

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

13-14 октября 2022 г.

УДК 005.745

ББК 72.5

М 43

**XIV Международный молодежный форум
«Образование. Наука. Производство»: эл. сборник
докладов** [Электронный ресурс]: Белгород:
М 43 БГТУ им. В.Г. Шухова, 2022. – Ч. 8. – 84 с.

ISBN 978-5-361-01063-9

В сборнике опубликованы доклады студентов, аспирантов и молодых ученых, представленные по результатам проведения XIV 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 978-5-361-01063-9

©Белгородский государственный
технологический университет
(БГТУ) им. В.Г. Шухова, 2022

Оглавление

Борzych Ю.Д., Попов П.Д., Лазько Е.В. МЕЖКАМЕРНЫЕ ПЕРЕГОРОДКИ ТРУБНЫХ МЕЛЬНИЦ	5
Борzych Ю.Д., Попов П.Д., Лазько Е.В. ФУТЕРОВКА ТРУБНЫХ МЕЛЬНИЦ	8
Борzych Ю.Д., Попов П.Д., Лазько Е.В. СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУБНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ	11
Волошкин А.А., Салихов Д.Д. РАСЧЕТ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ	15
Гаврилов Д.В., Чуев К.В., Черкасов В.В. НОВОЕ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕХНОСТЕЙ БАНДАЖЕЙ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ	21
Газиев Х.Х., Богачев Е.П., Ануфриев А.Ю. СМЕСИТЕЛИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ	25
Газиев Х.Х., Бражник В.С., Королева Л.А. ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В МЕЛЬНИЦАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ	29
Горбачева А.В., Шарабурак Г.Е. ПРОМЫШЛЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ	34
Горбачева А.В., Шарабурак Г.Е. ПРОБЛЕМА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В РОССИИ	37
Горбачева А.В., Шарабурак Г.Е. ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНА В ОЧИСТКЕ ВОДЫ	40
Трошкина В.Б., Юхтанов Д.В.	

ДИНАМИКА СОВРЕМЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ОТРАСЛИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В РОССИИ.....	43
Хархалёва Д.К.	
ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ТЕПЛОЙ ОТРАСЛИ И ЭНЕРГЕТИКИ	47
Хархалёва Д.К., Юхтанов Д.В.	
ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ.....	50
Шаталов В.А., Шаталов А.В	
КОМПЛЕКСНАЯ ДИСПЕРГАЦИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ	55
Шеметова О.М., Шеметов Е.Г., Мишенина В.	
ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ПНЕВМОСМЕСИТЕЛЯ	59
Шеметова О.М., Шеметов Е.Г., Лазько Е.В.	
ОБЗОР РЫНКА ТРУБНЫХ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ	61
Шеметова О.М., Шеметов Е.Г., Лазько Е.В.	
ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТРУБНЫХ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ	66
Шеметова О.М., Шеметов Е.Г., Мишенина В.В.	
ПНЕВМОСМЕСИТЕЛЬ СО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЭНЕРГОНЕСУЩЕЙ СПИРАЛЬЮ	71
Юхтанов Д.В., Трошкина В.Б.	
ИННОВАЦИИ В ВОДОСНАБЖЕНИИ	78
Юхтанов Д.В., Хархалева Д.К.	
ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ.....	81

Борzych Ю.Д., Попов П.Д., Лазько Е.В.

*Научный руководитель: Фадин Ю.М., канд. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия.*

МЕЖКАМЕРНЫЕ ПЕРЕГОРОДКИ ТРУБНЫХ МЕЛЬНИЦ

Шаровые трубные мельницы (ТШМ) являются основным оборудованием для помола на предприятиях по производству цемента, гипса и т.д. [1]. Однако у них есть существенные минусы, одним из которых является большой удельный расход электроэнергии на помол материала. Этот недостаток учёные стараются исправить разными способами: установкой различной футеровки, исследованием режимов помола, установкой межкамерных перегородок [2]. Рассмотрим примеры последнего способа, а именно установку межкамерных перегородок ТШМ.

Существует двойная наклонная межкамерная перегородка для сепараторных мельниц [3]. Эффективность процесса измельчения повышается за счет отбора готового материала по центру мельницы. Двойная перегородка с отверстиями (рисунок 1) обеспечивает классификацию измельчаемого материала, это позволяет снижать нагрузку на сепаратор и интенсифицировать аспирационный режим, что положительно сказывается на производительности мельницы.

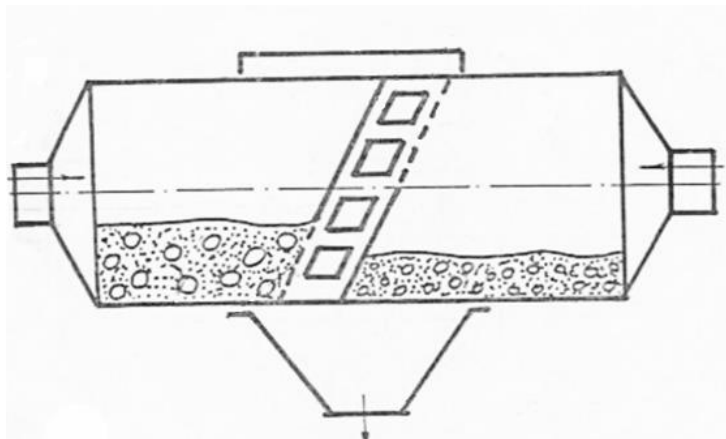


Рис. 1 Наклонная межкамерная перегородка.

Межкамерная перегородка [4] представляет собой составную перегородку. Она состоит из трех частей, а именно: наклонный элемент у загрузочной части, вертикальный элемент у разгрузочной части, а также соединяющую их горизонтальную секцию (рисунок 2). Из-за наклонов возникают три участка, на которых образуются три режима соответственно: водопадный с продольно-поперечным перемещением, смешанный, каскадный режим с малой продольно-поперечной составляющей. Такое распределение позволяет лучше измельчать продукт и своевременно выводить его из барабана, что положительно сказывается на качестве получаемого материала и на производительности мельницы.

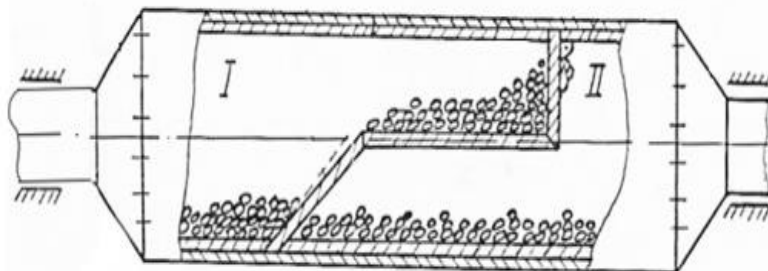


Рис. 2 Перегородка с тремя участками.

Рассмотрим установку межкамерной перегородки [5], которая делит барабан на камеру грубого и тонкого помола. Данная перегородка содержит сплошные и перфорированные диски, между которыми расположены неподвижно чередующиеся перфорированные и сплошные лопасти (рисунок 3). Они находятся на максимально близком расстоянии к барабану мельницы и расположены под углом.

Данное устройство направлено на улучшение классификации, что положительно сказывается на производительности мельницы и качестве получаемого на выходе продукта, к минусам данного изобретения можно отнести сложность самой конструкции.

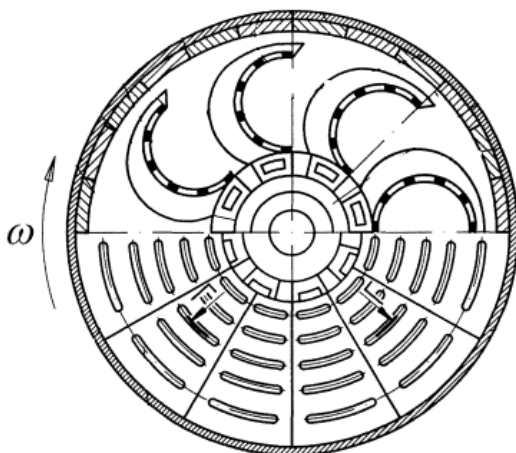


Рис. 3 Межкамерная перегородка с лопастями.

Данное направление модификаций мельниц является до сих пор актуальным, так как позволяет исправить основные недостатки, а именно: быстрый износ защитных элементов, переизмельчение, малая энергоэффективность. Дальнейшие исследования смогли бы решить эти проблемы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. М., Изд. Литературы по строительству. 1970. - 488 с.
2. Пироцкий В. З. Цементные мельницы: технологическая оптимизация С.-Пб.: Изд-во Центра профессионального обновления, 1999. 145с.
3. Фадин Ю.М., Герасименко В.Б., Лапина О.А., Герасименко А.А. Межкамерная перегородка трубной мельницы / «Научные технологии инновации», юбилейная международная науч.-практ. конф., посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, XXI научные чтения. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. Т. 4. С. 158-162.
4. Фадин Ю.М., Латышев С.С., Донецкий Р.В., Лапина О.А. Межкамерная перегородка трубной мельницы / «Научные технологии инновации», Юбилейная международная науч.-практ. конф.,

посвященная 60-летию БГТУ им. В.Г. Шухова, XXI научные чтения. Белгород: Изд-во БГТУ, 2014. Т. 4, С. 164-168.

5. Пат. 2736986 Российская федерация, МПК В02С 17/06(2006.01) В02С 17/18(2006.01) / Шаровая мельница с классифицирующей перегородкой. Ханин Сергей Иванович, Мордовская Ольга Сергеевна, Ханин Дмитрий Сергеевич; заяв: 2020119707, 2020.06.08; опуб: 2020.11.23.

УДК 621.926.5

Борзых Ю.Д., Попов П.Д., Лазько Е.В.

Научный руководитель: Фадин Ю.М., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия.

