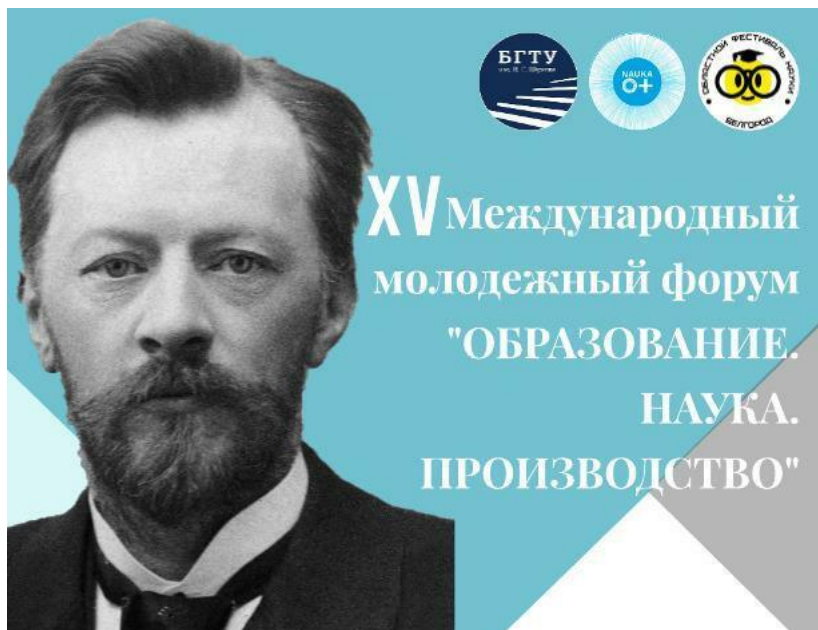


Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Российская академия архитектуры и строительных наук
Администрация Белгородской области
ФГБОУ ВО Белгородский государственный технологический
университет им. В.Г. Шухова
Международное общественное движение инноваторов
«Технопарк БГТУ им. В.Г. Шухова»
Всероссийский фестиваль науки
Областной фестиваль науки



Сборник докладов

Часть 8

**Технологические комплексы, оборудование предприятий
строительных материалов и стройиндустрии в XXI веке**

Белгород

23-24 октября 2023 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

М 43 **XV Международный молодежный форум**
«Образование. Наука. Производство»
[Электронный ресурс]: Белгород:
БГТУ им. В.Г. Шухова, 2023. – Ч. 8. – 33 с.

ISBN 978-5-361-01214-5

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XV Международного молодежного форума «Образование. Наука. Производство»

Материалы статей могут быть использованы студентами, магистрантами, аспирантами и молодыми учеными, занимающимися вопросами энергоснабжения и управления в производстве строительных материалов, архитектурных конструкций, электротехники, экономики и менеджмента, гуманитарных и социальных исследований, а также в учебном процессе университета.

УДК 005.745

ББК 72.5

ISBN 978-5-361-01214-5

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2023

Оглавление

Бойков Д.А., Вычик В.П., Пахомов Е.Г.

ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ СМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ
МАТЕРИАЛОВ 4

Вычик В.П., Быщенко М.В., Пахомов Е.Г.

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ СМЕСИТЕЛЕЙ ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА
И НЕДОСТАТКИ 8

Золотых В.Ю., Выродова Е.Р.

ТРУБНЫЕ ШАРОВЫЕ МЕЛЬНИЦЫ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА
ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ..... 12

Пахомов Е.Г., Быщенко М.В., Бойков Д.А.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ
СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ
ДВУХРОТОРНЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ..... 15

Скирдин Д.С.

СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ ИТЕХНИКИ В РАБОТЕ
С ДРЕВЕСИНОЙ 19

Скирдин Д.С.

ПРИМЕНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В 3D АДДИТИВНЫХ
ТЕХНОЛОГИЯХ..... 22

Трегубенко П.С., Турцев В.Ю., Супрунов А.С.

ВАЛКОВЫЕ МЕЛЬНИЦЫ 26

Шаталов В.А., Шаталов А.В.

РОТОРНЫЙ ДИСПЕРГАТОР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ
СТРОИТЕЛЬНОЙ СУХОЙ СМЕСИ 29

УДК 678.057

*Бойков Д.А., Вычик В.П., Пахомов Е.Г.
Научный руководитель: Романович А.А. д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ТЕНДЕНЦИЯ РАЗВИТИЯ СМЕСИТЕЛЕЙ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Изменившаяся экономическая ситуация в данное время создает все условия для пересмотра существующей базы материалов и сырья в строительстве, а также для преобразования и использования ее в дальнейшем. Одним из направлений достижения обозначенной цели является создание новых видов строительных материалов, более действенных и низких по ценовой категории по сравнению с классическими. Можем с полной уверенностью сказать, что к этому направлению относится и развивающаяся разработка сухих строительных смесей.

Тенденция развития пути совершенствования смесителей для строительных смесей направлена на повышение эффективности, удобства использования, а также уменьшение затрат и вредного воздействия на окружающую среду.

В плане технического оснащения предприятий по производству ССС российские компании производят в основном лопастные смесители. К таким относятся, например, «СМ ТУРБОМИКС» производства машиностроительного предприятия «СтройМеханика».



Рис. 1 Внешний вид и внутреннее устройство смесителя «СМ ТУРБОМИКС»

Смеситель «СМ ТУРБОМИКС» - это модель смесителя для воды, разработанная компанией "СМ". Он характеризуется высокой производительностью и эффективной смешивающей системой. Смеситель «СМ ТУРБОМИКС» обладает несколькими режимами работы, позволяющими выбрать оптимальную скорость и температуру потока воды. Он изготовлен из прочных материалов, чтобы обеспечить долговечность и надежность использования. Кроме того, смеситель «СМ ТУРБОМИКС» обладает современным дизайном, который легко впишется в любой интерьер ванной комнаты или кухни.

Аналогичное решение предлагается производственной компанией «Конкрет+» в виде смесителя СБ-97МК.



Рис. 2 Внешний вид и внутреннее устройство смесителя СБ-97МК

Смеситель СБ-97МК – это санитарно-техническое оборудование, используемое для смешивания и регулирования подачи горячей и холодной воды. Он представляет собой устройство, устанавливаемое на раковину или ванну, и имеет два входа для подачи воды разной температуры.

В первую очередь стоит отметить стремление производителей оборудования к созданию унифицированных смесителей, которые могут отвечать требованиям различных отраслей. Одним из ярких примеров может служить так называемый ленточный смеситель.



Рис. 3 Ленточный смеситель фирмы Charles Ross & Son Company

Ленточный смеситель фирмы Charles Ross & Son Company — это профессиональное оборудование, которое используется для

смешивания различных материалов. Он широко применяется в промышленности для производства продуктов питания, химических препаратов, фармацевтических препаратов, косметических продуктов и других товаров.

Ленточный смеситель Charles Ross & Son Company имеет несколько ключевых характеристик, которые делают его эффективным и надежным инструментом для работы.

Во-первых, он оснащен специальной конструкцией ленты, которая позволяет обеспечить равномерное смешивание материалов. Лента движется по роликам, создавая вихревое движение, благодаря которому происходит равномерное перемешивание.

