

УДК 631:362.7

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ТЕПЛОЙ ОБРАБОТКИ СЫПУЧИХ МАТЕРИАЛОВ

Скоробогатов А.О., магистрант,
тел. +79279842587, sergeysut@mail.ru

Корчагин А.В., магистрант,
тел. +79279842587, sergeysut@mail.ru

Агеев П.С., кандидат технических наук, старший преподаватель,
тел. +79279842587, sergeysut@mail.ru

Сутягин С.А., кандидат технических наук, доцент,
тел. +79279842587, sergeysut@mail.ru

Павлушин А.А., доктор технических наук, профессор,
тел. +79050359200, andrejpavlu@yandex.ru

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

***Ключевые слова:** зерно, сыпучий материал, тепловая сушка, повышение качества сушки, качество тепловой обработки.*

В статье изложены результаты анализа показателей качества тепловой обработки сыпучих материалов в существующих средствах механизации. На основе результатов анализа предложена новая конструкция сушилки сыпучих материалов, описана ее конструкция и изложен принцип ее работы.

Введение. В настоящее время тепловая обработка сыпучих материалов в основном базируется на передаче теплоты обрабатываемому материалу конвективным способом. Этот способ нагрева сыпучих материалов осуществляют в установках камерного типа, в сушилках с шахтным расположением теплообменных коробов, в установках с активными рабочими органами и других конструкциях.

Материалы и методы исследований. В камерных сушилках нагретый агент сушки обдувает слои зерна высотой от 0,7 м (рисунок 1) [1, 3].



Рис. 1 – Камерная сушилка сыпучих материалов

При этом, агент сушки проходя через слои зерновой массы интенсивно отдаёт теплоту нижним слоям, затем его температура резко снижается, и он насыщается влагой. Остывший агент сушки проходя через верхние слои практически не нагревает зерно. В результате этого, после сушки в слоях зерновой массы возникает неравномерность влажности, которая может превышать более 4 % [1, 2].

В сушилках с шахтным расположением теплообменных коробов (рисунок 2) сыпучий материал загружают транспортёрами в верхнюю часть шахты откуда зерно под действием силы тяжести падает вниз.

При падении сыпучий материал обдувает нагретый свыше 200 °С агент сушки, он передает теплоту зерну, а затем удаляется из установки.

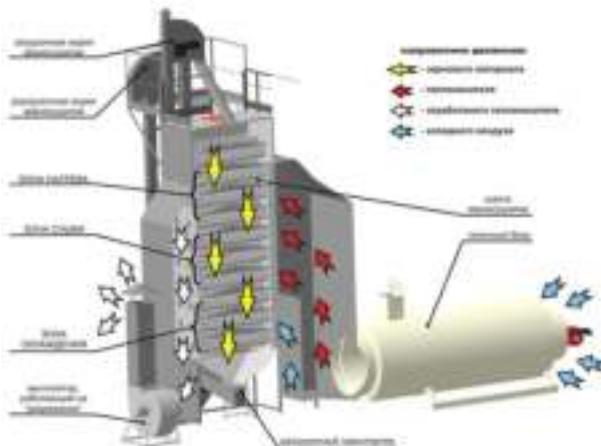


Рис. 2 – Сушилка зерна с шахтным расположением теплообменных коробов

К основным недостаткам шахтных сушилок относят сравнительно невысокую скорость влагоотдачи из обрабатываемого материала. Это связано с неравномерным движением сыпучего материала внутри шахты, с периодически изменяющимся напором агента сушки. При этом, сушилки с шахтным расположением теплообменных коробов имеют низкий показатель снижения влажности в зерне после сушки - 1,5...2 % [2, 7, 8].

В сушилках с активными рабочими органами в качестве активных рабочих органов используют вращающиеся барабаны с перегородками, зубчатые ворошители, шнековые, лопастные, винтовые, ленточные, скребковые и другие виды транспортирующих элементов (рисунок 3).



а) - барабан с перегородками; б) –зубчатый ворошитель зерна; в) –шнековый рабочий орган; г) –скребковый рабочий орган

Рис. 3 – Рабочие камеры зерносушилок

В сушилках с активными рабочими органами показатель снижения влажности в зерне после сушки достигает большего значения по сравнению с установками камерного типа и сушилками с шахтным

расположением теплообменных коробов. Однако, при сушке в таких установках часто происходит защемление частиц в зазоре между движущимися элементами и происходит травмирование более 8 % зерна. Кроме этого, такие сушилки имеют высокие затраты энергии – свыше 5,5 МДЖ/кг влаги [1, 2, 3].

В результате анализа установлено что, качество тепловой обработки сыпучих материалов в существующих средствах механизации не соответствует агротехническим требованиям. Поэтому разработка новых средств механизации обеспечивающих требуемое качество тепловой обработки сыпучих материалов является актуальной и важной научно-технической задачей.

Результаты исследований и их обсуждение. Для повышения качества тепловой обработки сыпучих материалов нами предложена новая конструкция сушилки с ленточным транспортёром и установленными над лентой разделителями потока зерна (рисунок 4) [4 - 8].