ФУТЕРОВКА ТРУБНЫХ МЕЛЬНИЦ

При измельчении горных пород возникает большой абразивный износ и для защиты основных конструкций оборудования используют бронеплиты (футеровка), однако у них есть еще функции помимо защиты, например, так в щековых или же шаровых мельницах устанавливают футеровку различной геометрии, которая способствует лучшему измельчению продукта. Кроме того, специальная геометрия помогает не только быстрее и лучше получать измельченный материал, но и увеличивает жизненный цикл бронеплит [1]. Рассмотрим примеры различных футеровочных плит. Рассмотрим футеровку различных трубных шаровых мельниц.

Одним из примеров может служить российский патент металлической плиты для футеровки [2] шаровых мельниц и может быть использован в различных отраслях промышленности. Данная футеровка имеет волновую поверхность (рисунок 1.), а также отверстия на каждом выпуклом участке, ширина отверстий меньше диаметров мелющих тел.

Эти пазы нужны для захвата недомолотого материала и дальнейшей доставки в верхнюю область мельницы за счет скорости вращения барабана, где более крупные куски продукта выпадают для домола, а более мелкие за счет аспирационного потока двигаются в сторону выгрузки материала. Такая футеровка способна повысить производительность оборудования, а также качество получаемого продукта.



Рис. 1 Футеровка с пазами

Другая же футеровка (рисунок 2) [3] предназначена не только для шаровых мельниц, но и мельниц для самоизмельчения, а также может использоваться в горнорудной, химической и других отраслей. Плита также имеет волновую поверхность с пазами, характерной чертой является заклинивание мелющих шаров в данных пазах, что отличает от предыдущего патента. Мелющие тела по мере износа заклиниваются в пазах, что способствует повышению срока службы бронеплит и стойкости к ударным нагрузкам. Мелющее тело, находящееся в пазу, равномерно распределяет ударные нагрузки, что и способствует повышению характеристик.

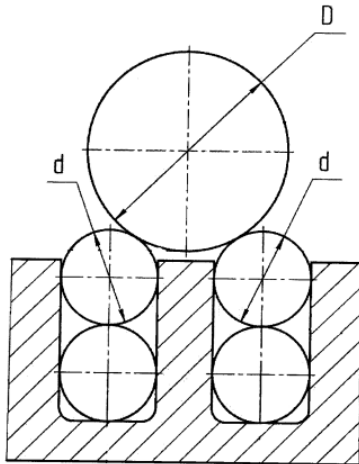


Рис. 2 Футеровка с пазами для заклинивания мелющих тел

Футеровка (рисунок 3) [4] предназначена для трубных шаровых мельниц. Суть модификации заключается в наличии чередующихся

лифтеров и промежуточных плит, которые закрепляются на внутренней поверхности барабана мельницы. Лифтеры образуют участки, длина которых пропорциональна массе мелющих тел, а высота лифтеров увеличивается к разгрузочной части ТШМ. Такая модификация способна повысить эффективность помола за счет рационального распределения мелющих тел.

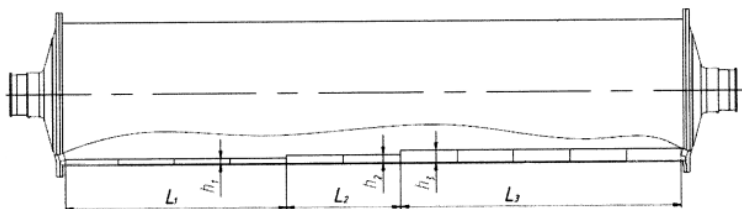


Рис. 3 Барабан ТШМ с лифтерами.

Футереровка (рисунок 4) [5], суть которой заключается в достижении увеличения производительности мельниц за счет повышения эффективности измельчения. Техническим результатом заявляемого изобретения является повышение эффективности измельчения путем изменения потоков движения породы и мелющих тел в барабане мельницы. Изменение угла наклона выступающих над плитами выступов по отношению к оси мельниц образует при вращении барабана более эффективную «противокаскадную» схему измельчения. Эффективность измельчения возрастает за счет более полного использования кинетической энергии вращения барабана, которая передается измельчаемому материалу и мелющим телам.



Рис. 4 Противокаскадная износостойкая футереровка барабанных мельниц.

Вопросы эффективности процесса помола, а также жизненного цикла бронеплит даже после долгих лет исследований остаются актуальными, выбор правильной футеровки частично может решить данные проблемы, дальнейшие изучения смогут вывести решения вышеперечисленных проблем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Капалнец Е.Г. Взаимосвязь работы мелющих тел и футеровочных плит шаровых мельниц // Цемент и его применение. 2010. №3. С 80-81.

2. Пат. 181334 Российская федерация, МПК В02С 17/00 (2006.01). Металлическая плита для футеровки шаровой барабанной мельницы / Степаненко Виктор Алексеевич, Батусов Константин Михайлович; заяв. 2017136896, 19.10.2017; опуб: 11.07.2018 Бюл. № 20.

3. Пат. 137066 Российская федерация, МПК В02С 17/22 (2006.01). Футеровка шаровой мельницы и мельницы полусамозмельчения / Чижик Евгений Федорович, Алексеев Валерий Николаевич; заяв: 2017102884, 30.01.2017; опуб: 08.08.2017 Бюл. № 22.

4. Пат. 191600 Российская Федерация, МПК В02С 17/22 (2006.01). Футеровка трубной шаровой мельницы / Фадин Юрий Михайлович, Богданов Василий Степанович, Хахалев Павел Анатольевич, Дегтярёв Павел Александрович; заяв: 2019117198, 03.06.2019; опуб: 13.08.2019 Бюл. № 23.

5. Пат. 2632893 Российская федерация, МПК В02С 17/22 (2006.01). Противокаскадная износостойкая футеровка барабанных мельниц Костевич Виктор Емельянович, Наилов Нафиль Наилович; заяв. 2016130688, 26.07.2016, опуб. 11.10.2017

УДК 621.926.5

Борzych Ю.Д., Попов П.Д., Лазько Е.В.

Научный руководитель: Фадин Ю.М., канд. техн. наук, проф.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРУБНОЙ ШАРОВОЙ МЕЛЬНИЦЫ

Основным оборудованием для помола на предприятиях по производству цемента, гипса и микрокальцита является трубная шаровая мельница (ТШМ) [1], данный вид оборудования используется

более 70-ти лет и получил особую популярность на горнорудной промышленности, благодаря своей надежности, возможности регулировки крупности помола, а также универсальности. Однако даже после стольких лет обширных исследований этой на первый взгляд простой конструкции, она имеет такие недостатки, как низкая энергоэффективность процесса измельчения материала, относительно быстрый износ мелющих тел и футеровки. Специалисты предлагают различные типы конструкций для повышения производительности шаровой мельницы, а также для увеличения периода эксплуатации бронеплит и мелющих тел [2].

Ученые пытаются подобрать оптимальные размеры барабана шаровой мельницы, увеличивая или уменьшая барабан, или же устанавливают разного рода внутримельничные классифицирующие устройства, или различные межкамерные перегородки [3].

Цель всех этих исследований и разработок – это повышение производительности мельницы, поэтому предлагаются модернизации, которые смогут повысить эффективность процесса измельчения. Рассмотрим конкретные примеры улучшений трубных шаровых мельниц.

Одним из таковых может служить российский патент [4], который относится к внутримельничным классифицирующим и энергообменным устройствам (рисунок 1). Данное устройство сможет повысить эффективность процесса измельчения путем интенсификации воздействия мелющих тел на материал за счет установки в мельницу сегментов в виде эллипса, а также за счет выделения из измельчаемого материала фракций определенных размеров во время процесса измельчения.

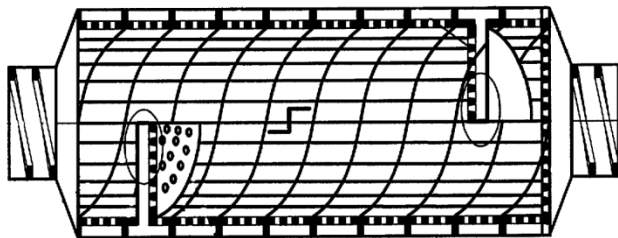


Рис. 1 ТШМ с эллипсными сегментами.

Рассмотрим конструкцию трубной мельницы с внутримельничной классификацией измельчаемого материала и интенсификацией

процесса измельчения (рисунок 2) [6]. Данное изобретение классифицирует измельчаемый материал с помощью межкамерной перегородки и перфорированных полок, которые в поперечном сечении образуют зигзагообразный профиль. Перфорированные полки установлены перед сплошными и наклонены в сторону камеры тонкого помола. Ширина отверстий в перфорированных полках увеличивается по ходу движения материала. Интенсификация процесса измельчения происходит в результате турбулизации движения мелющих тел и измельчаемого материала, в следствии этого эффективность измельчения возрастает. Однако у двух названных модификаций есть большой недостаток в виде переизмельчения материала, что ведет к уменьшению качества получаемого продукта.

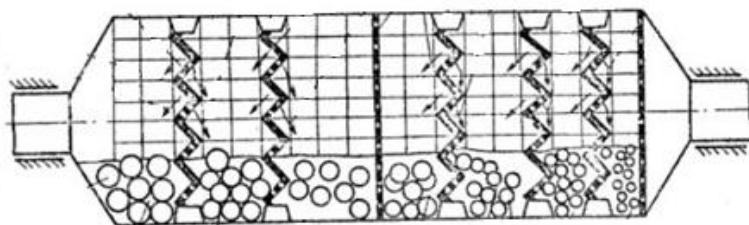


Рис. 2 ТШМ с зигзагообразным профилем.

Поэтому была предложена модификация внутрикамерной перегородки (рис.1) которая смогла бы увеличить эффективность измельчения и не утратить качества продукта, рассмотрим модификацию чуть подробнее.