Во-вторых, смеситель имеет регулируемую скорость вращения ленты, что позволяет точно контролировать процесс смешивания. Это особенно важно при работе с материалами, требующими различного времени и интенсивности смешивания.

В-третьих, ленточный смеситель Charles Ross & Son Company обладает прочной и долговечной конструкцией. Он изготавливается из качественных материалов, которые обеспечивают надежность и долговечность оборудования.

Подобный смеситель может использоваться не только в строительной промышленности, но и для производства пищевых продуктов (рис. 4), лекарственных препаратов, косметических, химических и агропромышленных видов продукции - как для смешивания сухих компонентов, так и жидкостей.

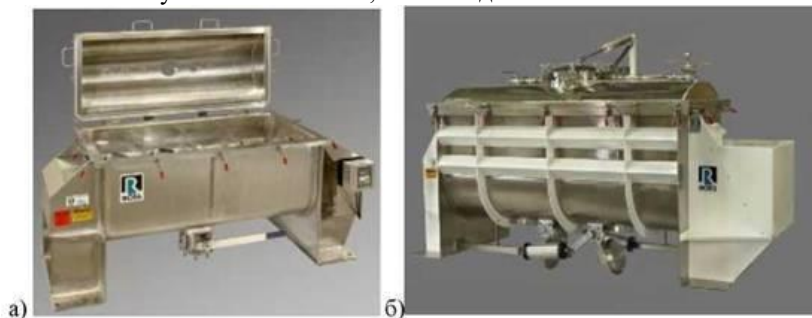


Рис. 4 Ленточный смеситель:
а) для пищевых продуктов, б) для строительных материалов.

Выпуск подобных универсальных смесителей позволяет производителю снизить затраты на производство различных типов оборудования, сохраняя при этом интерес к своей продукции покупателей из различных отраслей промышленности.

Одним из основных направлений развития является использование новых материалов конструкции смесителей. Например, современные модели могут быть изготовлены из высокопрочных сплавов, которые обеспечивают долговечность и стабильность работы.

Также наблюдается развитие технологий механизации и автоматизации смешивания строительных смесей. Это позволяет сократить трудозатраты и уменьшить риски ошибок при подготовке смеси. Например, современные смесители могут быть оснащены автоматической системой подачи и дозировки ингредиентов, а также электронным управлением процессом смешивания.

Важным аспектом в развитии смесителей для строительных смесей является экологическая безопасность. Производители все чаще уделяют внимание разработке смесителей, которые позволяют сократить выбросы вредных веществ и энергопотребление. Для этого могут использоваться специальные фильтры, рециркуляционные системы, а также энергоэффективные двигатели.

Наконец, современные смесители для строительных смесей также ориентированы на удобство использования. Например, они могут быть оснащены эргономичным дизайном, удобной системой загрузки ингредиентов и управления процессом смешивания, а также системами самоочистки для упрощения процесса обслуживания и чистки.

В целом, тенденция развития пути совершенствования смесителей для строительных смесей направлена на повышение производительности, надежности и эффективности работы, а также удовлетворение требований экологической безопасности и удобства использования.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Romanovich A.A., Amini E., Apukhtina I.V., Pahomov E.G. The grinding clinker pressure process study // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 2019 – № 698, - 856 с.

2. Фадин Ю.М., Шеметова О.М. Сухие строительные смеси и смесительное оборудование для их производства // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 12. С. 145–150. DOI: 10.34031/2071-7318-2020-5-12-145-150

3. Анциферов С.И. Повышение эффективности процесса смешивания за счет совершенствования конструкции планетарного смесителя. Диссертация на соискание ученой степени. Белгород - 2017. 2017

4. Пахомов Е.Г., Романович А.А., Разработка и анализ конструкции лопатки двухроторного смесителя для сухих смесей с использованием программного продукта Altair Edem.. / Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в машиностроительной, дорожной и строительной отраслях -2023: материалы международной научно-практической конференции. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – С. 185-192.

5. Пахомов Е.Г. Разработка и анализ конструкции лопатки двухроторного смесителя для сухих смесей с использованием программного продукта altair edem / IX Всероссийская научно-практическая конференция «Инновационное развитие подъемно-транспортной техники» Брянск: БГТУ, 2023. – С. 178-186.

6. Пахомов Е.Г., Климачев И.А., Зувев Е.В. Анализ качества приготовления смеси в двухроторном смесителе / Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им Шухова (посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова Часть 8. Технологические комплексы, оборудование предприятий строительных материалов и стройиндустрии в XXI веке. 2023. – с. 42-46.

УДК 678.057

Вычик В.П., Быценко М.В., Пахомов Е.Г.

*Научный руководитель: Романович А.А. д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ КОНСТРУКЦИИ СМЕСИТЕЛЕЙ ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

С каждым годом появляются новые технологии и улучшаются старые. Эта тенденция не обходит и строительство, где применяются всё более сложные и продуктивные методы и материалы. Из – за этого существует необходимость использовать всё более совершенные технологии в создании строительной технике, для увеличения качества её работы. Для начала надо изучить уже созданные материалы и приспособления, а уже дальше их улучшать. В этой статье я расскажу какие виды смесителей бывают, опишу их преимущества и недостатки относительно друг друга.

В работе приводится анализ конструкции смесителей их особенности, преимущества и недостатки.

Смесительные машины классифицируют:

1) по исполнению — стационарные и передвижные;

2) по характеру протекания технологического процесса — циклического (периодического) и непрерывного действия;

3) по способу смешивания материалов — гравитационные (работающие за счёт свободного падения материалов при вращении барабанов) и с принудительным смешиванием (смешивание происходит под действием вращающихся лопастей).

Гравитационный смеситель — это барабан, который вращается вокруг оси, которая наклонена к горизонту, с расположенными внутри лопастями. Для предотвращения возникновения центробежных сил, частота вращения барабана не превышает $0,5 \text{ с}^{-1}$.

Гравитационные смесители применяют для смешивания подвижных бетонных смесей, но они не имеют такой же эффективности при смешивании малоподвижных и жёстких масс.

К достоинствам барабанных смесителей относятся: простая конструкция и обслуживание смесителя; смешивание происходит без разрушения формы смешиваемых компонентов; возможность смешивания абразивных материалов; возможность полной герметизации.

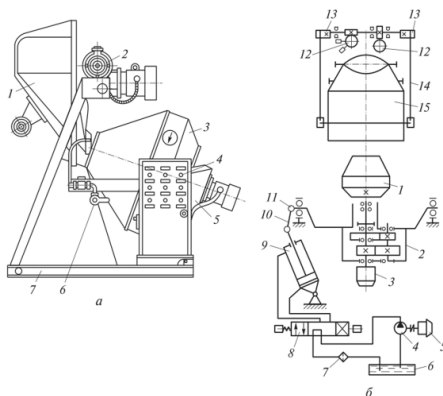


Рис. 1 Гравитационный смеситель

Недостатки барабанных смесителей: длительный цикл смешения, исчисляемый часами; возможность налипания порошковых материалов на стенки корпуса; большая металлоемкость и износ корпуса; значительные нагрузки на опорные узлы аппарата; поэтому смесители с вращающимся корпусом с экономической точки зрения целесообразно применять только для смешения больших объемов

сыпучей смеси, что позволяет снизить энергозатраты и время перемешивания на единицу объема приготавливаемой смеси.

