

зерна / И. Я. Федоренко, В. В. Садов, И. Б. Шагдыров. – Текст: непосредственный // Ползуновский вестник. – 2012. – № 2/2. – С. 299-233.

### References

1. Mel'nikov, S. V. Mekhanizatsiya i avtomatizatsiya zhivotnovodcheskih ferm / S. V. Mel'nikov. – Leningrad: Kolos, 1978. – 560 s. – Tekst: neposredstvennyj.

2. Fedorenko, I. Ya. Tekhnologicheskie processy i oborudovanie dlya prigotovleniya kormov / I. Ya. Fedorenko. – Moskva: Forum, 2015. – 176 s. – Tekst: neposredstvennyj.

3. Zheltunov, M. G. Drobilki s vertikal'nymi valami dlya izmel'cheniya koncentrirovannykh kormov / M. G. Zheltunov, V. A. Sadovaya. – Tekst: neposredstvennyj // Sel'hoztekhnika, sel'hozpererabotka. – 2005. – № 1. – S. 12-13.

4. Fedorenko, I. Ya. Dinamika molotkovoj drobilki s vertikal'noj os'yu vrashcheniya rotora /

I. Ya. Fedorenko, V. V. Mozgovyh // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2009. – № 11 (61). – S. 69-75.

5. Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve. Chast' 1. Mekhanizatsiya prigotovleniya i razdachi kormov: uchebnoe posobie / I. Ya. Fedorenko, V. V. Sadov. – Barnaul: RIO Altajskogo GAU, 2014. – 207 s. – Tekst: neposredstvennyj.

6. Belyaevskij, R. V. Analiz vliyaniya koeficienta zagruzki asinhronnykh dvigatelej na potreblenie reaktivnoj moshchnosti / R. V. Belyaevskij. – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2010. – № 6 (142). – S. 66-69.

7. Fedorenko, I. Ya. Teoreticheskie osnovy optimizatsii granulometricheskogo sostava derti, obrazuemoj pri izmel'chenii furazhnogo zerna / I. Ya. Fedorenko, V. V. Sadov, I. B. Shagdyrov. – Tekst: neposredstvennyj // Polzunovskij vestnik. – 2012. – № 2/2. – S. 299-233.



УДК 631.362

Н.И. Стрикунов, А.П. Ломакин, С.В. Леканов  
N.I. Strikunov, A.P. Lomakin, S.V. Lekanov

## ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОСЛЕУБОРОЧНОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН С ПРИМЕНЕНИЕМ МАШИН И ОБОРУДОВАНИЯ ПРОИЗВОДСТВА АО «МЕЛЬИНВЕСТ»

### WAYS TO IMPROVE EFFICIENCY OF POST-HARVEST SEED TREATMENT WITH MACHINES AND EQUIPMENT MANUFACTURED BY AO «MELINVEST»

**Ключевые слова:** пневмосортировальный стол, триерный блок, концентратор, скальператор, технологическая линия, аспиратор, агент сушки, зерносушилка, предварительная очистка.

Послеуборочная обработка является важным звеном процесса производства зерна и решает две взаимосвязанные основные задачи: сохранение и доведение его до реализационных кондиций путем применения технологических операций очистки и сушки. Поэтому необходимо изыскивать пути повышения эффективности выполнения этих технологических операций, особенно при подготовке семян. Эта задача может быть решена за счет применения

в технологических линиях мехтоков современных зерноочистительных машин, обладающих широкими технологическими возможностями. В работе представлен один из вариантов технологии послеуборочной обработки зерна и семян с применением машин и оборудования производства АО «Мельинвест». Предложены технологическая схема работы комплекса и структурная схема движения основного потока зернового материала в зависимости от вариантов его обработки. Показаны пути повышения эффективности послеуборочной обработки зерна и основные преимущества предложенной технологической линии.