ТШМ состоит из барабана 1, который разделен межкамерной перегородкой 2 на две камеры с грубым и тонким помолом [5], в каждой камере находятся внутрикамерные перегородки, а также перегородки делят камеру на секции (в них находятся мелющие тела 9).

Каждая такая перегородка состоит из чередующихся между собой перфорированных 3 и сплошных 4 полок, перфорированные полки перпендикулярны к оси мельницы, а к ним уже скрепляются под углом 60 градусов сплошные полки. Все полки сопряжены одним концом с футеровкой 7, а другим с конусоидному кольцу 8, больший диаметр которого направлен в сторону выходной решетки Полки зачерпывают измельченный материал, что способствует повышению классификации продукта, а специальное расположение конусоидного кольца помогает вернуться мелющим телам на повторное доизмельчение материала. Отверстия 5 в перфорированных полка уменьшаются к выходной

решетке 6, что позволяет вернуть недоизмельченный материал обратно в секцию на домол.

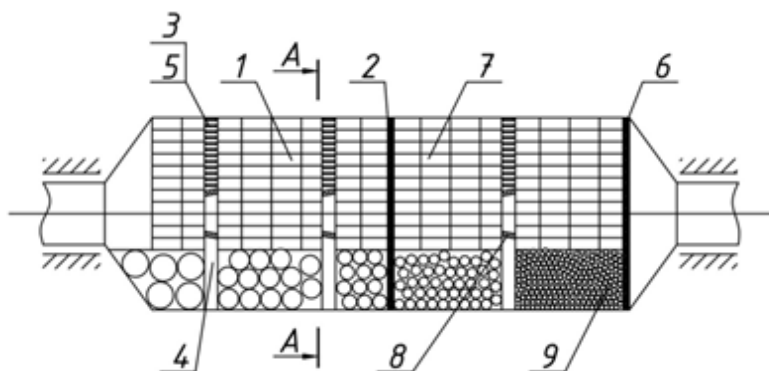


Рис. 3 Разрез ТШМ.

- 1 – барабан; 2 – межкамерная перегородка; 3 – перфорированная полка; 4 – сплошная полка; 5 – отверстие; 6 – выходная решетка; 7 – футеровка; 8 – конусовидное кольцо; 9 – мелющие тела.

Такая конструкция направлена на повышение эффективности процесса измельчения, это достигается повышением качества классификации измельчаемого материала, также это положительно сказывается на производительности ТШМ и качестве итогового продукта.

Проблема повышения энергоэффективности мельниц, а также переизмельчения продукта до сих пор остаются актуальными и дальнейшие попытки исследования трубных шаровых мельниц могут решить вышеперечисленные вопросы.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сапожников М.Я., Дроздов Н.Е. Справочник по оборудованию заводов строительных материалов. М., Изд. Литературы по строительству. 1970. - 488 с.
2. Капалнец Е.Г. Взаимосвязь работы мелющих тел и футеровочных плит шаровых мельниц // Цемент и его применение. 2010. №3. С 80-81.
3. Пирожкий В. З. Цементные мельницы: технологическая оптимизация С.-Пб.: Изд-во Центра профессионального обновления, 1999. 145с.

4. Пат. 2279923 Российская Федерация, МПК В02С 17/06 (2006.01). Барабанная мельница / Ханин Сергей Иванович, Богданов Василий Степанович, Ломакин Владимир Васильевич, Старченко Денис Николаевич, Трухачев Сергей Сергеевич; заяв. 2004137593/03, 2004.12.22; опуб. 2006.07.20.

5. Богданов В.С., Воробьев Н.Д. Кинематика шаровой загрузки в барабанных мельницах с наклонными межкамерными перегородками // Горный журнал. 1985. №10. С. 124–127.

6. Пат. SU1404109 Белгородский технологический институт строительных материалов им. И. А. Гришманова; МПК: В02С 17/06; Богданов Василий Степанович, Богданов Николай Степанович, Севостьянов Владимир Семенович, Фадин Юрий Михайлович, Шевченко Иван Николаевич; заяв. 4160653/31-33, 15.12.86; опуб. 23.06.1988, Бюл. №23

УДК 62 – 973

Волошкин А.А., Салихов Д.Д.

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

РАСЧЕТ ТЕРМИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЯЮЩЕЙ

Большинство материалов подвержены тепловому расширению: имеют тенденцию расширяться при нагревании и сжиматься при охлаждении. По этой причине мосты строятся с металлическими компенсаторами, чтобы они могли расширяться и сжиматься, не вызывая сбоя в общей конструкции моста. Другие машины и конструкции также имеют встроенную защиту от опасностей теплового расширения. Но тепловое расширение также может быть полезным, делая возможной работу термометров и термостатов.

В научных терминах тепло – это внутренняя энергия, которая перетекает из системы с относительно высокой температурой в систему с относительно низкой температурой. Сама внутренняя энергия, определяемая как тепловая энергия, – это то, что люди обычно имеют в виду, когда говорят "тепло". Форма кинетической энергии, обусловленная движением молекул, тепловая энергия иногда называется молекулярной трансляционной энергией [1].

В общем, кинетическую энергию, создаваемую молекулярным движением, можно понять в рамках классической физики, то есть

парадигмы, связанной с Исааком Ньютоном и его законами движения. Ньютон был первым, кто понял физическую силу, известную как гравитация, и он объяснил поведение объектов в контексте гравитационной силы. Среди понятий, необходимых для понимания ньютоновской физики, - масса объекта, скорость его движения (будь то в терминах скорости или ускорения) и расстояние между объектами. Все это, в свою очередь, является ключевыми компонентами для понимания того, как молекулы, находящиеся в относительном движении, генерируют тепловую энергию.

Чем больше импульс объекта, то есть произведение его массы на скорость, тем большее воздействие он оказывает на другой объект, с которым он сталкивается. Тем больше также его кинетическая энергия, которая равна половине его массы, умноженной на квадрат его скорости. Масса молекулы, конечно, очень мала, но, если все молекулы внутри объекта находятся в относительном движении — многие из них сталкиваются и, таким образом, передают кинетическую энергию — это неизбежно приведет к относительно большому количеству тепловой энергии со стороны более крупного объект [2].

Температура определяется как мера средней энергии молекулярного перемещения в системе, и чем больше изменение температуры для большинства материалов, как мы увидим, тем больше величина теплового расширения. Таким образом, все эти аспекты "тепла" — само тепло (в научном смысле), а также тепловая энергия, температура и тепловое расширение — в конечном счете зависят от движения молекул относительно друг друга.

Тем не менее, именно потому, что молекулярная масса настолько мала, одна только гравитационная сила не может объяснить притяжение между молекулами. Это притяжение вместо этого следует понимать в терминах второго типа силы — электромагнетизма, открытого шотландским физиком Джеймсом Клерком Максвеллом. Детали электромагнитной силы не здесь важно; необходимо только знать, что все молекулы обладают некоторой составляющей электрического заряда. Поскольку одинаковые заряды отталкиваются, а противоположные заряды притягиваются, между молекулами существует постоянное электромагнитное взаимодействие, и это приводит к разной степени притяжения [3].

Чем больше относительное движение между молекулами, тем меньше их притяжение друг к другу. Действительно, эти два аспекта материала — относительное притяжение и движение на молекулярном уровне — определяют, можно ли классифицировать этот материал как твердый, жидкий или газообразный. Когда молекулы медленно

движутся относительно друг друга, они оказывают сильное притяжение, и материал, частью которого они являются, обычно классифицируется как твердое тело. Молекулы жидкости, с другой стороны, движутся с умеренной скоростью и, следовательно, оказывают умеренное притяжение. Когда молекулы движутся с высокой скоростью, они практически не притягиваются, и материал известен как газ [7].

Для любого типа материала можно рассчитать степень, в которой этот материал будет расширяться или сжиматься при воздействии изменений температуры. В общих чертах это известно, как его коэффициент расширения, хотя на самом деле существует две разновидности коэффициента расширения [4].

Коэффициент линейного расширения является константой, которая определяет степень изменения длины твердого вещества в результате изменения температуры. Для любого вещества коэффициент линейного расширения обычно представляет собой число, выраженное в терминах $10^{-5} / ^\circ\text{C}$. Другими словами, значение коэффициента линейного расширения конкретного твердого тела умножается на $0,00001^\circ\text{C}$. ($^\circ\text{C}$ в знаменателе, показанном в приведенном ниже уравнении, просто "выпадает", когда коэффициент линейного расширения умножается на изменение температуры.)

Установленные в стандартах ЕСДП отклонения размеров деталей принято назначать и контролировать при температуре 20°C . В реальных условиях эксплуатации и хранения возможны значительные изменения температуры. Обычно температурный режим эксплуатации или (и) хранения задают диапазоном, например: $+40^\circ\text{C}$, $+60^\circ\text{C}$... -40°C и т.п. Температурные деформации могут достигать значительной величины и изменять характер посадки соединения деталей. Для обеспечения работоспособности изделия в заданном интервале температур необходимо на стадии проектирования элементов изделия учитывать температурные изменения размеров сопрягаемых деталей, зависящие от коэффициентов линейного расширения материалов деталей. При таких расчетах требуется подобрать такие посадки и материалы, которые обеспечивали бы необходимый вид сопряжения деталей (зазоры или натяги) [5].