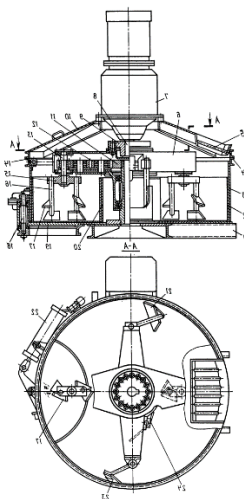


Рис. 2 Смеситель принудительного смешивания

Смесители принудительного смешивания используются для приготовления бетонных смесей и растворов.

Смеситель принудительного смешивания в разы быстрее приготавливает бетонный раствор, чем смеситель гравитационного типа. Это происходит за счет того, что сама конструкция неподвижна, а лопасти вращаются внутри нее. Емкость, в которой замешивается бетон, может быть вертикальной и горизонтальной. В горизонтальной емкости вал размещен горизонтально. На валу прикреплены лопасти, которые отлично перемешивают смесь, не оставляя непромешанных участков.

Высокое качество смешивания, которое позволяет производить высококачественные строительные смеси; высокий уровень надежности оборудования; универсальность смесителя, благодаря чему можно смешивать не только строительный раствор и бетон, а другие виды смесей; процесс смешивания не занимает много времени; благодаря использованию принудительных смесителей можно изготавливать подвижные и жесткие бетоны.

Недостатками смесителей принудительного смешивания. Высокая мощность оборудования, из-за чего увеличивается расход электричества; вязкие массы при смешивании налипают на лопасти смесителя из-за чего ухудшается смешивание; при одинаковых

размерах, смеситель принудительного типа может вместить меньше смеси, чем гравитационный; извлечению готовой смеси будут мешать перемешивающие лопасти, что усложняет выгрузку смеси из смесителя; приводная часть нуждается в постоянных осмотрах и проверках, а при обнаружении поломки, в немедленном её устранении; смеситель не может смешивать материалы разной плотности ; сложность в равномерном распределении добавок и пигментов.

Роторные смесители используются для приготовления жидких и пластичных растворов. Внутри камеры, где происходит смешивание материала располагаются винты, которые во время работы движутся в сторону друг друга, а также совершают передвижения по окружности, благодаря чему создаются мощные перекрещивающиеся потоки смеси, которые способствуют её перемешиванию. Такой принцип работы позволяет качественно перемешивать мелко дисперсные смеси и не оставляет не промешанных зон.

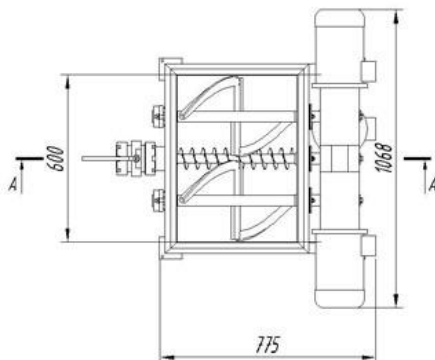


Рис.3 Роторный смеситель

Преимущества смесителей роторного типа: высокое качество пластичной смеси.

К недостаткам смесителей роторного типа можно отнести значительный расход энергии; трудоёмкую загрузку материала; долгую очистку смесителя после завершения смешивания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Плюсы и минусы принудительных бетоносмесителей [сайт]. – открытый доступ: <http://school.bakai.ru>
2. Машины и оборудование для приготовления бетонных и растворных смесей [сайт]. – открытый доступ: <https://studref.com>.

3. Смесители для пластических (вязких) материалов [сайт]. – открытый доступ: <https://helpiks.org/9-30832.html>.

4. Пахомов Е.Г., Романович А.А., Разработка и анализ конструкции лопатки двухроторного смесителя для сухих смесей с использованием программного продукта Altair EDEM. / Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в машиностроительной, дорожной и строительной отраслях -2023: материалы международной научно-практической конференции. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2023. – с. 185-192.

5. Пахомов Е.Г., Романович А.А. Смеситель с эффективным рабочим органом // сб. статей «Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова». Белгород: Изд-во БГТУ, 2022. Ч9. с 246-249.

УДК 62-1/9

Золотых В.Ю., Выродова Е.Р.

Научный руководитель: Фадин Ю.М., д-р техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ТРУБНЫЕ ШАРОВЫЕ МЕЛЬНИЦЫ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Инженеры и технологи делают все, чтобы оптимизировать процесс измельчения, а также снизить энергозатраты и время простоя. Используя замкнутый цикл измельчения экономится около 30% электроэнергии, по сравнению с помолом в открытом цикле.

Замкнутый цикл обуславливается повышенными требованиями к тонкости помола. Установки с замкнутым циклом дают такой продукт, который является более однородным по размеру зерен нежели дают установки открытого цикла. Также они характеризуются большей удельной поверхностью. Удельный расход энергии в них меньше, чем при открытом цикле [1].

Применение замкнутого цикла целесообразнее потому, что измельчаемая шихта состоит из компонентов различной размолоспособности, вследствие этого разламываемые компоненты не переизмельчаются и производительность мельницы повышается. Более твердый компонент измельчается дольше, а своевременное удаление из мельницы мелких частиц предотвращает их переизмельчение, на которое затрачивается большое количество энергии. Следует, однако,

учесть, что мельницы замкнутого цикла требуют больших капитальных затрат [2].

В системе помола замкнутого цикла силовым элементом является мельница, а за качество помола отвечает сепаратор. Эти два агрегата работают совместно, потоками материала влияя друг на друга. Поэтому мельница и сепаратор должны соответствовать друг другу не только в статическом, но и в динамическом режимах. В статике, ради перспективы улучшения гранулометрии цемента и дальнейшей интенсификации системы помола, целесообразно заложить возможность работы с кратностью циркуляции, то есть отношением суммы свежего питания и крупки к свежему питанию, не менее 2,5. А в динамике системы замкнутого цикла значительно более склонны к потере устойчивости, выраженной в стремлении к переполнению мельницы, выходу из допусков по тонине помола и являются в этом смысле более чувствительными к возмущающим воздействиям, чем системы открытого цикла.

Наибольшее распространение в цементном производстве получили две конструкции мельниц ($\varnothing 3,2 \times 15$ м и $\varnothing 4 \times 13,5$ м), работающие по схеме замкнутого цикла. Цементные мельницы $\varnothing 3,2 \times 15$ м могут иметь промежуточную выгрузку, один элеватор и два сепаратора (Рис. 1) [3].