**Keywords:** *pneumo-sorting table, grading unit, concentrator, scalping machine, processing line, aspirator, drying agent, grain dryer, preliminary cleaning.*

Post-harvest processing is an important part of the grain production process and solves two interrelated main tasks – to preserve and bring it to the ready-for-sale condition by applying technological operations of cleaning and drying. Therefore, it is necessary to find ways to increase the efficiency of these technological operations, especially when preparing seeds. This task can be solved by using modern grain cleaning machines

with wide technological capabilities in the processing lines of the threshing-floor. The article presents one of the variants of the technology of post-harvest processing of grain and seeds using machines and equipment manufactured by AO "Melinvest". A technological scheme of the complex operation and a structural scheme of the grain material main flow movement depending on the processing options are proposed. The ways of increasing the efficiency of post-harvest grain processing and the main advantages of the proposed processing line are shown.

**Стрикунов Николай Иванович**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ВО Алтайский ГАУ, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: strikunov555@mail.ru.

**Ломакин Антон Петрович**, начальник производственного участка, ООО «ЦСТ-22» г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: info@melinvest22.ru.

**Леканов Сергей Валерьевич**, к.т.н., доцент, ФГБОУ ДПО АИПКРС АПК, г. Барнаул, Российская Федерация, e-mail: serrg333@mail.ru.

**Strikunov Nikolay Ivanovich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai State Agricultural University, Barnaul, Russian Federation. e-mail: strikunov555@mail.ru.

**Lomakin Anton Petrovich**, head of the production site, ООО "TSST-22" Barnaul, Russian Federation. e-mail: info@melinvest22.ru.

**Lekanov Sergey Valeryevich**, Cand. Tech. Sci., Assoc. Prof., Altai Institute of Professional Development of Managers and Specialists of Agricultural Industry Complex, Barnaul, Russian Federation. e-mail: serrg333@mail.ru.

## Введение

Развитие материальной базы послеуборочной обработки зерна и семян в Алтайском крае вышло на новый уровень. Типовые агрегаты ЗАВ переоснащаются новыми машинами и транспортным оборудованием, новые агрегаты и комплексы строятся с учетом индивидуальных потребностей хозяйств, обеспечивая подготовку зерна и семян с учетом видового состава культур [1-4].

В то же время укрупнение хозяйств, наблюдающееся в настоящее время в Алтайском крае, вынуждает семеноводческие хозяйства искать пути увеличения своих мощностей по послеуборочной обработке семян. По данным Алтайкрайстата количество крупных сельхозпроизводителей сократилось на 27% с 2006 по 2016 гг., при этом обрабатываемая ими площадь увеличилась на 3,5%.

В Алтайском крае выращиванием сертифицированных семян занимаются около 30 хозяйств, производящих для реализации около 5000 т семян озимых культур и более 50000 т семян яровых культур [5]. В данных хозяйствах реализуются различные технологии очистки се-

мян с использованием отечественного и зарубежного оборудования. Поиск оптимального варианта технологии очистки семян для хозяйств ведется с учетом изменения климатических условий, изменения вида возделываемых культур, увеличения площади посевов, изменения технологий хранения семян, степени засоренности посевов.

## Основная часть

В хозяйствах Алтайского края наблюдается высокая засоренность полей овсюгом, поэтому данным хозяйствам необходимо увеличивать мощности триерной очистки. Но, как известно, триерная очистка является лимитирующим звеном всей линии очистки зерна по производительности. Производительность (паспортная) триерных блоков составляет в среднем 10 т/ч, а при высокой засоренности резко снижается, поэтому одним из путей увеличения производительности и эффективности выделения длинных примесей служит количественное их наращивание. Данный процесс, в свою очередь, вызывает необходимость использования дополнительных накопительных емкостей (при установке на бло-

ках бункеров) и транспортного оборудования, что сказывается на строительной части металлоконструкций здания технологической линии и в конечном итоге увеличении стоимости.

Одним из выходов из сложившейся ситуации является применение пневмосортировального стола в качестве обогатителя, который помимо сортирования зерна по удельному весу, может эффективно работать на выделение из зернового материала трудноотделимых примесей. Именно поэтому его устанавливают перед триерной очисткой [4]. Аналогичное решение применено и в мобильном зерноочистительном агрегате фирмы «AKYUREK» (Турция) [6].

В данном случае производительность пневмостола будет невысокой, основная функция его сведется именно к «обогащению» сепарируемого зернового материала «чистым» зерном.