Предельные зазоры или натяги при $t^\circ\text{C}$ определяются по формулам 1,2:

$$S_{\max(\min)}^t = S_{\max(\min)} + \Delta S_t, \quad (1)$$

$$N_{\max(\min)}^t = N_{\max(\min)} + \Delta N_t, \quad (2)$$

где

$S_{\max(\min)}^t, N_{\max(\min)}^t$ - наибольший (наименьший) рабочий зазор и наибольший (наименьший) рабочий натяг,

$\Delta S_t, \Delta N_t$ – температурные изменения зазора и натяга, определяющиеся по формулам 3,4:

$$\Delta S_t = D(d)[\alpha_D(t_D - t_0) - \alpha_d(t_d - t_0)], \quad (3)$$

$$\Delta N_t = D(d)[\alpha_d(t_d - t_0) - \alpha_D(t_D - t_0)], \quad (4)$$

где $D(d)$ – номинальный диаметр соединения;

α_D и α_d – коэффициенты линейного расширения соединяемых отверстия и вала;

t_D и t_d – температуры соединяемых отверстия и вала;

t_0 – температура, при которой производился контроль размеров деталей (20°C)

Формулы показывают, что, например, при $\alpha_D > \alpha_d$ понижение температуры приводит к уменьшению зазоров и увеличению натягов, а при $\alpha_D < \alpha_d$ происходит увеличение зазоров и уменьшение натягов.

Таким образом, при проектировании сопрягаемых деталей, работающих при температурах от 20°C, необходимо учитывать их коэффициенты линейного расширения и выбирать материалы (по возможности) с близкими или равными коэффициентами линейного расширения (см. таблицу).

Таблица – Коэффициенты линейного расширения

Материал	Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^6, \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$
Сталь 20, Сталь 40, Сталь 45, Сталь 40X, Сталь 40XH, Сталь У10,	11,8
Латунь ЛС59-1	18,5
Сплав алюминиевый Д1СТ	22,7
Сплав алюминиевый АЛ2	21,1

Пример:

Для цилиндрической направляющей (рис. 1) средней точности с диаметром $\varnothing 65$ мм выбрана посадка Н7/ф7. Требуется проверить обоснованность такого выбора, если направляющая эксплуатируется при температуре $t = \pm 50^\circ\text{C}$. Материал охватываемой детали - латунь (коэффициент линейного расширения $(\alpha_D = 19,2 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1})$, охватываемой - сталь $(\alpha_d = 11,8 \cdot 10^{-6} \text{ }^\circ\text{C}^{-1})$ [6].

Решение:

Для условий задачи ($\alpha_D > \alpha_d$) проверку пригодности посадки с зазором рекомендуется вести по минимальному зазору S_{\min} при $t =$

–50°C. Определяем минимальный зазор в соединении при температуре сборки $t = 20^\circ\text{C}$:

$$\text{Ø}65\text{H}7 = \text{Ø}65^{+0,03} \text{ и } \text{Ø}65\text{f}7 = \text{Ø}65_{-0,006}^{-0,030}; \quad (5)$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,03) = 0,03\text{мм} = 30\text{мкм}; \quad (6)$$

$$S_{\max} = ES - ei = 0,03 - (-0,006) = 0,036\text{мм} = 36\text{мкм}; \quad (7)$$

$$N_{\min} = ei - ES = -0,006 - 0,03 = -0,036\text{мм} = -36\text{мкм}; \quad (8)$$

$$N_{\max} = es - EI = -0,03 - 0 = -0,03\text{мм} = -30\text{мкм}. \quad (9)$$

Используя формулы (1-4), найдем минимальный зазор при температуре $t = -50^\circ\text{C}$:

$$S_{\min}^t(-50^\circ\text{C}) = 0,03 + 65 \cdot \left[\frac{19,2 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20) - 11,8 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20)}{(-50 - 20)} \right] \\ = -0,0036\text{мм} = -3,6\text{мкм}; \quad (10)$$

$$S_{\max}^t(-50^\circ\text{C}) = 0,036 + 65 \cdot \left[\frac{19,2 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20) - 11,8 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20)}{(-50 - 20)} \right] \\ = 0,0026\text{мм} = 2,6\text{мкм}; \quad (11)$$

$$N_{\min}^t(-50^\circ\text{C}) = -0,036 + 65 \cdot \left[\frac{11,8 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20) - 19,2 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20)}{(-50 - 20)} \right] \\ = -0,0023\text{мм} = -2,3\text{мкм}; \quad (12)$$

$$N_{\max}^t(-50^\circ\text{C}) = -0,03 + 65 \cdot \left[\frac{11,8 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20) - 19,2 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20)}{(-50 - 20)} \right] \\ = 0,0036\text{мм} = 3,6\text{мкм}. \quad (13)$$

Расчеты показывают, что в направляющей при $t = -50^\circ\text{C}$ возникает натяг $N = 3,6$ мкм, т.е. происходит заклинивание направляющей. Следовательно, принятая посадка не удовлетворяет эксплуатационным требованиям, поэтому необходимо рассмотреть посадку типа H7/d7 и повторно провести расчеты.

$$\text{Ø}65\text{H}7 = \text{Ø}65^{+0,03} \text{ и } \text{Ø}65\text{d}7 = \text{Ø}65_{-0,13}^{-0,1};$$

$$S_{\min} = EI - es = 0 - (-0,1) = 0,1\text{мм} = 100\text{мкм}; \quad (14)$$

$$S_{\max} = ES - ei = 0,03 - (-0,13) = 0,16\text{мм} = 160\text{мкм}; \quad (15)$$

$$N_{\min} = ei - ES = -0,13 - 0,03 = -0,16\text{мм} = -160\text{мкм}; \quad (16)$$

$$N_{\max} = es - EI = -0,1 - 0 = -0,1\text{мм} = -100\text{мкм}. \quad (17)$$

$$S_{\min}^t(-50^\circ\text{C}) = 0,1 + 65 \cdot \left[\frac{19,2 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20) - 11,8 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20)}{(-50 - 20)} \right] \\ = 0,096\text{мм} = 96\text{мкм}; \quad (18)$$

$$S_{\max}^t(-50^\circ\text{C}) = 0,16 + 65 \cdot \left[\frac{19,2 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20) - 11,8 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20)}{(-50 - 20)} \right] \\ = 0,15\text{мм} = 150\text{мкм}; \quad (19)$$

$$N_{\min}^t(-50^\circ\text{C}) = -0,16 + 65 \cdot \left[\frac{11,8 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20) - 19,2 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20)}{(-50 - 20)} \right] \\ = -0,12\text{мм} = -120\text{мкм}; \quad (20)$$

$$N_{max}^t(-50^{\circ}\text{C}) = -0,1 + 65 \cdot \left[\begin{array}{l} 11,8 \cdot 10^{-6} \cdot (-50 - 20) - 19,2 \cdot 10^{-6} \cdot \\ \cdot (-50 - 20) \end{array} \right] \\ = -0,096\text{мм} = -96\text{мкм}. \quad (21)$$

Проведя расчёты, мы пришли к выводу, что для цилиндрической направляющей (рис. 1) диаметром $\varnothing 65$, необходимо выбрать посадку H7/d7 для того, чтобы данный механизм работал в диапазоне температур $\Delta t = -50, 20^{\circ}\text{C}$.

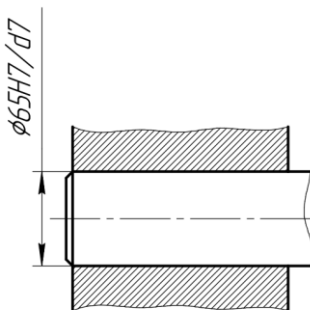


Рис. 1 Цилиндрическая направляющая

Исследование выполнено (работа выполнена) в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В. Г. Шухова

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А.В. Матовников, А.А. Сидоров, С.В. Кузнецов, В.М. Андоралов, Т.А. Чукина, В.В. Новиков. Сб. докл. Междунар. науч. конф. "Актуальные проблемы физики твердого тела". Минск (2005). С. 352.
2. Благонравов Л.А., Карчевский О.О., Иванников П.В., Соболева А.В. Опыт применения двойной модуляции в измерении коэффициента теплового расширения проводящих жидкостей // Вестн. МГУ. Сер. 3. Физика. Астрономия. 2008. № 1. С. 50. EDN: JVSRTL
3. Corruccini R.J., Gniewek J.J. Specific Heats of Technical Solids at Low Temperatures. A Compilation from the Literature. National Bureau of Standards Monograph NBS-21. Washington: US Government Print. Office, 1960. 28 p.

4. Колачев Б.А., Елагин В.И., Ливанов В.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. -М.: МИСИС, 1999.-416 с.

5. ГОСТ 25347-82 Единая система допусков и посадок. Basic norms of interchangeability. Unified sistem of tolerances and fits. Tolerance zones and recommendalle fils. Межгосударственный стандарт. Утвержден и введен в действие Постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 21.07.82 N 2764. Дата введения 1983-07-01. - М.: ИПК Издательство стандартов, 2004. – Текст: непосредственный.

6. Гольгин Н.Х., Педь С.Е., Дружинин П.В. Основы взаимозаменяемости: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2020. –316 с.: ил.

7. Мамаева Ю.В. Жаростойкие стеклокристаллические покрытия для защиты нихромовых сплавов с применением вторичного продукта алюминиевого производства: автореферат дис. канд. техн. наук. БГТУ им. Шухова, Белгород. 2011. 18 с.

УДК 62.77

Гаврилов Д.В., Чуев К.В., Черкасов В.В.

Научный руководитель: Хуртасенко А.В., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

НОВОЕ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ ДЛЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕХНОСТЕЙ БАНДАЖЕЙ ВРАЩАЮЩИХСЯ ПЕЧЕЙ

В конструкциях вращающихся печей важным параметром является прямолинейность оси вращения, настройка которой во многом зависит от точности формы деталей опор – бандажей и опорных роликов [1]. Так как в процессе эксплуатации вследствие высоких динамических и термических нагрузок происходит потеря точности формы как корпуса печи [2], так и поверхностей качения деталей опор, то возникает необходимость в восстановлении точности посредством периодической обработки этих элементов.

Повышение эффективности восстановительной ремонтной и предмонтажной обработки таких крупногабаритных деталей в условиях неопределённости базирования возможно на основе разработки новых технологических подходов, учитывающих влияние погрешностей формы на базирование самой детали при обработке [3]. Одной из

технических задач является разработка и исследование эффективных схем обработки [4].