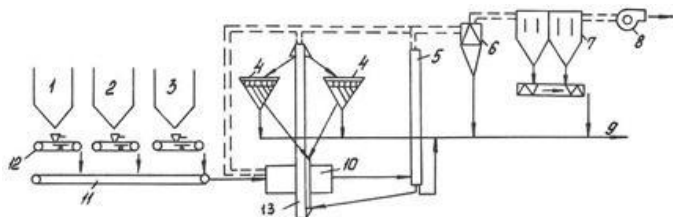


Рис. 1. Технологическая схема помола цементной шихты по замкнутому циклу в мельнице 3,2x15 м с центробежными сепараторами:

- 1 — клинкер, 2 — гипс, 3 — добавка, 4 — центробежные сепараторы,
- 5 — аспирационная шахта, 6 — циклон, 7 — вертикальный электрофильтр,
- 8 — вентилятор, 9 — цемент, 10 — шаровая трубная мельница,
- 11 — ленточный транспортер, 12 — весовые дозаторы

Из обеих камер материал выгружается и транспортируется с помощью элеватора в центробежные сепараторы. Крупные фракции возвращаются на домол во вторую и частично в первую камеру. Тонкие фракции из сепараторов и уловленная пыль представляют собой готовый цемент. Предусмотрена возможность работы мельницы и по

открытому циклу. Система аспирации состоит из 3-х ступеней очистки - аспирационной шахты, циклонов и рукавного фильтра [4].

Важным фактором, влияющим на гранулометрический состав и качество измельчаемого материала, является соответствие производительности сепаратора и мельницы. Если производительность сепаратора меньше производительности мельницы, он будет работать с перегрузкой и выдавать продукт с большим количеством мелких фракций. При этом снижается производительность помольной установки и увеличивается расход электроэнергии. Если недостаточна производительность мельницы, то сепаратор будет работать с недогрузкой, что также вызовет повышение удельного расхода электроэнергии.

В современной цементной промышленности России всё шире используется замкнутый цикл измельчения клинкера и добавок для получения цемента высоких марок [5].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глухарев Н.Ф. Сухое измельчение в условиях электроннойтрализации/ Н.Ф. Глухарев – СПб.:Изд-во Политехн. ун-та, 2014. - 192 с.
2. Существующие схемы помола. Сравнительная оценка работы мельниц по открытому и замкнутому циклу. Сепараторы // Лекции.Орг URL: <https://lektsii.org/8-40473.html> (дата обращения: 19.10.2023).
3. Одностадийный помол в замкнутом цикле с центробежными сепараторами // Мастерская Своего Дела URL: <https://msd.com.ua>. (дата обращения: 19.10.2023).
4. Богданов В.С., Фадин Ю.М., Латышев С.С. Определение производительности трубной мельницы, оснащенной внутримельничным классифицирующим устройством // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С. 98-101.
5. Банит Ф.Г. Механическое оборудование цементных заводов. М.: Машиностроение, 1975. - 340 с.

*Пахомов Е.Г., Быценко М.В., Бойков Д.А.
Научный руководитель: Романович А.А. д-р техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ ДВУХРОТОРНЫХ СМЕСИТЕЛЕЙ

Реализация современных технологий в строительстве в значительной мере повлияла на рост и усложнение требований к качеству строительных материалов. Согласно результатам исследований, доля простейших смесей, состоящих из двух компонентов, постоянно снижается, уступая место более сложным и многокомпонентным составам [1]. Поэтому одним из важнейших направлений развития технологии приготовления строительных смесей является совершенствование их производственной технологии.

В работе приводится анализ известных работ, по наличию информации о работе двухроторных смесителей и технологиях смешивания.

Так, в [2] представлены общие характеристики процесса смешивания. В процессах производства и переработки композиционных материалов используются различные типы компонентов, находящиеся в разных физических состояниях. Физические состояния композиции (твердая фаза, расплав или раствор) и наполнителя (твердые компоненты, жидкости или газ) определяют выбор оборудования и конкретного участка, где происходит их совмещение. Физическое состояние компонентов к началу основной технологической операции – смешения, определяется физическими превращениями, которые они претерпевают к этому моменту, в зависимости от соотношения температуры плавления полимерной массы и температуры плавления.

В работе [3] представлены конструктивные особенности двухроторных смесителей. В двухроторных смесителях перемешивающие устройства представляют собой два ротора, вращающихся в смесительной камере. Двухроторные смесители отличаются большим разнообразием конструкций. Их можно применять для приготовления с подогревом или охлаждением пастообразных масс, для смешения сыпучих материалов с небольшими

добавками жидкости, а также для пластикации композиционных полимерных материалов.

Особенность конструкций этих смесителей зависит от их назначения. Основными конструктивными элементами двухроторных смесителей являются рабочая камера и два ротора, вращающиеся в камере с разной скоростью навстречу друг другу и имеющие в зависимости от назначения различную конфигурацию. На рисунке 1 показана конструкция двухроторного смесителя с Z-образными лопастями и опрокидывающейся рабочей камерой. Такие смесители предназначены для приготовления с подогревом или охлаждением пастообразных масс. Эти смесители можно применять при следующих технологических процессах: смешение твердых веществ с жидкостями для получения однородных паст, смешение порошкообразных масс с жидкостями для увлажнения частиц порошка.

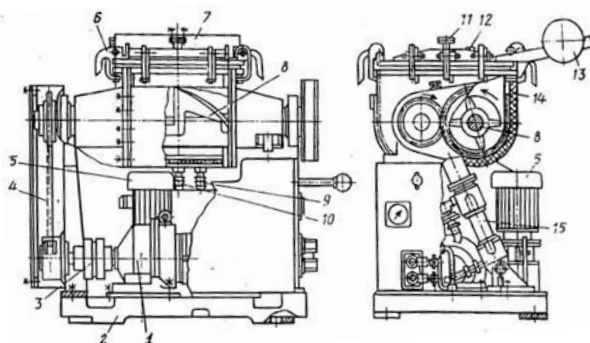


Рис. 1 - Двухроторный смеситель с Z-образными лопастями:
1 – электродвигатель; 2 – станина; 3 – муфта; 4 - цепная передача;
5 - электродвигатель для гидроцилиндра; 6 – затвор; 7 - крыша рабочей
камеры; 8 - Z - образный ротор; 9 - 11 – штуцера; 12 – воздушник;
13 – противовес; 14 - рабочая камера; 15 – гидроцилиндр

В работе [4] представлены общие технические черты смесителя. Из которых можно понять, что разработанная конструкция может быть использована смесителях, которые применяются в промышленности строительных материалов и строительной индустрии. Целью разработки является повышение эффективности приготовления цементных бетонов и растворов любой вязкости и подвижности.

Также, в [4] подробно описывается принципы работы данного оборудования. Работает смеситель следующим образом. При включении электродвигателя 6, крутящий момент передается на червячный редуктор 8, который посредством зубчатой шестеренки

заставляет вращаться вал 3 и жестко закрепленную на нем траверсу 11. В результате траверса 11 начинает вращаться и одновременно с ней скребки 7 и конические пружины 4. Таким образом в смеситель поочередно необходимо количество заполнителя

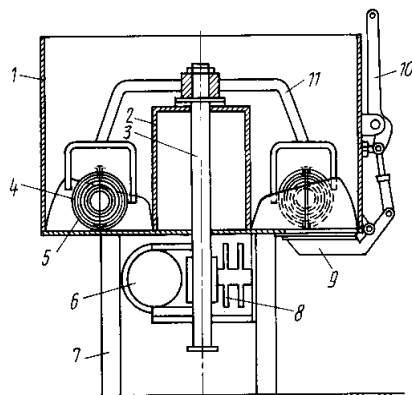


Рис. 2. Смеситель

Стоит отметить, что в [4] выражены способы повышения эффективности работы смесителя. В дальнейшем из-за определенной жесткости пружин, при прохождении составляющих сквозь них возникают их колебания. В результате зерна цемента испытывают дополнительные силовые воздействия, диспергируются и равномерно распределяются. Применение данной разработки позволяет повысить качество выпускаемой продукции и эффективность приготовления цементных бетонов и растворов.