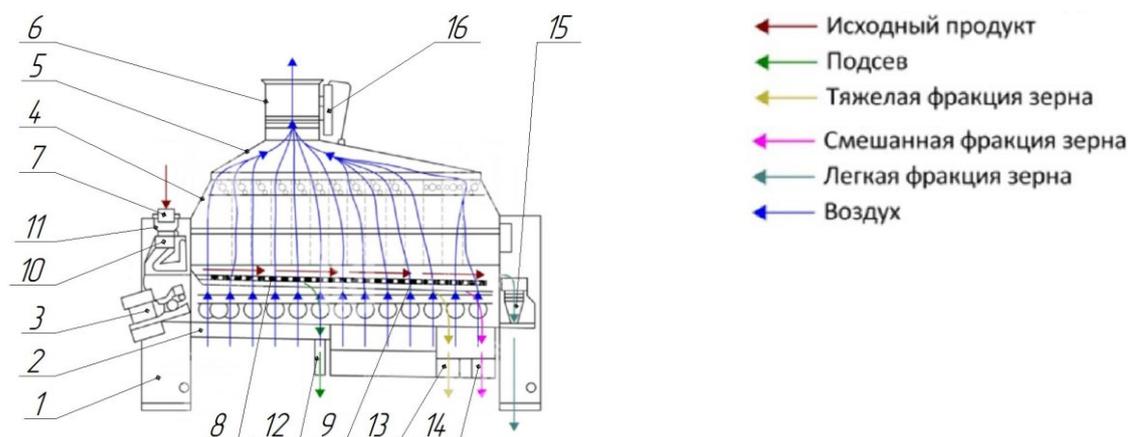
Вторым приемом, который может увеличить производительность всей технологической линии при высокой засоренности овсюгом, является применение высокопроизводительных триерных блоков, например ББТ-700-16 производства «Мельинвест» (г. Нижний Новгород), производительностью 16 т/ч [7, 8].

Третьим приемом может служить применение в составе технологической линии концентратора, в качестве машины окончательной очистки

зерна [9]. Последовательное просеивание расслоенной зерновой смеси через решета с отверстиями различных размеров позволяет выделить не только мелкие и легкие примеси, но и разделить очищенное зерно по плотности для последующей раздельной очистки. Учитывая, что в легкую и смешанную фракции, имеющие меньшую плотность, попадает практически весь овсюг, концентратор успешно выполняет функции триера-овсюгоотборника [10].

На рисунке 1 представлена технологическая схема работы концентратора БЗК-18.

Материал поступает через приемные патрубки (7) и приемные устройства (10) сдвоенного решетчатого корпуса на первые решетчатые рамки (8) равномерным по всей ширине решета слоем. Вследствие направленных колебаний решетчатого корпуса и аэрации решет зерновой материал при прохождении первых рамок (с диаметром отверстий в решете 2 мм) находится в псевдооживленном (кипящем) слое и самосортируется по толщине слоя в зависимости от плотности зерен: тяжелая фракция зерна концентрируется в нижней части слоя, а легкая – в верхней. При прохождении первых решетчатых рамок (8) из зерна выделяется подсев в виде мелких минеральных и органических примесей, битых поперек зерен (проход решета).



**Рис. 1. Технологическая схема работы концентратора БЗК-18 производства «Мельинвест» (г. Нижний Новгород):**

**1 – станина; 2 – сдвоенный решетчатый корпус; 3 – электровибратор; 4 – камера аспирационная; 5 – переходник; 6 – патрубок аспирационный; 7 – патрубок приемный; 8 – первая решетчатая рамка; 9 – вторая решетчатая рамка; 10 – устройство приемное; 11 – рукав; 12 – патрубок вывода подсевной фракции; 13 – патрубок вывода тяжелой фракции зерна; 14 – патрубок вывода смешанной фракции зерна; 15 – патрубок вывода легкой фракции зерна; 16 – мановакуумметр**

При поступлении зерна на вторые решетчатые рамки (9), с диаметром отверстий в решетке 9 мм, через решето проходит сначала тяжелая фракция зерна из нижней части «кипящего» слоя, а затем по мере прохождения зерна по решетке – смешанная фракция, образующаяся за счет прохождения через решето вместе с тяжелой фракцией легких зерен из верхней части «кипящего» слоя.