Для решения этой задачи существуют различные конструктивные решения. Рассмотрим некоторые из них.

На (рисунке 1) изображен станок для обработки бандажей [5], который устанавливается на поверхности подшипниковых узлов при помощи опорных стоек, которые жестко фиксируются на опорной поверхности при помощи болтов. Обработка производится за счет движения суппорта, снабженного подпружиненной пинолью с шарнирно закрепленной на конце роликовой тележкой со шлифовальной установкой с бесконечной абразивной лентой и механизмом поперечной подачи. Однако устройство имеет недостатки в виде низкой точности обработки и надежности станка, связанные с невысокой точностью установки станка, что обусловлено большим количеством промежуточных звеньев.

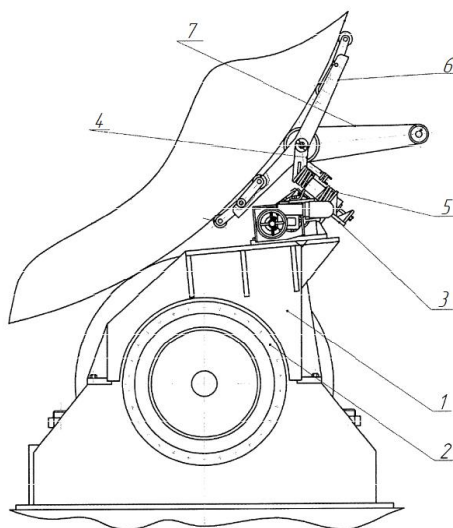


Рис. 1 Станок для обработки бандажей: 1- опорные стойки; 2- подшипниковый узел; 3- суппорт; 4- пиноль; 5- пружина; 6- роликовая тележка; 7- абразивная лента [5]

Также существует другой станок (рисунок 2) [6], который устанавливается на корпусах подшипников опорных роликов с помощью шарниров. Обработка производится за счет продольного перемещения по сдвоенным профильным рельсовым направляющим

качения продольного суппорта. Станок снабжен так же копирующим роликом, контактирующим с обрабатываемой поверхностью бандажа. Станок имеет недостаток в виде недостаточной точности обработки, связанной с неточностью установки станка относительно оси бандажа.

Для решения задачи повышения точности обработки бандажей была разработана и запатентована конструкция станка, изображенная на рис. 3 [7]. В качестве прототипа при этом был взят станок, изображенный на рис. 2. Разработанный станок, так же как и прототип, содержит следующие конструктивные элементы: копирующий ролик; подпружиненный кронштейн; продольный суппорт, выполненный с возможностью перемещения по сдвоенным продольным профильным рельсовым направляющим качения; установленная на суппорте каретка с регулировочным винтом и закрепленным на ней обрабатывающим узлом.

Повышение точности обработки в разработанной конструкции достигается за счет возможности автоматической поднастройки станка во время работы и более точной установки станка относительно оси обрабатываемой детали.

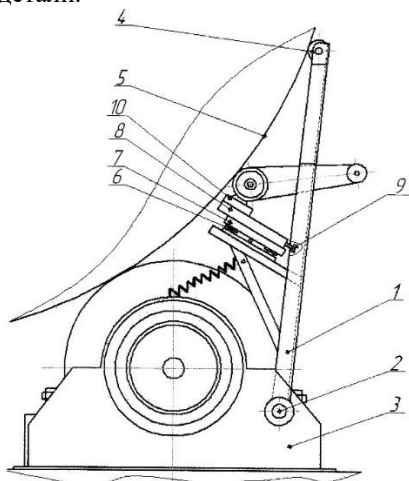


Рис. 2 Станок для обработки бандажей: 1- подпружиненный кронштейн; 2- шарниры; 3- корпуса подшипников опорных роликов; 4- копирующий ролик; 5- бандаж; 6- сдвоенные рельсовые направляющие качения; 7- продольный суппорт; 8- каретка; 9- регулировочный винт; 10- обрабатывающий узел [6]

Точность установки станка относительно оси обрабатываемой детали обеспечивается конструктивно за счет шарнира (Рис. 3, поз.4), который дает возможность поддерживать постоянный контакт роликов

роликовой опоры станка с опорным роликом бандажа, благодаря чему продольная ось станка параллельна оси опорного ролика бандажа и, следовательно, параллельна оси обрабатываемой детали.

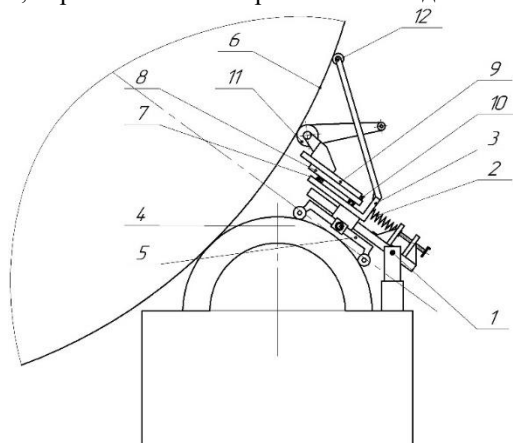


Рис. 3 Станок для обработки бандажей: 1- шарнир; 2- пружина; 3- кронштейн; 4- шарнир; 5- роликовая опора; 6- бандаж; 7- сдвоенные рельсовые направляющие качения; 8- продольный суппорт; 9- каретка; 10- регулировочный винт; 11- обрабатывающий узел; 12- копирующий ролик [7]

Возможность автоматической поднастройки в предложенной конструкции обеспечивается за счет постоянного контакта копирующего ролика с обрабатываемой поверхностью бандажа, что позволяет передавать все неровности и радиальные перемещения поверхности бандажа на обрабатывающий узел.

Таким образом, совокупность конструктивных признаков предложенного решения обеспечит повышение точности обработки бандажей за счет возможности автоматической поднастройки станка во время обработки и более точной установки станка относительно оси обрабатываемой детали.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Mogilny S., Sholomitskii A. Precision Analysis of Geometric Parameters for Rotating Machines during Cold Alignment. *Procedia Engineering*. Vol. 206. 2017. Pp. 1709–1715.
2. Ramanenka D., Stjernberg J., Jonsén P. FEM investigation of global mechanisms affecting brick lining stability in a rotary kiln in cold state. *Engineering Failure Analysis*. 2016. Vol. 59. Pp. 554–569.

3. Хуртасенко, А.В. Технология восстановительной обработки крупногабаритных деталей с использованием методов активного контроля: Дисс. канд. техн. наук /А.В. Хуртасенко; БГТУ им. В.Г.Шухова – Белгород, 2007. – 170с.

4. Хуртасенко А.В., Шрубченко И.В., Тимофеев С.П. Методика определения формы наружной поверхности качения опор технологических// Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. 2015. № 3. С.85–89.

5. Патент № 97954 Российская Федерация, МПК В23В 5/00 (2006.01). Станок для обработки бандажей: № 2010119624/02: заявл. 17.05.2010: опубл. 27.09.2010 / Мурыгина Л.В., Шрубченко И.В., Архипова Н.А.; заявитель Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 14 с.

6. Патент № 162422 Российская Федерация, МПК В24В 5/22 (2006.01), В24В 21/02 (2006.01). Станок для обработки бандажей: № 2015130983/02: заявл. 24.07.2015: опубл. 10.06.2016 / Шрубченко И.В., Хуртасенко А.В., Мурыгина Л.В., Гончаров М.С.; заявитель Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 7 с.

7. Патент № 212549 Российская Федерация, МПК В24В 5/22 (2006.01). Станок для обработки цилиндрических поверхностей бандажей промышленных установок в процессе их технологического вращения: № 2021138468: заявл. 23.12.2021: опубл. 28.07.2022 / Гаврилов Д.В., Хуртасенко А.В., Воронкова М.Н., Шрубченко И.В.; заявитель Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова. – 7 с.

УДК 691.32/34

Газиев Х.Х., Богачев Е.П., Ануфриев А.Ю.

Научный руководитель: Бражник Ю. В., канд. техн. наук., доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

СМЕСИТЕЛИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ

Выполнение большого объема научных исследований и использование их результатов позволило в короткие сроки организовать производство широкого спектра составов сухих строительных смесей (ССС).

Основной операцией в процессе приготовления смесей является смешение, а оборудование – смеситель.

Абсолютное большинство заводов сухих строительных смесей оснащено однотипными смесителями, объем которых служит наиболее достоверной характеристикой мощности завода [1].

При расчете часовой производительности приняты следующие условия:

– средняя продолжительность одного цикла – 5 мин, насыпная плотность смеси 1.4 т/м², степень заполнения смесителя 70%, режим работы – 250 дней/год, работа в 1 смену по 7 часов.

На зарубежных заводах сухих строительных смесей чаще всего используются смесители объемом 2 м³ или 3 м³.

Завод оснащенный смесителем объемом 1.2 м³ или 0.65 м³ относится к категории «мини». Его годовой объем производства составляет соответственно 25000 т/год и 14000 т/год.

За рубежом мини заводы находят ограниченное применение, т.к. соотношение инвестиции/объем производства невыгодно.

На больших заводах сухих смесей смесители объемом 1.2 м³ используется во вспомогательных технологических линиях, предназначенных, например, для окрашивания сухих смесей.

В России смесители объемом 0,65 м³ и 1.2 м³ в начальный период развития производства сухих смесей были востребованы. Однако при производстве сухих смесей в количестве 3 – 6 т/мес. безусловно потребуется более производительных смесителей.

Смеситель объемом 0.3 м³ применяется в опытных установках на малых производствах.

В настоящее время применяются, в основном, горизонтальные центрифужные смесители.

Смесители по интенсивности классифицируются с помощью безразмерного критерия Фруда [2]:

$$F_r = R \cdot \omega^2 / g, \quad (1)$$

где R – минимальный радиус рабочего органа,

ω – угловая скорость вращения,

g – ускорение свободного падения.

