рензеев, А.О. Разработка комплекса оборудования и исследования процесса разделения рушанки семян рапса: автореферат на соискание ученой степени кандидата технических наук / А. О. Рензеев. – Кемерово: ФГБОУ ВПО КеМТИПП, 2013. – 20 с.

6. Современные технологии переработки рапса. – Текст: электронный // Oilbranch.com. – URL: oilbranch.com›publ/view/191.html (дата обращения 16.03.2021).

7. ЖИУдарные шелушители –JKMachinerys.r.o. – Текст: электронный // Jk-machinery.ru. – URL: Jk-machinery.ru ›mashiny/jhi-udarnye-shelushiteli/ (дата обращения 16.03.2021).

#### Сведения об авторах

1. **Новикова Галина Владимировна**, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела управления научными исследованиями и подготовки научно-педагогических кадров, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, 22 а; e-mail: NovikovaGalinaV, тел. 89279940052;

2. **Михайлова Ольга Валентиновна**, доктор технических наук, профессор кафедры инфокоммуникационных технологий и системы связи, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, 22 а; e-mail: ds17823@yandex.ru, тел. 89196725370;

3. **Просвирякова Марьяна Валентиновна**, доктор технических наук, профессор кафедры электрификации и автоматизации, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, 22 а; e-mail: maryana\_belova\_803@mail.ru, тел. 89530155394;

4. **Булатов Виктор Александрович**, магистр, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, 22 а; e-mail: Invincible.wolf5@gmail.com, 87 986 725 19 28;

5. **Синицин Александр Анатольевич**, ассистент кафедры электрификации и автоматизации, Нижегородский государственный инженерно-экономический университет, 606340, Нижегородская область, г. Княгинино, ул. Октябрьская, 22 а; e-mail: sinitzin.alexander777.@yandex.ru, 89108889602.

#### DEVELOPMENT OF AN INSTALLATION FOR RAPESEED PEELING

**G. V. Novikova, O. V. Mikhailova, M. V. Prosviryakova, V. A. Bulatov, A. A. Sinitin**

*Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University,  
606340, Knyaginino, Russian Federation*

**Brief abstract.** *The article analyzes the existing ultra-high-frequency (UHF) installations (microwave) for heat treatment of grain and grain products in order to determine the possibility of their use in the process of hulling rape seeds. A description of a new three-module rape peeling plant is presented. For the first time, it is proposed to use microwave technology in the process of hulling rapeseed seeds, which makes it possible to maximally separate the shell from the kernel while maintaining its integrity, which leads to a decrease in operating costs. It also offers a structural design of three modules of the installation, interconnected, combining the peeling of rapeseed by means of repeated impact with abrasion of its moist shells with the effect of an electromagnetic field of ultrahigh frequency on it. The first module consists of a cylindrical body with a fine-mesh sieve base, a loading hopper, and nozzles for moistening seeds. The second module includes a cylindrical resonator, magnets 5, and a coaxially located fluoroplastic screw. Moistened rapeseed with the help of a fluoroplastic auger move at a certain speed and are exposed to an ultra-high frequency electromagnetic field (microwave EMF). Due to the fact that the seed coat is moistened in the first module, the moisture gradient is directed towards the kernel. At the same time, under the influence of microwave EMF, the gradients of humidity, temperature and pressure are directed from the center of the rapeseed kernel to the periphery. This opposite direction of moisture gradients in the components of the rapeseed helps to separate the shell from the kernel, which becomes less brittle. The third module is designed for peeling the shell of rapeseed by repeated impact and abrasion, as well as for separating the husk from the kernel. This module has the form of a drum with blades covered with a fine-grained abrasive material, which allows rapeseed to be peeled by repeated blows and abrasion. The module is made in the form of a horizontally located cylinder with a set of fan blades covered with fine-grained abrasive material. The blades provide a turbulent swirl of the air flow.*

**Key words:** *abrasion of the shell, structural design of the resonator, multiple impact, three-module installation, peeling of rapeseed, nozzles for humidification, electromagnetic field, core.*

#### References

1. Butkovskij, V. A. Tekhnologiya mukomol'nogo, krupyanogo i kombikormovogo proizvodstva / V. A. Butkovskij, E. M. Mel'nikov. – М.: Agropromizdat, 1989. – S. 67-72.

2. Osnovy patentovedeniya i nauchno-tekhnicheskie razrabotki dlya realizacii mikrovolnovoj tekhnologii v pererabotke syr'ya APK / O. V. Mihajlova, M. V. Prosviryakova. G. V. Novikova [i dr.]. – Knyaginino: GBOU VO NGIEU, 2021. – 526 s.