Разделение тяжелой и смешанной фракции зерна, в соответствии с предъявляемыми к ним требованиями, производится при помощи регулируемого клапана, расположенного в сборнике под второй решетчатой рамкой. Сходом с решетки идут легкие примеси и неполноценное легкое зерно (отходы).

Для эффективной работы концентратора необходимо обеспечение оптимального слоя зернового материала по всей просеивающей поверхности решетчатых рамок. Для обеспечения этого требования каждая вторая решетчатая рамка снабжена механизмом ручной регулировки сужения сходовой щели, при помощи которого создается необходимый подпор зерна на сходе с решетки.

Для контроля разрежения в концентрате имеется мановакуумметр.

Из каждой секции решетчатого корпуса каждая фракция зерна выводится по отдельному самотеку. Аспирационный режим концентратора должен быть отрегулирован таким образом, чтобы оптимальный слой зерна сохранялся по всей решетчатой поверхности рамок.

Рассмотрим технологическую линию, реализованную в ООО «Агромельник» Первомайского района Алтайского края, в которой был применен концентратор и высокопроизводительный триерный блок ББТ-700-16 производства «Мельинвест» (г. Нижний Новгород). Данная линия (рис. 2) включает в себя следующее оборудование для очистки зерна производства «Мельинвест»:

- предварительная очистка – скальператор БЗО исполнения 1;

- первичная очистка – зерноочистительный сепаратор БИС-150;

- вторичная очистка – блок триерный ББТ-700-16;

- окончательная очистка – концентратор БЗК-18.

Выделение мелких примесей, которые являются наиболее опасными во время хранения зерна, на данной линии происходит на машине БИС-150, триерном блоке ББТ-700-16 и концентрате БЗК-18. Причем концентратор БЗК-18 позволяет регулировать количество выделяемой мелкой фракции, что позволяет добиться высокого качества получаемых семян при допустимых потерях семян в отходы.

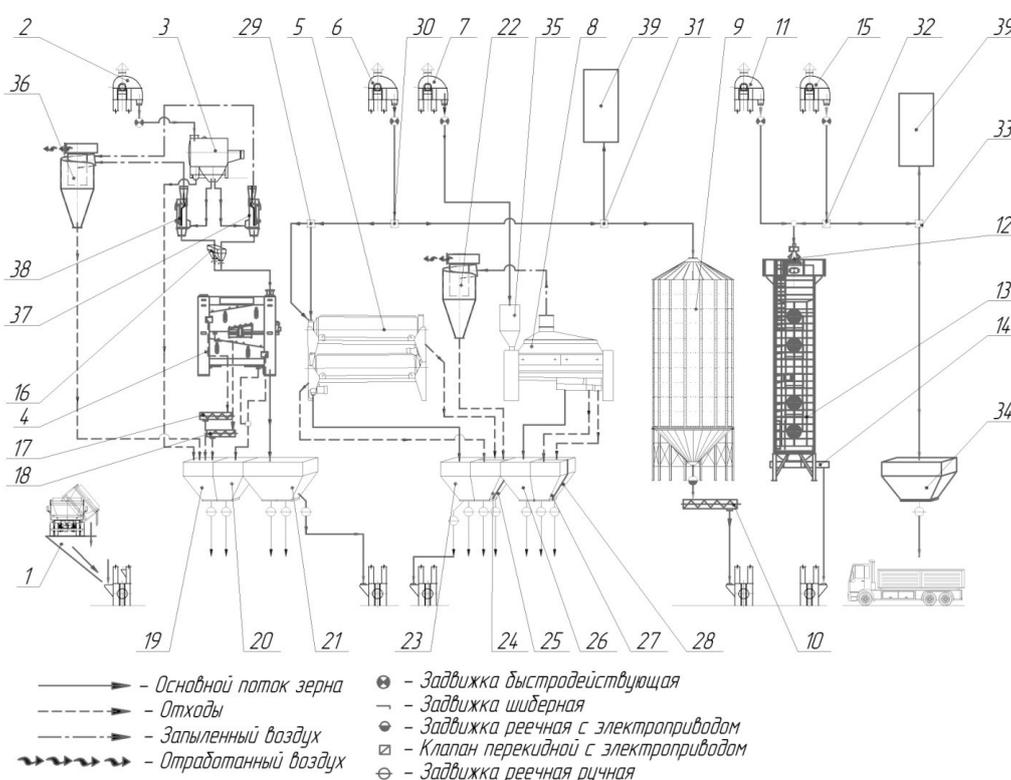
Данная технологическая линия была реализована ООО «ЦСТ-22», являющейся официальным сертифицированным дилером ООО «Мельинвест» на территории Алтайского края, Кемеровской и Тюменской областей, Красноярского края и Республики Казахстан.