Критерий Фруда характеризует соотношение центробежной силы и силы тяжести, действующих на частицы продукта в процессе перешивания и позволяет сравнивать между собой смесители различных типов и конструкций.

При смешивании компонентов в лопастном смесителе с горизонтальным валом различают три различных режима.

При $F_r < 1$ перемешиваемые компоненты лежат на дне, а лопасти выталкивают частицы на поверхность.

При этом продукт поднимается в направлении вращения и образует некоторый угол откоса. При сухом смешивании такой режим используют, когда требуется исключить механическое разрушение «нежных» продуктов. Для него характерны значительные затраты времени на смешивание и наличие мертвой зоны – зазора между лопастями и днищем, где перемешивание не происходит.

В интервале $1 < F_r < 3$ частицы выбрасываются в свободное пространство, продукт находится во взвешенном состоянии. Такой режим характеризуется низкими энергозатратами и средними значениями времени смешивания.

При $3 < F_r < 9$ образуется более или менее плотное кольцо продукта у стенок корпуса. Затраты времени на смешение при этом наименьшие. Такой режим смешивания называют центрифужным и используют при изготовлении сухих строительных смесей.

Существуют также смесители, работающие при значениях $F_r > 10$, например, смеситель с вертикальным валом. Они обеспечивают хорошее качество смешивания, но на современных заводах сухих смесей не находят применения, поскольку имеют более сложную конструкцию и не обеспечивают выгрузки продукта без остатка.

Распространение в смеси малых добавок, вводимых в количествах менее 1%, является наиболее трудной задачей [3].

Качество модифицированных смесей определяется именно распространением малых добавок. Отклонение содержания химической добавки всего на 0.1% может сказываться на эксплуатационных свойствах готового продукта больше, чем отклонение соотношения, вяжущего и заполнителя в пределах нескольких процентов.

Для изготовления смесей с добавками применением смесителей из группы $F_r < 1$ недопустимо, поскольку содержание добавки в мертвой зоне всегда отличается от средней величины независимо от времени смешивания. Примером распространенной ошибки является использование тарельчатых бетоносмесителей, где мертвая зона особенно велика.

Непригодны также горизонтальные смесители с ленточными лопастями, у которых низкая скорость вращения компенсируется развитой поверхностью рабочих органов, что обеспечивает смешение за относительно небольшие интервалы времени, но не решает проблемы мертвой зоны.

Потребляемая мощность определяется величиной внутреннего трения между частицами. Сначала по мере увеличения скорости

происходит насыщения продукта воздухом, и трение снижается. Переход в центрифужный режим сопровождается уплотнением продукта и увеличением внутреннего трения.

С точки зрения удельных энергозатрат наилучшим является режим $F_r < 1$. В центрифужном режиме потребляемая мощность возрастает (требуется более мощный электропривод), но время смешивания при этом уменьшается и удельное энергопотребление на тонну смеси изменяется незначительно.

Возможность разгрузки без остатков, легкость очистки и простота конструкции – главные достоинства одновальных горизонтальных смесителей, широко используемые при производстве сухих строительных смесей [4,5].

Таким образом существующие в настоящее время смесители для получения ССС сложны по конструкции и не всегда обеспечивают высокого качества смешения. Поэтому основным направлением в совершенствовании смесителей для производства ССС является разработка такой конструкции, которая ($F_r > 10$) позволит равномерно распределять компоненты смеси по всему объему, а также использовать воздух для более интенсивного воздействия на компоненты перемешиваемой смеси, что позволит, в целом, повысить качество перемешивания.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Несмеянов Н. П., Бражник Ю. В., Бражник А. А. Назначение сухих строительных смесей и контроль качества продукции // Межвузовский сборник статей «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов – Белгород: Изд-во: БГТУ. Вып. XVII – 2018. – С. 222 – 224.

2. Телешов А.В., Сапожников В.А. Производство сухих строительных смесей: критерий выбора смесителя. Строительные материалы, 2000г., №2

3. Несмеянов Н. П., Бражник Ю. В., Бражник А. А. Номенклатура и классификация сухих строительных смесей // Межвузовский сборник статей «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов – Белгород: Изд-во: БГТУ. Вып. XVII – 2018. – С. 230 – 233.

4. Несмеянов Н. П., Ермаков С. Е., Рыбалка Е. А., Климов С. С. Современные конструкции бетоносмесителей принудительного действия // Межвузовский сборник статей «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства

строительных материалов – Белгород: Изд-во БГТУ. Вып. XIX. – 2020. – С. 152 – 155.

5. Несмеянов Н. П., Ермаков С. Е., Рыбалка Е. А., Климов С. С. Анализ взаимодействия рабочих органов смесителей с различной перерабатываемой средой // Межвузовский сборник статей «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов – Белгород: Изд-во БГТУ. Вып. XIX. – 2020. – С. 156 – 161.

УДК 666.94

Газиев Х.Х., Бражник В.С., Королева Л.А.

Научный руководитель: Несмеянов Н.П., канд. техн. наук., доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИНТЕНСИФИКАЦИЯ ПРОЦЕССА ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ В МЕЛЬНИЦАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ

Одним из самых легкорезализуемых на практике способов повышения эффективности процесса измельчения материалов цементного производства является способ введения в мельницы различных интенсификаторов помола. Несмотря на широкую известность указанного способа и достаточно большой объем публикаций по этому научному направлению [1-3], данный технологический прием содержит в себе неиспользованные резервы и требует как более детального изучения аппаратурного оформления, так и глубокого анализа кинематики дробящей среды.

Целью настоящей работы явилось изучение кинематики движения мелющей среды для определения рационального способа ввода интенсификаторов помола в мельницу.

Характерной особенностью работы трубных шаровых мельниц является наличие застойных зон достаточно больших объемов. Полезный объем барабана мельницы используется на 25-30%, при этом застойные зоны составляют около 50% объема загрузки. Следовательно, объем мельницы используется только на 12-17% [4-6].

В ходе экспериментов на прозрачной модели мельницы нами установлено, что при водопадном режиме работы мелющих тел около 15% их находятся на параболических траекториях движения (рисунок 1), измельчения материала ударами; около 5% мелющих тел скатывается по поверхности (cd); 40-50% мелющих тел перемещаются

по круговым траекториям в зоне загрузки в плотном слое, не совершая при этом работы измельчения.

Наиболее эффективно процесс измельчения происходит на «пяте», т.е. в зоне (ba) падения мелющих тел. Измельчение материала происходит в зоне загрузки. Однако интенсивность движения мелющих тел в слоях и относительно футеровок в этой зоне незначительна. С увеличением интенсивности движения мелющих тел на круговой траектории (ad) значительно возрастает износ футеровок и мелющих тел, снижается угол подъема.

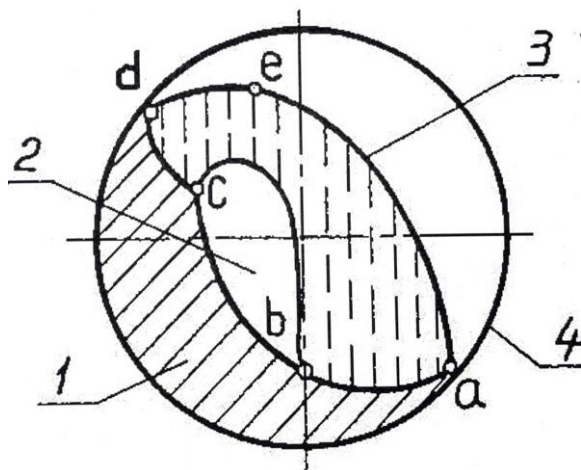


Рис. 1 Работа шаровой загрузки при водопадном режиме измельчения:
1 – зона загрузки; 2 – центральная часть загрузки; 3 – параболическая траектория движения; 4 – круговая траектория движения

При каскадном режиме работы мелющих тел (рисунок 2.2) в центральной части загрузки находится около 50-55% мелющих тел; на круговых траекториях – 35-40%; в зоне 3 – около 10-15%.

Следовательно, при подаче поверхностно-активных веществ (ПАВ) вместе с материалом низкая эффективность его действия объясняется тем, что большая часть интенсификатора помола находится в местах загрузки с невысокой интенсивностью движения, т.е. в зонах 1,2. Только 10-15% объема, используемого ПАВ, обеспечивает повышения процесса измельчения.

При подаче ПАВ распылением непосредственно в камеру мельницы большее его количество сразу же поступает в зону 3 – зону интенсивного движения загрузки. Впоследствии интенсификатор помола, перемещаясь вместе с загрузкой, более равномерно

распределяется по объему мелющих тел. При этом начинают действовать такие механизмы снижения прочности, как хемосорбция, диспергирование и др.

Все это свидетельствует о том, что не изменяя качества ПАВ необходимо осуществлять его подачу в те зоны работы загрузки, где происходит наибольший обмен энергией между мелющими телами и измельчаемым материалом с последующим равномерным распределением ПАВ по объему измельчаемого материала.

С учетом вышесказанного нами проведены всесторонние исследования влияния различных способов подачи ПАВ на эффективность процесса измельчения.