В работе [5] описывается возможный способ усовершенствования двухроторного смесителя. Одним из возможных путей совершенствования конструкции является разработка и совершенствование строения лопатки смесителя (рис. 4).

Устройство лопатки смесителя состоит из лопастей 1, которые крепятся к корпусу выполненному в виде пластины 2 при помощи сварки, а в корпус 2 имеются отверстия 3 для крепления к ротору смесителя при помощи болтового соединения. За счет наличия соосных отверстий 3 лопатка смесителя устанавливается на ротор. Ротор установлен в корпусе смесителя.

Использование предлагаемой лопатки позволит снизить сопротивление с материалом при пуске оборудования за счет особенности конструкции и снижения сопротивления между лопаткой и материалом.

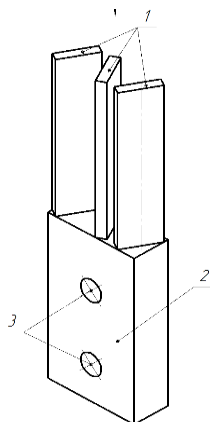


Рис. 4 - Лопатка смесителя
1 - лопасти; 2 - основание; 3-отверстия.

Анализ научной литературы, позволяет сделать следующие выводы: смешивание разносортных материалов – это крайне важный технологический процесс. С помощью эффективного технологического устройства можно добиться модификаций способных упростить работы в разных гражданских сферах, например – строительных.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Romanovich A.A., Amini E., Apukhtina I.V., Pahomov E.G. The grinding clinker pressure process study // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering – 2019 – № 698, - С.856.

2. В.С.Ким, В.В.Скачков. Диспергирование и смешение в процессах производства и переработки пластмасс. Химия, Москва, 1988. С. 237.

3. Белобородова Т.Г., Панов А.А., Анасова Т.А. и др. Разработка конструкции двухроторного смесителя и методика расчета его основных параметров. / Вестник Казанского технологического университета, 2012. Т. 15. № 6. С. 151-157.

4. Голубев А.В. Повышение эффективности приготовления смесей в смесителях принудительного действия. Голубев А.В. / Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. Белгород, 2015. С. 703-704.

5. Романович А.А., Бабаевский А.Н., Пахомов Е.Г., Энерго-сберегающий смеситель для приготовления сухих строительных смесей / Межвузовский сборник статей «Энерго-сберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов». Белгород, 2022. – С. 157-162.

6. Полезная модель 214623 Российская Федерация, МПК В01F 15/00 (2006.01); В01F 7/00 (2006.01). Лопатка смесителя / Е.Г. Пахомов; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО БГТУ им В.Г. Шухова. – №2022105098; заявл. 25.02.22; опубл. 08.11.22.

УДК 674.021

Скирдин Д.С.

Научный руководитель: Руденко О.Л., асс.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СОВРЕМЕННЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ НАУКИ И ТЕХНИКИ В РАБОТЕ С ДРЕВЕСИНОЙ

Россия является одной из самых развитых стран в мире в области производства пиломатериалов и благодаря усовершенствованию технологий в области лесного хозяйства, способна создавать огромный ассортимент древесных изделий. Потенциал их развития не ограничен, поэтому промышленность деревообработки должна сохранять темп своего движения. Вместе с этим изделия из древесины становятся проще в изготовлении и более доступны конечному потребителю.

Технологии формируют отрасль, а новые тенденции задают направление развития. Появляются новые ключевые способы обработки и использования древесины. Центральное место занимают автоматизация и робототехника. Благодаря этому роль человека сводится к минимуму оставляя только оператора, что значительно повышает качество работы, за счет точности станков и отсутствию человеческого фактора. Помимо этого, скорость работы тоже растёт, а цена производства падает. Новые стартапы используют алгоритмы ИИ (искусственного интеллекта), что улучшает автоматизацию и логистику процессов. Эти достижения заметно повышают качество, скорость и экономичность производства, чем это требовалось ранее. С развитием технологий появились и новые возможности в дизайне, которые невозможны при использовании традиционных методов. Введение технологий началось относительно недавно, а вместе с этим есть большой потенциал роста. Актуальность этой сферы только

продолжит расти [1].

Многие новые проекты используют новейшие технологии, чтобы пересмотреть взгляд людей на работу с деревом. Уже создано множество разнообразных технологий, выполняющих разные роли, от программного обеспечения САПР до 3D-принтеров и лазерных резаков. Кроме того, эти компании внедряют инновационные методы для повышения качества и эффективности, а также оптимизируют производственный процесс.[3]. Одним из них является сканер EasyScan RT

EasyScan RT – сканер нового поколения. По утверждениям производителя новые сканеры, отличаются высокой производительностью, за счет камер с функцией автоматического обнаружения дефектов. Уменьшения рабочего персонала. Повышение скорости выхода готовой продукции. Возможность одновременного производства различных изделий с разным уровнем качества. Повышение качество продукции. И инновационная концепция сканирования для оптимизации процессов. Рассмотрим внимательнее причины успеха этой модели.

EasyScan RT (Рис. 1) является сканером нового поколения для продольного раскроя древесины. Создатели использовали революционную концепцию. Вместо большого количества сложных датчиков, они установили систему передвижных камер, что позволило снизить стоимость. Так же стоимость падает за счет простоты монтажа, в связи с новой формой сканера. Сами камеры, во время сканирования, после подачи досок, какое-то время перемещаются вдоль продольной оси доски. Новые инновационные решения, подобного рода, значительно уменьшают требования к механизации и площади установки [2].



Рис. 1 фото сканера EasyScan RT

Функция расширенной 2D-оптимизации представляет собой очень важное расширение возможностей пильного станка. Оптимизация

торцовки осуществляется в момент оптимизации раскроя, благодаря чему уровень использования сырья растёт и торцовочный и раскроечный сканер работают совместно.

EScan LuxscanLine. Концерн WEINING так же создал EScan LuxscanLine (Рис. 2), что является большим шагом в сфере применения. Главной особенностью является функция сортировки по прочности. Множество разных параметров проверки прочности позволяют сертифицировать производство материалов, для которых особенно важна прочность. К примеру, многослойный клееный брус, двухслойные и трехслойные балки.

EScan проверяет прочность согласно стандарту EN-14081. Класс прочности определяется на поперечном транспортёре, благодаря модулю упругости и плотности древесины. После удара молотком, колебания доски считываются лазерным интерферометром. Расчеты прочности происходят на основании массы и размеров. Статистические модели позволяют сделать выводы о прочности наизгиб. Метод прошел испытания и считается достоверным.

EScan способен считывать прочность до 180 досок в минуту, не требуя остановки. Легко и быстро интегрируется в линию производства. Компьютерная система показывает подробную статистику, а также есть возможность подключения к компьютерной сети и прямого подключения ко всем камерам и рентгеновским сканерам CombiScan [4].