Технологическая линия по очистке семян работает следующим образом. Зерновой ворох поступает из автотранспорта в проездную завальную яму (1), откуда посредством норрии НМ-50 подается в скальператор БЗО исполнения 1, где происходит выделение крупных и грубых примесей из зерна, что позволяет избежать повреждения машин на последующих этапах очистки. Далее материал самотеком поступает на две аспирационные колонки (37) и (38) машины БИС-150 для выделения легких примесей. Легкие примеси осаждаются в циклоне ЦОЛ-9 (36) и поступают в бункер мертвых отходов (19). Затем очищенное зерно подается в зерноочистительный сепаратор БИС-150 (4), оборудованный бункером (16) для равномерной подачи зернового материала на решетчатый стан. Площадь решет машины БИС-150 составляет 12 м<sup>2</sup>, что позволяет эффективно выделять мелкие и крупные примеси. Далее зерновой материал посредством норрии НМ-40 (6) и перекидного клапана с электроприводом (30) поступает в триерный блок (5), где выделяются короткие и длинные примеси, поступающие в бункера (25) и

(24) соответственно. Очищенный материал может быть вывезен за пределы агрегата после выгрузки из бункера (23) очищенного зерна после триерной очистки. При необходимости доведение зернового материала до семенных кондиций он подается норией НМ-40 (7) в концентратор БЗК-18 (8), оборудованный приемным бункером концентратора (35). В концентраторе БЗК-18 (8) выделяются крупные и мелкие примеси, а также неполноценное зерно, выделенное по удельному весу.

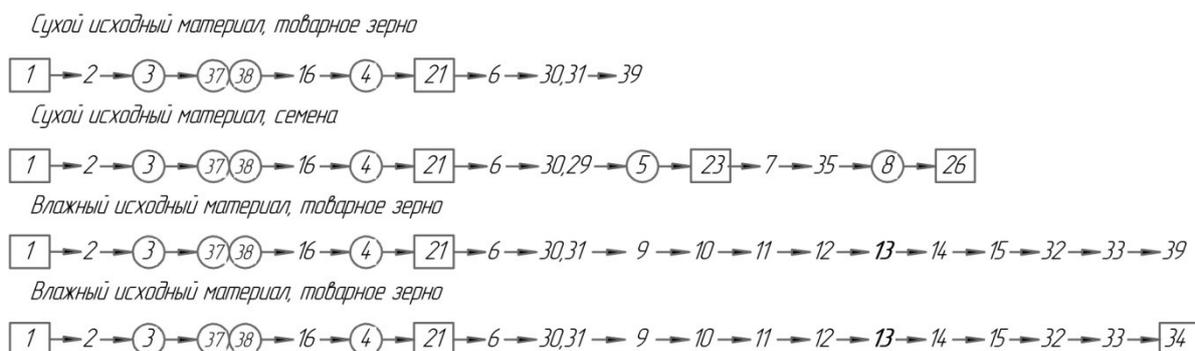
При поступлении зерна повышенной влажности технологическая линия работает следующим

образом. Материал после очистки на скальператоре БЗО исполнения 1 (3), аспирационных колонках (37) и (38) и машине БИС-150 (4) норией НМ-50 (6) направляется посредством перекидного клапана с электроприводом (31) в силос (9). Затем с помощью шнека (10) и нории зерносушилки НМ-40 (11) зерно подается на аспиратор (12), установленный на зерносушилке С20Г серии Vesta. Аспиратор (12) обеспыливает зерно, выделяя также часть легких примесей, что способствует лучшему проникновению агента сушки и обеспечивает пожаробезопасность при сушке зерна.