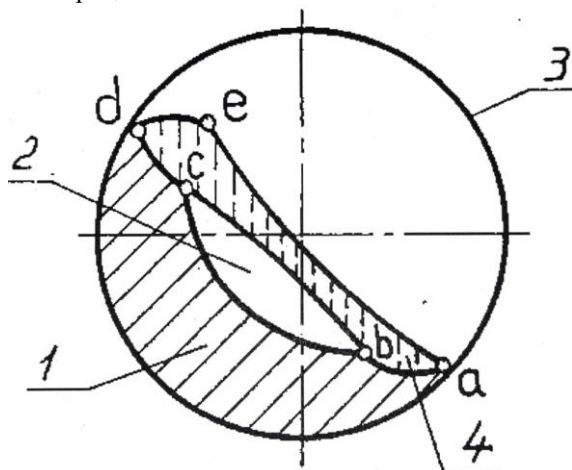


Рис. 2 Работа шаровой загрузки при каскадном режиме измельчения:
1 – зона загрузки; 2 – центральная часть загрузки (зона с невысокой интенсивностью движения); 3 – зона интенсивного движения загрузки; 4 – круговая траектория движения

На (рисунке 3) представлены кривые кинематики процесса измельчения клинкера ЗАО «Белгородский цемент» (размер фракции - 2,5; +0,63). Клинкер измельчали в шаровой барабанной мельнице размеров 0,3х0,3 м с гладкой футеровкой. Частота вращения барабана $n_r = 0,8$ кпр. Загрузка состояла из равновесного набора мелющих тел диаметром 22-24, 16 и 8-10 мм. Коэффициент загрузки $\varphi = 0,3$. Масса материала составила 14% от массы мелющих тел. В качестве ПАВ использовали 10% водный раствор ЛСТМ-1 в количестве 0,025 от массы измельчаемого материала.

В ходе экспериментов установлено, что производительность мельницы ($R_{008} = 10\%$) при помоле клинкера без ПАВ составила 8,38 кг/ч, удельный расход энергии 74 кВт ч/т. При подаче ПАВ в мельницу вместе с материалом производительность мельницы возросла до 8,88 кг/ч, а удельный расход энергии снизился до 4,16 кВт ч/т.

В том случае, если ПАВ вводится непосредственно в мельницу распылением, производительность ее возрастает на 1,15кг/ч, т.е. составляет 9,89 кг/ч, а удельный расход энергии снижается до 63,94 кВт ч/т. Следовательно, подтверждаются наши предположения о том, что интенсификатор помола необходимо подавать в места наиболее интенсивного обмена энергией.

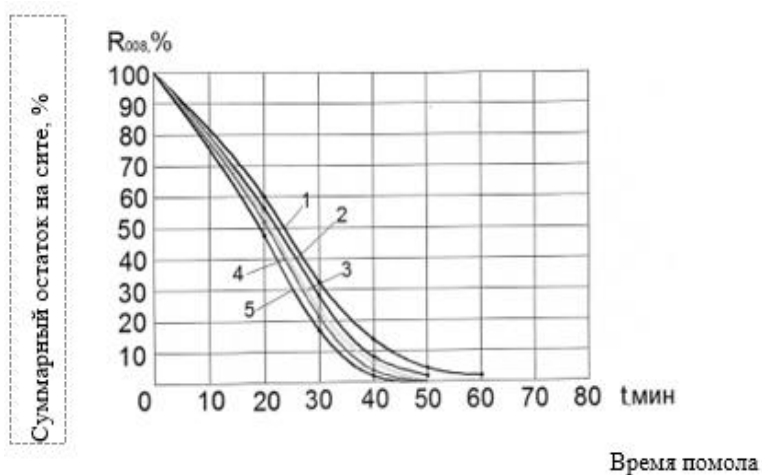


Рис. 3 Кинетика процесса измельчения при различных способах подачи ПАВ: 1 – без ПАВ, 2-5 с добавкой ПАВ: 2 – по центру; 3 – в материал; 4 – в точку отрыва шаров; 5 – на «пятю».

Во всех предыдущих случаях наблюдалось налипание измельчаемого материала на футеровку, иногда слой превышал 1 мм. В то же время известно, что слой материала толщиной около 1 мм снижает энергию удара шара на 50-75%.

При подаче ПАВ на свободную поверхность футеровки производительность мельницы возрастает на 12,1%, а удельный расход энергии снижается на 7,9%, причем частицы измельчаемого материала на внутреннюю поверхность материала не налипали. Более того, повышение эффективности процесса измельчения в данном случае и обусловлено отсутствием налипания, что обеспечивает увеличение

коэффициента трения между наружным слоем шаров и барабаном мельницы, увеличение угла подъема мелющих тел, а, следовательно, увеличение их потенциальной энергии.

Подача ПАВ непосредственно на мелющие тела в зону d_e не только предотвращает налипание частиц измельчаемого материала на мелющие тела и футеровку, но и увеличивает эффект механизма расклинивающего действия, так как ПАВ, находящееся на поверхности мелющих тел, подается непосредственно в зону измельчения в момент ударов мелющих тел по материалу. Производительность мельницы возрастает до 12,98 кг/ч, а удельный расход снижается до 47,91 кВт ч/т.

Наибольшая эффективность процесса измельчения достигается при подаче интенсификатора помола на «пяту» - зону (ba) падения мелющих тел. В этой зоне происходит наиболее интенсивный процесс обмена энергией между шарами и измельчаемым материалом, высвобождается большая внутренняя энергия измельчаемого материала, частицы находятся при максимальных динамических нагрузках, происходят структурные преобразования. Именно в этой зоне загрузки в наибольшей мере проявляется разностороннее действие ПАВ. Производительность мельницы достигает 14,38 кг/ч, а удельный расход энергии снижается до 43,2 кВт ч/т.

Согласно графикам (рис.3) при равной производительности мельницы тонкость помола материала значительно повышается, если интенсификатор помола подавать либо на рабочие органы, либо в зону падения мелющих тел. Так, например, при производительности мельницы 4 кг/ч тонкость помола клинкера без ПАВ составила R008 = 12%, с ПАВ в материал – 7%, распылением – 4%, на мелющие тела – 2%, в зону падения мелющих тел – 0,2%.

Таким образом, наибольшая эффективность процесса измельчения материалов с использованием ПАВ достигается при их подаче либо на рабочие органы шаровых барабанных мельниц, либо в зону падения мелющих тел.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Бутт Ю.М., Сычев М.И., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. – М.: Высшая школа, 1980, с 620.
2. Бутт Ю.М. Берткович Т.М. Вяжущие вещества с поверхностно-активными добавками. –М.: Промстройиздат, 1953.
3. Ребиндер П.А. и др. Понижение прочности поверхностного слоя твердых тел при адсорбции поверхностно-активных веществ. – ЖТХ, 1932, т.2 №7,8.

4. Несмеянов Н.П., Матусов М.Г., Картыгин А.В., Денисова Е.М., Лысенко М.С. Способы интенсификации энергетического воздействия мелющей загрузки в трубных шаровых мельницах // Межвузовский сборник статей «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов – Белгород: Изд-во: БГТУ. Вып. XVIII – 2019. – С. 269 – 271.

5. Несмеянов Н.П., Бражник Ю.В., Матусов М.Г., Денисова Е.М., Королева Л.А. Способы интенсификации работы трубных шаровых мельниц // Межвузовский сборник статей «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов – Белгород: Изд-во БГТУ. Вып. XIX. – 2020. – С. 167 – 172.

6. Несмеянов Н.П., Бражник Ю.В., Матусов М.Г., Королева Л.А., Денисова Е.М. Влияние физико-механических условий помола цемента на эффективность процесса измельчения в шаровых мельницах // Межвузовский сборник статей «Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов – Белгород: Изд-во БГТУ. Вып. XIX. – 2020. – С. 185 – 189.

УДК 628.1

Горбачева А.В., Шарабурак Г.Е.

Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРОМЫШЛЕННОЕ ВОДОСНАБЖЕНИЕ

Промышленность в России занимает не последнее место по значимости, наоборот, именно на промышленности держится экономика нашей страны. Поэтому при работе любому промышленному цеху необходимо правильное водоснабжение.

Промышленные системы не просты в эксплуатации, но еще сложнее в проектировании. [1]

Промышленное водоснабжение делится на несколько типов:

1. Прямоточные (рисунок 1)

Схема прямооточного водоснабжения

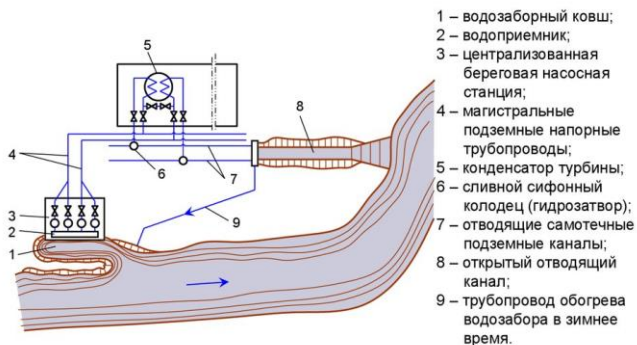


Рис. 1 Схема прямооточного водоснабжения

Данная система, подразумевает под собой прямую подачу воды к потребителю и сброс уже отработанной воды в водоем, при условии, что она чистая, если нет, то необходим процесс отчистки и после этого сброс воды в водоём. Так же, стоит заметить простоту и дешевизну данного способа водоснабжения, [2]

2. Обратные (рисунок 2)

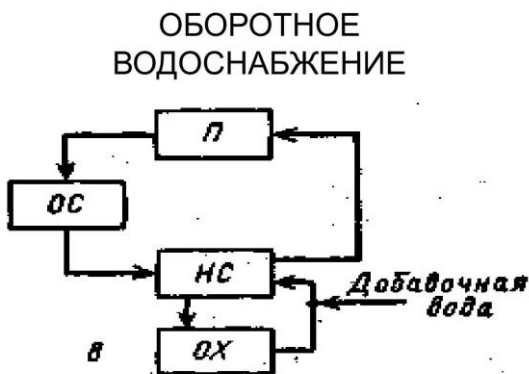


Рис. 2 Обратное водоснабжение

Данная система должна постоянно наполняться и иногда обновляться, используется для охлаждения или теплоносителя, доля данного способа растёт. Чаще всего используют на очистных сооружениях промышленности. [3]

3. Комбинированные (рисунок 3)