Рис. 2 Фото сканера EScan

Сегодня мы видим, что развитие технологий в области древесины в России не стоит на месте. Санкции 2022 сильно ударили по экономике, и вся иностранная техника в долгосрочной перспективе придет в негодность. Таким образом открывается большое пространство и спрос для отечественного производителя. И я считаю, что темпы развития технологий в области деревообработки будут только ускоряться.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Выбор дереворежущего инструмента на основе оценки качества поверхности обработки / Е. Н. Чаплыгин, С. И. Овсянников, К. П. Филюшин, Е. А. Шишова // Современные технологии деревообрабатывающей промышленности: Материалы международной научно-практической онлайн-конференции, Белгород, 15–16 февраля 2018 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 89-95. – EDN VOFBSB.
2. WEINIG EasyScan RT [Электронный ресурс]: Новый подход оптимизации раскроя – Режим доступа: <https://www.weinig.com>
3. Изучение новых технологий в деревообработке и стартапов, совершенствующих революцию в этой области [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://vc.ru>
4. WEINIG EScan [Электронный ресурс]: Новое измерение в области сортировки по прочности – Режим доступа: <https://www.weinig.com>

УДК 674.055

Скирдин Д.С.

Научный руководитель: Руденко О.Л., асс.

*Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПРИМЕНЕНИЕ ДРЕВЕСИНЫ В 3D АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

В последние годы 3D аддитивные технологии, такие как 3D печать, стали все более популярными в различных отраслях. Они позволяют создавать сложные и точные объекты, используя различные материалы. Одним из уникальных и инновационных материалов, который нашел свое применение, является древесина.

Древесина — это натуральный материал, получаемый из дерева. В традиционных методах производства древесина используется для создания мебели, строительных конструкций и прочих изделий. Однако, с развитием 3D аддитивных технологий, древесина нашла новые способы применения.

Один из способов использования древесины в 3D печати - это создание деревянных моделей и прототипов. 3D принтеры способны печатать сложные формы и детали, что делает их идеальными для создания уникальных изделий из древесины. Многие дизайнеры и

архитекторы используют эту технологию для создания прототипов мебели или архитектурных элементов из дерева. Это позволяет им просмотреть и исправить ошибки или недостатки до начала производства.

Кроме того, применение древесины в 3D аддитивных технологиях также имеет экологические преимущества. Дерево является природным и возобновляемым ресурсом, и его использование в 3D печати помогает сократить расходы на материалы, такие как пластик. Это особенно актуально в стремлении к устойчивому развитию и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Desktop Metal, американский производитель 3D-принтеров, расширяет свои возможности и начинает использовать древесину в процессе 3D-печати. Проект под названием Forust был разработан с использованием струйно-порошковых аддитивных систем Desktop Metal и EnvisionTEC [1].



Рис. 1. Готовые изделия разного вида пород, созданные 3D печатью древесиной

Для создания древесно-полимерных композитов в проекте Forust используются отходы от производства древесины и бумаги - опилки и лигнин. Процесс 3D-печати основан на технологии струйно-порошкового связывания, где измельченная древесная смесь укладывается тонким слоем, а связующее вещество формирует рисунок с помощью струйных головок (Рис. 2). Для формирования текстур на каждом слое может быть использован полиграфический этап. Процесс повторяется до получения готового изделия из древесно-полимерного композита, которое не уступает по механическим свойствам натуральной древесине. Отмечается, что в качестве

связующего вещества используется экологически чистая эпоксидная биосмола [2].

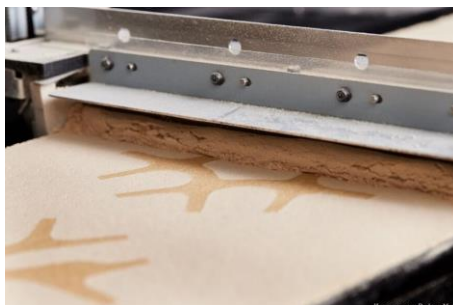


Рис 2. Печать деревянных изделий 3D принтером

Технология Forust позволяет получать композиционные материалы, имитирующие различные ценные породы древесины, такие как ясень, дуб, орех, черное и красное дерево, палисандр (Рис. 1). Не ограничиваясь лишь имитацией древесины, данная технология позволяет также воспроизводить разнообразные текстуры, выбранные с помощью программного обеспечения, или использовать материалы без текстур. Изделия, полученные с помощью 3D-печати, могут быть дальше обработаны,

включая сверление, шлифование, полирование, лакирование и другие методы, как и обычная древесина (Рис. 3)[3].



Рис. 3. Готовые изделия с помощью 3D печати, которые невозможно создать традиционными методами

Одной из самых интересных и развивающихся областей в сфере деревообработки является 3D фрезерование древесины. Этот процесс позволяет создавать сложные и уникальные изделия из древесины с использованием компьютерно-управляемых фрезерных машин. 3D фрезерование древесины – это процесс, при котором фрезерные машины удаляют материал, создавая трехмерные формы и детали.

Точность и высокое качество обработки делают эту технологию незаменимой для таких отраслей, как мебельное производство, архитектура, декор и искусство (Рис. 4). 3D фрезерование древесины позволяет реализовать самые смелые идеи дизайнеров и создавать прочные и красивые изделия [4].

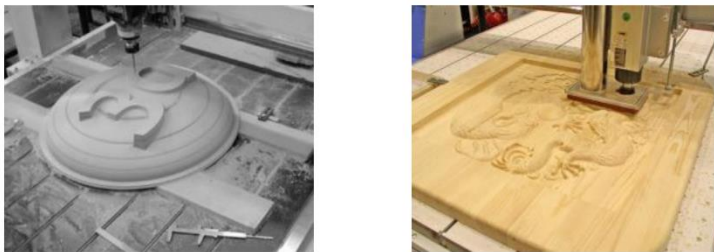


Рис. 4. Примеры 3D фрезерования

Преимущества 3D фрезерования древесины очевидны. Во-первых, возможности в создании сложных форм и деталей практически неограничены. Проектирование в трехмерной среде и использование компьютерного управления позволяет реализовать даже самые сложные и амбициозные дизайнерские задумки. Во-вторых, 3D фрезерование обладает высокой точностью и повторяемостью, что делает его идеальным для создания серийных изделий и производства на заказ (Рис. 4). Кроме того, этот процесс позволяет сократить время производства и оптимизировать затраты на материалы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Проект Forust: 3D-печать древесно-полимерных композитов от Desktop Metal [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://3dtoday.ru>
2. Новая технологи 3D-печати позволяет воспроизвести структуру настоящей [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.3dpulse.ru>
3. Особенности и преимущества 3D печати из дерева [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://3dwolf.ru>
4. Дьяченко, В. Ю. Аспектология использования 3D фрезерования древесины в мебельном производстве / В. Ю. Дьяченко, С. И. Овсянников // Современные технологии деревообрабатывающей промышленности : Материалы международной научно-практической онлайн-конференции, Белгород, 15–16 февраля 2018 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2018. – С. 56-63. – EDN YQFULJ.