**Рис. 2. Технологическая схема работы линии по послеуборочной обработке семян в ООО «Агромельник» Первомайского района Алтайского края:**

- 1 – яма завальная; 2 – нория загрузочная НМ-50; 3 – скальператор БЗО испол. 1; 4 – зерноочистительный сепаратор БИС-150; 5 – блок триерный ББТ-700-16; 6 – нория НМ-40; 7 – нория НМ-40; 8 – концентратор БЗК-18; 9 – силос; 10 – шнек; 11, 15 – нории зерносушилки НМ-40; 12 – аспиратор зерносушилки; 13 – шахтная зерносушилка С20Г серии Vesta; 14 – конвейер зерносушилки; 16 – бункер приемный сепаратора БИС-150; 17 – шнек вывода крупных примесей; 18 – шнек выделения мелких примесей; 19- бункер мертвых отходов; 20 – бункер фуражных отходов; 21 – бункер очищенного зерна после первичной очистки; 22 – циклон ЦОЛ-9; 23 – бункер очищенного зерна после триерной очистки; 24 – бункер длинных примесей; 25 – бункер коротких примесей; 26 – бункер семенного зерна после концентратора; 27 – бункер зерноотходов семенной очистки; 28 – бункер мертвых отходов семенной очистки; 29-33 – клапан перекидной с электроприводом; 34 – бункер высушенного зерна; 35 – приемный бункер концентратора; 36 – циклон ЦОЛ-9; 37, 38 – пневмоканал; 39 – склад



**Рис. 3. Структурная схема движения основного потока материала в зависимости от вариантов обработки зерна (обозначения на рисунке 2)**

Далее обеспыленное зерно поступает в шахтную зерносушилку С20Г серии Vesta, работающую на газе. Зерносушилка С20Г серии Vesta оснащена пятью зонами:

- зона загрузки, предварительный нагрев;
- первая зона нагрева;
- вторая зона нагрева;
- зона охлаждения;
- зона разгрузки.

Такая компоновка и режимы нагрева позволяют эффективно сушить семенное зерно без его повреждения и перегрева.

Высушенное до кондиционной влажности зерно конвейером зерносушилки (14) и норией (15) направляется с помощью клапана перекидного с электроприводом (33) либо в склад, либо в бункер высушенного зерна (34).

На рисунке 3 представлена структурная схема движения основного потока материала в зависимости от вариантов обработки зерна.

Эффективность работы каждого из вариантов структурной схемы обеспечивается современными зерноочистительными машинами, так как их технологические возможности существенно выше тех машин, которые входят в состав типовых зерноочистительных агрегатов.

### Выводы

Применение высокопроизводительных машин фирмы «Мельинвест» позволяет построить технологическую линию для обработки семян, которая имеет высокую адаптивность к исходному зерновому материалу. Использование

высокоэффективной зерносушилки увеличивает рентабельность производства семян вследствие высокого КПД и высокой надежности.

Основные преимущества данной технологической линии:

- высокая производительность при обработке товарного зерна;
- гибкость выстраивания маршрутов движения зерна в зависимости от условий обработки;
- ярусная компоновка машин предварительной и первичной очистки позволяет уменьшить число транспортного оборудования;
- использование оперативного бункера силосного типа дает возможность избежать складирования зернового вороха на площадках и обеспечивает поточную работу шахтной зерносушилки;
- наличие высокопроизводительного триерного блока позволяет повысить производительность семенной линии;
- использование концентратора увеличивает производительность семенной линии разделяет семена как по размерам, так и по удельному весу;
- использование аспиратора для зерносушилки позволяет дополнительно обеспылить зерно и предотвратить возгорание;
- использование шахтной зерносушилки серии Vesta значительно снижает травмирование (нагруженные элементы имеют полимерное покрытие);
- режимы работы зерносушилки исключают перегрев зерна;

**Библиографический список**

1. Леканов, С. В. Перспективы послеуборочной очистки зерна и семян / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов, С. А. Черкашин. – Текст: непосредственный // Актуальные агросистемы. – 2019. – № 1-2. – С. 26-28.