3. Patent № 2641705. Rossijskaya Federaciya. MPK A23N17/00. Sverhвысокочастотная установка для обеззараживания сыпучего сырья в непрерывном режиме: 2016148587; заявл. 09.12.2016; опублик. 22.01.2018 / V. L. Osokin, A. N. Korobkov, G. V. Novikova [i dr.]. – 15 s.
4. Patent № 2710063. Rossijskaya Federaciya. MPK VO2V3/00. Установка для шелушения рapsa в электромагнитном поле сверхвысокой частоты: 2019109760; заявл. 15.03.2019; опублик. 24.12.2019 / E. A. SHamin, O. V. Mihajlova, M. V. Belova [i dr.]. – 15 s.
5. Renzeev, A.O. Razrabotka kompleksa oborudovaniya i issledovaniya processa razdeleniya rushanki semyan rapsa: avtoreferat na soiskanie uchenoj stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk / A. O. Renzeev. – Kemerovo: FGBOU VPO KemTIPP, 2013. – 20 s.
6. Sovremennye tekhnologii pererabotki rapsa. – Tekst: elektronnyj // Oilbranch.com. – URL: oilbranch.com›publ/view/191.html (data obrashcheniya 16.03.2021).
7. JHIUdarnye shelushiteli –JKMachinerys.r.o. – Tekst: elektronnyj // Jk-machinery.ru. – URL: Jk-machinery.ru ›mashiny/jhi-udarnye-shelushiteli/ (data obrashcheniya 16.03.2021).

#### **Information about authors**

1. **Novikova Galina Vladimirovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Researcher of the Department of Management of Scientific Research and Training of Scientific and Pedagogical Personnel, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 606340, Nizhny Novgorod Region, Knyaginino, st. Oktyabrskaya, 22 a; e-mail: NovikovaGalinaV, tel. 89279940052;
2. **Mikhailova Olga Valentinovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Infocommunication Technologies and Communication Systems, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 606340, Nizhny Novgorod Region, Knyaginino, st. Oktyabrskaya, 22 a; e-mail: ds17823@yandex.ru, tel. 89196725370;
3. **Prosviryakova Maryana Valentinovna**, Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Electrification and Automation, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 606340, Nizhny Novgorod Region, Knyaginino, st. Oktyabrskaya, 22 a; e-mail: maryana\_belova\_803@mail.ru, tel. 89530155394;
4. **Bulatov Viktor Alexandrovich**, Master student, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 606340, Nizhny Novgorod Region, Knyaginino, st. Oktyabrskaya, 22 a; e-mail: Invincible.wolf5 @gmail.com, 87 986 725 19 28;
5. **Sinitsin Alexander Anatolyevich**, Assistant of the Department of Electrification and Automation, Nizhny Novgorod State Engineering and Economic University, 606340, Nizhny Novgorod Region, Knyaginino, st. Oktyabrskaya, 22 a; e-mail: sinitsin.alexander777. @ yandex.ru, 89108889602.

УДК 631.363.7

### **ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ЛЕНТОЧНОГО СМЕСИТЕЛЯ СЫПУЧИХ КОРМОВ**

**П. А. Савиных, Н. В. Турубанов, Н. А. Чернягев, С. П. Герасимова, Д. А. Зырянов**

*Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока  
имени Н. В. Рудницкого*

*610007, г. Киров, Российская Федерация*

**Аннотация.** Разрабатываемые конструкции смесителей должны не только обеспечивать качественное смешивание материалов, но и быть эффективными с экономической точки зрения. В качестве показателей эффективности смесителей обычно используют технико-экономическую и энергетическую оценки. Многие выпускаемые сегодня различными производителями смесители имеют высокую энерго- и металлоёмкость, что существенно снижает эффективность использования таких машин. Таким образом, разработка смесителя, позволяющего получать кормовые смеси с высоким коэффициентом однородности и снижать экономические и энергетические затраты, на сегодняшний день является актуальной задачей. В ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока (Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого») разработан и изготовлен горизонтальный ленточный смеситель СШЛ-3. Он позволяет получать многокомпонентные смеси, предназначенные для кормления различных групп животных и птиц, соответствующие по качеству зоотехническим требованиям. В качестве сравнимого аналога был выбран серийно выпускаемый смеситель СГЛ-1 фирмы ООО «Агромаш» (г. Нижний Новгород). Смесители имеют одинаковую мощность установленных двигателей, сопоставимые пропускную способность и качество смешивания готового продукта. Проведенные расчеты позволяют сделать вывод о том, что разработанный смеситель СШЛ-3, в сравнении с выпускаемым СГЛ-1, позволяет снизить капитальные вложения на 38,5 %, прямые эксплуатационные затраты – на 15,2 %, приведенные затраты – на 23,4 %. Применение нового технического