*Трегубенко П.С., Турцев В.Ю., Супрунов А.С.
Научный руководитель: Герасименко В.Б., доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ВАЛКОВЫЕ МЕЛЬНИЦЫ

Валковые мельницы являются одним из наиболее распространенных и востребованных оборудований в промышленности. Они используются для измельчения различных материалов, таких как клинкер, уголь, руда и другие. В данной статье мы рассмотрим основные принципы работы валковых мельниц и их применение [1].

Валковая мельница представляет собой устройство, состоящее из двух или более пар параллельно расположенных валков. Валки могут быть различной формы и размера, в зависимости от требований процесса измельчения. Они могут быть как гладкими, так и иметь специальные ребра или выступы для усиления процесса измельчения.

Материал в мельнице измельчается между вращающимся помольным столом и зафиксированными помольными валками. Помол материала происходит в первую очередь за счет усилий давления. Меньшая доля истирающего воздействия способствует удалению кристаллического слоя в сырьевом материале. Этот эффект возникает благодаря бочкообразным валкам, оси которых наклонены на 15° относительно горизонтального помольного стола. Оси валков не пересекают центр вращения помольного стола. Как показали исследования, именно благодаря такой конструкции валковой мельницы обеспечивается оптимальное измельчение при минимальном износе [2].

При помоле угля применяется большее удельное давление для помола, по сравнению с помолом клинкера и доменного шлака, где используется меньшее давление. В мельницах при помоле сырья для процесса сушки подводятся горячие газы, способствующие выпариванию влаги из материала. В сепараторе над рабочей камерой мельницы готовый продукт отделяется от крупных частиц, которые поступают обратно на помольный стол [3].

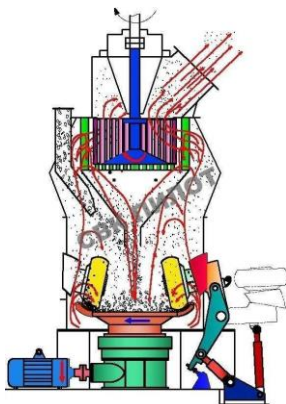


Рис. 1 Схема движения материала в вертикальной валковой мельнице

Применение валковых мельниц очень широко. Они используются в различных отраслях промышленности, таких как пищевая, химическая, фармацевтическая и другие. В пищевой промышленности валковые мельницы применяются для измельчения зерна и производства муки. В химической промышленности они используются для измельчения руды и производства химических веществ. В фармацевтической промышленности валковые мельницы применяются для измельчения лекарственных субстанций и производства таблеток.

Одним из основных преимуществ валковых мельниц является их высокая производительность. Они способны обрабатывать большие объемы материала за короткое время. Кроме того, валковые мельницы обладают высокой эффективностью измельчения, что позволяет получить требуемую степень измельчения материала с минимальными затратами энергии.

Однако, валковые мельницы имеют и некоторые недостатки. Они могут быть довольно сложны в обслуживании и требуют регулярного технического обслуживания. Кроме того, валки мельницы могут изнашиваться со временем и требовать замены, что также требует дополнительных затрат [4].

Энергоэффективность также становится важным фокусом в развитии валковых мельниц, удельные энергозатраты этих мельниц меньше, чем трубных шаровых мельниц, так как процесс помола идёт за счёт раздавливания, что более эффективно, чем удар и истирание. Новые технологии в области энергосбережения, такие как более эффективные двигатели и системы охлаждения, помогают сокращать энергопотребление при производстве.

Окружающая среда становится все более важной темой, и в этом контексте валковые мельницы исследуются с точки зрения экологической устойчивости. Многие компании работают над снижением выбросов и внедрением более экологически чистых технологий в производство мельниц.

Модульные конструкции становятся популярными, так как они упрощают установку, обслуживание и модернизацию валковых мельниц. Это позволяет быстрее реагировать на изменяющиеся потребности и условия производства.

Валковые мельницы продолжают развиваться. Одним из направлений развития является интеграция с цифровыми технологиями, такими как искусственный интеллект и интернет вещей. Это позволит мониторить состояние оборудования в реальном времени, предсказывать потенциальные сбои и оптимизировать процессы ещё более точно [5].

Кроме того, валковые мельницы будут продолжать играть важную роль в строительстве и инфраструктурных проектах, так как они используются для производства стройматериалов, включая различные виды и марки цемента, а так же для производства сырьевых материалов, помола шлака, известняка, угля. С развитием экономики спрос на высокоэффективные валковые мельницы будет расти.

Валковые мельницы останутся ключевым элементом промышленной инфраструктуры, способствуя переработке сырьевых материалов и производству разнообразных продуктов, необходимых в современном мире. Развитие новых технологий и методов обработки сделает валковые мельницы более эффективными, экологически чистыми и устойчивыми, что будет способствовать их успешному использованию в различных сферах промышленности и сельского хозяйства [6].

В заключение, валковые мельницы являются важным оборудованием в промышленности. Они обеспечивают эффективное измельчение различных материалов и широко применяются в различных отраслях промышленности. Однако, перед использованием валковых мельниц необходимо провести тщательное исследование, чтобы выбрать оптимальные параметры и настроить оборудование в соответствии с требованиями процесса измельчения. Кроме того, регулярное обслуживание и замена изношенных деталей также являются важными аспектами работы с валковыми мельницами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Электронный источник // [https://zenitrus.ru]
2. Электронный источник // [https://cyberleninka.ru]
3. Богданов В.С., Фадин Ю.М., Латышев С.С. Определение производительности трубной мельницы, оснащенной внутримельничным классифицирующим устройством // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2013. №6. С. 98-101.
4. Банит Ф.Г. Механическое оборудование цементных заводов. М.: Машиностроение, 1975. - 340 с.
5. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя. Т. 1. М.: Машиностроение, 1982. - 287 с.
6. Скороходов Е.А., Пакнис А.Б. Общетехнический справочник. М.: Машиностроение, 1989. - 417 с. 12. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике. М.: Наука, 1957. - 193 с.

УДК 66.046

Шаталов В.А., Шаталов А.В.

*Научный руководитель: Михайличенко С.А., канд. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

РОТОРНЫЙ ДИСПЕРГАТОР ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНОЙ СУХОЙ СМЕСИ

Стремительно развивающаяся строительная индустрия подталкивает научный прогресс в своей области. Современное строительство требует современных и прогрессивных технологий для изготовления сооружений в кратчайшие сроки и, не теряя качества получаемых строительных смесей.

Потребность в применении современных строительных технологий материалов и компонентов для их изготовления постоянно растет. В современных реалиях закупка импортного оборудования почти невозможна. В связи с этим возникает благоприятная потребность в развитии отечественного машиностроения. Разрабатываемое оборудование должно отвечать всем потребностям заказчика: высокое качество получаемого сырья, энергоемкость, надежность и универсальность.

Для приготовления тонкодисперсных материалов требуется специальное помольное оборудование. Такого рода материалы широко

используются в приготовлении бетонных смесей, отделочных материалов, а так же в лакокрасочной и других отраслях строительной промышленности. Такие материалы как мел, известь, гипс, уголь и тальк – являются основными компонентами вышеперечисленной продукции.