2. Торопов, В. Р. Формирование системы технологий и технических средств для послеуборочной обработки зерна / В. Р. Торопов, В. А. Сабашкин. – Текст: непосредственный // Аграрная наука – сельскому хозяйству: сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции: в 2 книгах. – 2019. – С. 71-72.

3. Торопов, В. Р. Оценка эффективности универсальных зерноочистительно-сушильных комплексов / В. Р. Торопов. – Текст: непосредственный // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2017. – № 2. – С. 97-104.

4. Стрикунов, Н. И. Повышение эффективности работы сортировального отделения семяочистительной линии с применением фотосепаратора / Н. И. Стрикунов, С. В. Леканов, Д. С. Арапов. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. – № 7 (153). – С. 154-158.

5. Анализ состояния и перспективы развития семеноводства зерновых культур в алтайском крае / В. М. Мануйлов, Н. В. Чевычелова, С. В. Жаркова [и др.]. – Текст: непосредственный // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2019. – № 5 (175). – С. 79-85.

6. Леканов, С. В. Техника и технологии для послеуборочной обработки зерна и семян: рекомендации / С. В. Леканов, Н. И. Стрикунов. – Барнаул: Изд-во Алт. ИПК АПК, 2019. – 74 с. – Текст: непосредственный.

7. Галкин, В. Д. Сепарация семян в вибропневмооживленном слое: технология, техника, использование: монография / В. Д. Галкин, В. А. Хандриков, А. А. Хавыев; под общей редакцией В. Д. Галкина; М-во с.-х. РФ; Федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высш. образов. «Пермский гос. аграрно-технологич. ун-т им. акад. Д. Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «ПрокростЪ», 2017 – 170 с. – Текст: непосредственный.

8. Дринча, В. М. Повышение эффективности выделения сорных семян овсяга на пневматических сортировальных столах / В. М. Дринча, С. Г. Мударисов, А. С. Филатов. – Текст: непосредственный // Кормопроизводство. – 2020. – № 4. – С. 44-48.

9. Смолянинов, Ю. Н. Совершенствование технологии послеуборочной обработки зерна / Ю. Н. Смолянинов, В. И. Хилько. – Текст: непосредственный // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 11. – С. 100-103.

10. Оборудование для производства муки и крупы: справочник / А. Б. Демский, М. А. Борискин, В. Ф. Веденьев. – Санкт-Петербург: Профессия, 2000. – 624 с. – Текст: непосредственный.

**References**

1. Lekanov, S. V. Perspektivy posleuboroch-noj ochistki zerna i semyan / S. V. Lekanov, N. I. Strikunov, S. A. Cherkashin. – Tekst: neposredstvennyj // Aktual'nye agrosistemy. – 2019. – № 1-2. – S. 26-28.

2. Toropov, V. R. Formirovanie sistemy tekhnologij i tekhnicheskikh sredstv dlya posleuborochnoj obrabotki zerna / V. R. Toropov, V. A. Sabashkin. – Tekst: neposredstvennyj // Agrarnaya nauka – sel'skomu hozyajstvu: sbornik materialov XIV Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii: v 2 knigah. – 2019. – S. 71-72.

3. Toropov, V. R. Otzenka effektivnosti universal'nyh zernoochistitel'no-sushil'nyh kompleksov / V. R. Toropov. – Tekst: neposredstvennyj // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. – 2017. – № 2. – S. 97-104.

4. Strikunov, N. I. Povyshenie effektivnosti raboty sortiroval'nogo otdeleniya se-myaochistitel'noj linii s primeneniem fotose-paratora / N. I. Strikunov, S. V. Lekanov, D. S. Arapov. – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo univer-siteta. – 2017. – № 7 (153). – S. 154-158.

5. Analiz sostoyaniya i perspektivy razvitiya semenovodstva zernovykh kul'tur v altajskom krae / V. M. Manujlov, N. V. Chevychelova, S. V. Zharkova [i dr.]. – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik

Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 5 (175). – S. 79-85.