1 – рама ленточного транспортёра; 2 – рама с разделителями потока зерна; 3 - загрузочный бункер; 4 - выгрузное окно; 5 – ленточный транспортёр; 6 – электропривод ленточного транспортёра; 7 – электронагреватель; 8 – теплоизоляция рабочей камеры

Рис. 4 – Разработанная установка для тепловой обработки сыпучих материалов

Предложенная конструкция сушилки включает в себя несколько основных элементов. На раме 1 внутри рабочей камеры смонтирован ленточный транспортёр 5. Над ленточным транспортёром 5 установлена рама с разделителями потока зерна 2. Загрузочный бункер 3 размещён над ленточным транспортёром 5 так, что загружаемый материал попадает на ленточный транспортёр перед первым рядом разделителей потока зерна 2. Разделители потока зерна 2 выполнены из двух прямоугольных пластин, установленных вертикально и соединённых между собой под острым углом. Причем разделители потока зерна 2 обращены острым углом в сторону загрузочного бункера 3. Разделители потока зерна 2 установлены над лентой так, что зазор между ними меньше минимального размера зерна. Разделители потока зерна 2 установлены в шахматном порядке. С противоположной стороны от загрузочного бункера 3 под ленточным транспортёром 5 установлено выгрузное окно 4. Ленточный транспортёр 5 снабжен электроприводом 6. Над разделителями потока зерна 2 расположен электронагреватель 7 инфракрасного типа. Лента транспортёра 2 и внутренняя поверхность рабочей камеры покрыты теплоизоляцией 8.

Разработанная установка для тепловой обработки сыпучих материалов работает следующим образом. Высушиваемое зерно подают в загрузочный бункер 3 откуда оно попадает на ленточный транспортёр 5. Ленточный транспортёр 5 перемещает зерно в сторону выгрузного окна 4. При перемещении зерновая масса встречается с разделителями потока 2, которые делят зерновую массу на отдельные рядки толщиной близкой к размерам единичного зерна. За время перемещения ленточным транспортёром 5 электронагреватель 7 инфракрасными лучами равномерно нагревает зерно до заданной температуры. Благодаря теплоизоляции 8 теплота сохраняется внутри рабочей камеры, что позволяет снизить расход электричества, потребляемого электронагревателем 7.

Заключение. В результате лабораторных исследований установлено, что разработанная установка при сушке зерна позволяет снизить его влажность на 3...3,5 % за один цикл нагрева. За счёт установки разделителей потока зерна над лентой с зазором меньше минимального размера зерна, его трамирование не превышает 4 %. При

этом затраты энергии на тепловую обработку зерна составили 3,9 МДЖ/кг влаги.

Таким образом, разработанная установка позволяет повысить качество тепловой обработки сыпучих материалов и сократить затраты энергии на процесс удаления из них влаги в 1,4 раза.

Библиографический список:

1. Есаков, Ю.В. Универсальные сушильные агрегаты «УСК» // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 2002. № 6. С. 33-35.

2. Польшяный, Ю.В. Индукционная камера энергосберегающего экструдера / Ю.В. Польшяный, В.М. Зимняков, Е.В. Чиркова // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы : Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции, Пенза, 24 –25 октября 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 630-635.

3. Польшяный, Ю.В. Энергосберегающий экструдер / Ю.В. Польшяный, В.М. Зимняков, А.А. Курочкин [и др.] // Агропромышленный комплекс: состояние, проблемы, перспективы: Сборник статей XVII Международной научно-практической конференции, Пенза, 24–25 октября 2022 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2022. – С. 627-630.

4. Патент 96467 Российской Федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». - № 2010105281/22; заявл. 15.02.2010; опубл. 10.08.2010.

5. Патент 96468 Российской Федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А. Сутягин; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». - № 2010105283/22; заявл. 15.02.2010; опубл. 10.08.2010.

6. Патент 92603 Российской Федерации, МПК А23В 9/08. Устройство для сушки зерна / В.И. Курдюмов, А.А. Павлушин, С.А.

Сутягин; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ульяновский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина». - № 2009140702/22; заявл. 03.11.2009; опубл. 27.03.2010.

7. Pavlushin, A. Research of a machine with a belt conveyor for drying grain / A. Pavlushin, S. Sutyagin, G. Karpenko, V. Artemiev // E3S Web of Conferences. International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2020). 2020. P. 01071.

8. Sutyagin, S. Features of heat treatment of grain in dryers of the contact type / S. Sutyagin, A. Pavlushin, P. Ageyev // E3S Web of Conferences. International Conference on Modern Trends in Manufacturing Technologies and Equipment (ICMTMTE 2019). 2019. P. 00045.

IMPROVING THE QUALITY OF THE HEAT TREATMENT OF GRAIN MATERIALS

**Skorobogatov A.O., Korchagin A.V., Ageev P.S., Sutyagin S.A.,
Pavlushin A.A.**

Key words: *grain, bulk material, heat drying, drying quality improvement, heat treatment quality.*

The article presents the results of the analysis of quality indicators of heat treatment of bulk materials in existing mechanization tools. Based on the results of the analysis, a new design of a dryer for bulk materials is proposed, its design is described, and the principle of its operation is outlined.