Для разрушения вышеперечисленных материалов применяют агрегаты с ударным, истирающим и режущим механическим воздействием. К таким агрегатам относятся: молотковые дробилки, различные мельницы, роторные агрегаты и тд. Мы предлагаем использовать роторный агрегат комплексного воздействия на сырье.

Для приготовления качественной строительной смеси используют не только измельчающее оборудование. Совместно с измельчителем работает гомогенизирующий аппарат. Как правило, это 2 или 3 различных оборудований, использующих собственный привод [3]. Такая технологическая линия требует бо́льших энергозатрат, увеличенный парк оборудования занимает бо́льшую площадь производственного пространства. Для решения возникших вопросов мы предлагаем использовать универсальное оборудование с комплексным динамическим воздействием на измельчаемый материал.

Нашим научно техническим коллективом в лаборатории кафедры Технологических комплексов машин и механизмов был разработан опытный образец роторно – центробежного диспергатора (Рис.1.). Данный агрегат примечателен тем, что он имеет в своем одном корпусе несколько камер интенсивного воздействия на измельчаемое сырье.

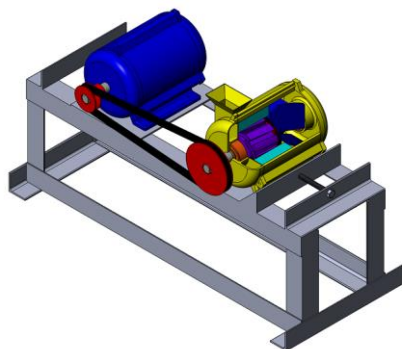


Рис.1 Цифровая модель роторно - центробежного агрегата.

Разработанный агрегат состоит из единого корпуса, разделенного на 3 зоны: зона подачи измельчаемого сырья, зона измельчения и зона интенсивного диспергирования. Через весь корпус проходит вал, на котором жестко закреплены различные насадки. В первой зона

расположена шнековая насадка, для непрерывной подачи измельчаемого сырья, во второй зоне находится измельчающая насадки с ножевой кромкой, в третьей зоне работает разгонный аппарат, обеспечивающий диспергирование измельченного сырья с полезными добавками и подачу готовой смеси в осадительную камеру [4].

В таблице представлены материалы, которые были использованы для диспергирования в нашей установке.

Таблица 1 – Выбор сырья для проведения экспериментов

№ п/п	Наименование сырья	Показатель твердости по Моосу	Удельные энергозатраты (кВт* ч/т)
1	Тальк	1	3-3.5
2	Мел	1.1	4.5-5.1
3	Известь	1.4	3.7-4.5
4	Глина	2-2.5	4.5-6.5
5	Гипс	2.3-2.5	4.7-7.2
6	Известняк	2.5-3	5.2-6.1
7	Плавленый шпат	5	12-15

Первые шесть компонентов показали себя очень хорошо с точки зрения измельчения в центробежном агрегате. Плавленый шпат и остальные материалы тверже 4-5 единиц приводили к увеличению энергозатрат и ухудшению режущих показателей измельчающей насадки. Во время экспериментов для приготовления строительной смеси в качестве добавок использовались: технический углерод, базальтовое волокно и цемент.

Разгонный аппарат, жестко закрепленный на едином валу, создает разряжение в камере гомогенизации сырья, что в свою очередь позволяет добавить присадки без использования дополнительного оборудования.

Для определения рациональных рабочих параметров гомогенизирующей камеры и характер влияния их на качество получаемой смеси необходимо изучить и оценить ряд различных факторов. К ним относятся: частота вращения вентиляторной крыльчатки, геометрия лопаток и их количество, применение различных вспомогательных устройств (разгонного аппарата). Кроме того, важным для процесса гомогенизации являются физико – механические характеристики исследуемых материалов: плотность, влажность и другие показатели.

Данные показатели должны быть максимально идентичными для достижения качественной смеси. К примеру, размеры частиц должны

быть похожими иначе произойдет раздел сред и более мелкие частицы упадут вниз.

Идеальной смесью считается та смесь, в которой вероятность присутствия любого компонента в любой точке ее объема остается постоянной. В микрообъемах перемешиваемых компонентов возможно бесконечное множество вариантов распределения частиц. В таком случае соотношение компонентов смеси определяется методом оценки качества на основе статистического анализа.

В нашем случае – двухкомпонентной смеси случайной величиной является содержание основного компонента в объеме материала. Данная величина может быть установлена, если известны законы ее распределения, генеральная дисперсия σ^2 и выборочная дисперсия S^2 .

$$S^2 = \frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (c_i - \bar{c})^2; \quad (1)$$

где: $\bar{c} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N c_i$; N- число проб; c_i , c - текущая и средняя концентрация ключевого компонента в пробе.

Оценка качества полученной гомогенизированной смеси определялась по пигментации компонентов. К примеру, измельченный мел смешивался с черным техническим углеродом. Определение однородности распределения окрашенных частиц в массе смеси осуществлялось оптическим методом, путем макрофотосъемки с помощью светового микроскопа в лаборатории кафедры ТКММ, кратностью в 150 раз.

В заключении можно сказать, что проведенные эксперименты по гомогенизации строительной смеси в лабораторной установке роторно – центробежного диспергатора показали высокую эффективность смешивающего аппарата. А проведенные успешные эксперименты по измельчению и одновременному смешению двух компонентов доказали пригодность разрабатываемого агрегата к дальнейшему промышленному применению.

Работа выполнена в рамках выполняемого проекта по теме: «Разработка, исследование и опытно-промышленное освоение ресурсоэнергосберегающих инновационных технологий для производства товарной продукции и снижением экологической нагрузки на окружающую среду» (FZWN – 2021 – 0014 в рамках Государственного задания Минобрнауки России).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Михайличенко С.А., Дубинин Н.Н., Уральская Л.С. Производительность роторных машин с камерой переменного сечения// Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г.Шухова. 2016. № 4. С.102-104.
2. Dubinin N.N., Mikhailichenko S.A., Goncharov S.I., Uralskaya L.S. Determination of main parameters of clay grinder// Journal of Physics: Conference Series. 2019. С. 012007.
3. Технологический модуль замкнутого цикла измельчения/ В.И. Уральский, Е.В. Сеница, А. В. Уральский, Е.А. Сажнева //Вестник БГТУ им. В.Г.Шухова. 2017. № 10. С.144-148.
4. Патент № 2786113 С1 Российская Федерация, МПК В02С 18/00. Роторно-центробежный диспергатор : № 2022126667 : заявл. 13.10.2022 : опубл. 19.12.2022 / В. А. Шаталов, С. А. Михайличенко, А. В. Шаталов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова". Бюл. №35.
5. Михайличенко, С. А. Методика определения основных параметров роторно-центробежного агрегата / С. А. Михайличенко, А. В. Шаталов, В. А. Шаталов // Энерго-ресурсосберегающие технологии и оборудование в дорожной и строительной отраслях : Материалы международной научно-практической конференции, Белгород, 23–25 сентября 2021 года. – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2021. – С. 289-295.
6. Ким В.С., Скачков В.В. Диспергирование и смешение в процессах производства и переработки пластмасс. –М.: Химия, 1988-240с.