6. Lekanov, S. V. Tekhnika i tekhnologii dlya posleuborochnoj obrabotki zerna i semyan: rekomendacii / S. V. Lekanov, N. I. Strikunov. – Barnaul: Izd-vo Alt. IPK APK, 2019. – 74 s. – Tekst: neposredstvennyj.

7. Galkin, V. D. Separaciya semyan v vibropnevmozhizhennom sloe: tekhnologiya, tekhnika, ispol'zovanie: monografiya / V. D. Galkin, V. A. Handrikov, A. A. Havyev; pod obshej redakciej V. D. Galkina; M-vo s.-h. RF; Federal'noe gos. byudzhethoe obrazov. uchrezhdenie vyssh. obrazov. «Permskij gos. agrarno-tekhnologich. un-t im. akad. D. N. Pryanishnikova». – Perm': IPC «Prokrost», 2017 – 170 s. – Tekst: neposredstvennyj.

8. Drincha, V. M. Povyshenie effektivnosti vydeleniya sornyh semyan ovsyuga na pnevmaticheskikh sortiroval'nyh stolah / V. M. Drincha, S. G. Mudarisov, A. S. Filatov. – Tekst: neposredstvennyj // Kormoproizvodstvo. – 2020. – № 4. – S. 44-48.

9. Smolyaninov, Yu. N. Sovershenstvovanie tekhnologii posleuborochnoj obrabotki zerna / Yu. N. Smolyaninov, V. I. Hil'ko. – Tekst: neposredstvennyj // Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij. – 2016. – № 11. – S. 100-103.

10. Oborudovanie dlya proizvodstva muki i krupy: spravochnik / A. B. Demskij, M. A. Boriskin, V. F. Veden'ev. – Sankt-Peterburg: Pro-fessiya, 2000. – 624 s. – Tekst: neposredstvennyj.



УДК 621.314.6

Т.М. Халина, М.И. Стальная, С.Ю. Еремочкин, Д.В. Дорохов  
T.M. Halina, M.I. Stal'naya, S.Yu. Eremochkin, D.V. Dorokhov

## РЕВЕРСИВНЫЙ РЕГУЛИРУЕМЫЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ МОСТОВОЙ ТРЕХФАЗНЫЙ СИМИСТОРНЫЙ ВЫПРЯМИТЕЛЬ

### REVERSIBLE ADJUSTABLE SEMICONDUCTOR BRIDGE THREE-PHASE TRIAC RECTIFIER

**Ключевые слова:** электропривод, выпрямитель, симистор, тиристор, трехфазный выпрямитель, полупроводниковый прибор, трехфазное напряжение, реверсивный выпрямитель.

Для реверсивных электроприводов постоянного тока обычно используется двухкомплектный тиристорный преобразователь с двойной системой управления. Недостатком такого преобразователя является низкая надежность, так как короткое замыкание между двумя комплектами выпрямителей вследствие неправильной работы системы управления может привести к выходу из строя всех преобразователей. Целью работы является разработка нового типа трехфазного мостового преобразователя-выпрямителя для двигателя постоянного тока, построенного на одном комплекте реверсивного трехфазного полупроводникового симисторного преобразователя-выпрямителя. При выполнении работы применялись основные положения теоретических основ электротехники, электроники, разделы математического анализа, аналитической

геометрии и высшей математики. В предложенном устройстве тиристоры заменены на симисторы. Использование симисторов в силовой схеме обусловлено их свойством пропускать ток в обоих направлениях при подаче соответствующего отпирающего сигнала. В результате достигается упрощение всей установки вследствие уменьшения количества полупроводниковых элементов в схеме устройства. Изменяя угол открытия симисторов, можно менять величину выпрямленного напряжения, подаваемого к двигателю, от номинального до 0. Предложенный реверсивный регулируемый полупроводниковый мостовой трехфазный симисторный выпрямитель позволяет осуществлять запуск электродвигателя как в прямом, так и в обратном направлении, а также регулировать его скорость путем изменения угла открытия симисторов. Применение предложенного устройства увеличивает надежность электропривода вследствие упрощенной системы управления, уменьшает его стоимость и габариты, увеличивает энергоэффективность.