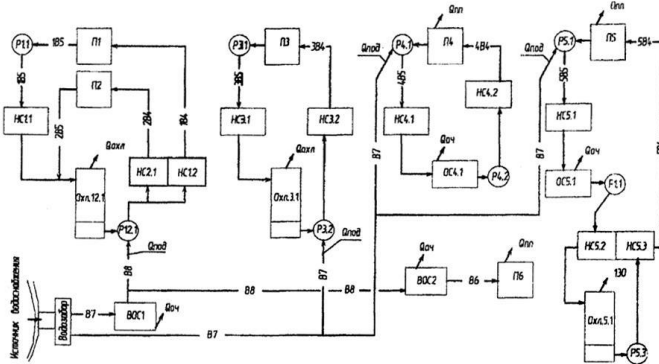


Рис. 3 Комбинированная система водоснабжения

Эти системы применяются на разного рода предприятиях, могут использовать воду различного качества и температуры, они являются чем – то средним между прямоточными и оборотными. [4]

4. Замкнутые (рисунок 4)

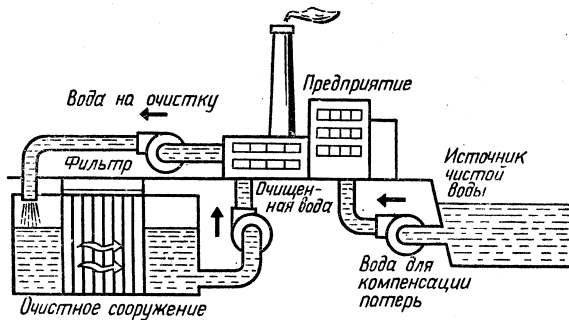


Рис. 13. Схема использования воды в замкнутом контуре

Рис. 4 Замкнутые системы водоснабжения

Эти системы используются для понижения уровня объема, подаваемый из источника. Наиболее популярна эта система на крупных промышленных объектах, с целью экономичности и экологии.

У каждой из систем есть свои плюсы и минусы, самой простой и дешевой считается прямоточная система, но она требует не посредственно близкого водоёма, для постоянной подачи и отдельного резервуара для сброса загрязненной воды. [5]

Для решения проблемы с водоёмом отлично подходит система с замкнутым контуром, вода в этой системе постоянно отчищается и подаётся на повторное использование, что гораздо удешевляет и ускоряет процесс.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. А. М. Иванов. Промышленное водоснабжение. Тула: Изд-во ТулГУ, 2019, 6-9 с.

2. Зубкова Д. С. Проблемы водоснабжения в России. РЭУ. VI научно – практическая конференция. 2008 г. 4 с.

3. Куцев Л. А., Никулин Н. Ю., Саввин Н. Ю. Проектирование системы теплоснабжения ЖКХ с применением теплонасосной установки. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021. 143 с.

4. Л. В Бартова, Н. В. Бушмакина, Е. О. Петухова Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019, 92-104 с.

5. Самойлова К. И. Проблемы водоотведения в России. КГАУ, 2019. 2 с.

УДК 628.1

Горбачева А.В, Шарабурак Г.Е.

Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ПРОБЛЕМА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В РОССИИ

Россия обладает уникальным водным запасом, который составляет 1/5 из всего мирового запаса воды, что накладывает на нас, как на её жителей, ответственность в сфере охраны и контроля качества воды. [1]

По статистике, 32% всех приемлемых вод нашей страны не соответствует всем стандартам и не проходит проверку санпина.

Актуальна эта проблема для ряда водоемов:

1. Река Ока
2. Река Волга
3. Река Вязьма

4. Река Обь

Это лишь малая часть всех известных водоёмов, подвергшихся загрязнению. Но зачастую, именно эти водоёмы загрязняются по вине человека. (рисунок 1) [4]



Рис. 1 Загрязнение реки Волга

Так же, стоит отметить подземные источники воды, всего загрязнённых подземных источников воды доходит до 6 тыс., в 40 % случаев, загрязнения носят техногенный характер, обусловленный работой промышленных предприятий, все остальные относятся к не эффективной очистке. [5]

На момент 2009 года, лишь 20,9 % деревень были подключены к системе общего водоснабжения и получали доброкачественную воду. [3]



Рис. 2 Загрязненная питьевая вода

Глядя на статистику, можно сказать, что малая часть населения имеет доступ к действительно к качественной питьевой воде, но прогресс и развитие не стоит на месте. На момент 2021 года, подключенными деревнями являются – 90% жителей нашей страны.

Данный факт смогли обеспечить благодаря качественной работе управляющих органов. (рисунок 3) [2]



Рис. 3 Статистка водоснабжения в России

Исходя из всей статистики можно сказать, что, качество питьевой воды растет по всей стране в независимости от региона и насколько удалены населённые пункты. В целом это можно назвать достижением всей страны и достижением каждого её жителя.

Если, мы заглянем на запад, то можно понять, что люди там лишены действительно чистой воды, многим приходится покупать бутилированную, что приводит к серьезным загрязнениям окружающей среды, все выше сказанное запускает цепочку проблем, благодаря которым люди не в состоянии получить конечный чистый продукт, избегая пластмассу. [1]

Но не только на западе распространена данная проблема, и в нашей стране есть такая проблема. Рассмотрим её на примере городов Белгород и Норильск.

Белгород стоит на большом меловом массиве, что способствует быстрому загрязнению трубопроводов и фильтрующих систем, поэтому администрацией было принято решение о использование систем с бутилированной водой и стационарными станциями по набору воды, из плюсов можно выделить чистоту воды и доступность для каждого жителя, а из минусов это лишние траты, деньги, которые человек тратит на воду в автомате могли пойти в другое русло, а так же главным

минусом является загрязнение окружающей среды излишками пластиковых отходов. [4]

Норильск, обратная сторона медали, этот город при СССР успешно развивался благодаря своим предприятиям, но также, благодаря ему же и пришёл в упадок, а именно «Норникель», отходы от этого производства быстро отравили большую часть водоёмов, привели воду в подземных источниках в негодность, из-за большой цены на её очистку, что привело к внедрению бутилированной воды, что ещё сильнее сказалось на состоянии окружающей среды в не лучшую сторону.

Одна проблема, разные причины, но если в Белгороде сказалась проблема грунта, то в Норильске сыграл не малую роль человеческий фактор и простая безответственность в совокупности всего это было допущено ухудшение состояния окружающей среды. [3]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самойлова К. И. Проблемы водоотведения в России. КГАУ, 2019. 2 с.

2. Дергунов Д. В, Савинова Л. Н., Антоненко Н. А. Применение озонирования в технологиях очистки подземных и поверхностных вод. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. 3-18 с.

3. Кущев Л. А., Никулин Н. Ю., Саввин Н. Ю. Проектирование системы теплоснабжения ЖКХ с применением теплонасосной установки. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. 143 с.

4. Зубкова Д. С. Проблемы водоснабжения в России. РЭУ. VI научно – практическая конференция. 2008. 4 с.

5. Бартова Л. В., Бушмакина Н. В, Петухова Е. О. Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019. 92-104 с.

УДК 628.1

Горбачева А.В., Шарабурак Г.Е.

Научный руководитель: Саввин Н. Ю., канд. техн. наук, ст. преп.

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

ПРИМЕНЕНИЕ ОЗОНА В ОЧИСТКЕ ВОДЫ

Вода, как ресурс не изменен всегда, каждое живое существо нуждается в воде, будь то маленький цветок или человек, всем

необходима вода. От её качества напрямую зависит состояние здоровья живого организма, здоровье будущих поколений. [1]

Существует несколько способов отчистки питьевой воды от физических(фильтра) до химических, сегодня мы рассмотрим менее известный способ отчистки воды, как озонирование.

Озонирование помогает отчистить воду от примесей металлов и вредных бактерий, этот способ помогает отчистить воду не только водопроводную, но и способен провести более глубокую форму отчистки воды. Процесс отчистки происходит так, при взаимодействии озона с вредными элементами или патогенами, они переходят в форму нерастворимых соединений, далее происходит отчистка воды через фильтр, что способствует на выходе получить чистую воду. (рисунок 1) [2]

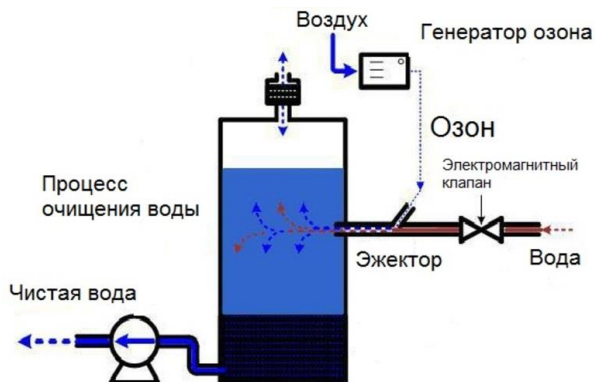


Рис. 1 Схема отчистки воды озонированием

Из всех возможных способов химической отчистки воды, озонирование самый безопасный и один из самых не дорогостоящих, отчистка происходит быстро и не требует специальной подготовки.

В быту, такую установку все чаще располагают в частных домах, но современные технологии позволили уменьшить саму систему, что позволило ставить такие установки и в квартирах, для отчистки водопроводной воды. [3]

Принцип работы довольно прост, все благодаря синтезу кислорода. А именно, при понижении температуры кислорода до 6 градусов, и под воздействием электрических разрядов, сухой кислород переходит в озон, именно он при отчистке воды выделяет газ.

Но есть как и везде свои нюансы, трубки для такой системы должны быть выполнены из стекла, любой другой материал вызывает

быстрое окисление озона, при котором дальнейшая очистка не возможна. [4]

Одновременно с реакцией перехода кислорода в озон, в соседнем резервуаре поступает вода под давлением для дальнейшего окисления, после всех манипуляций, кислород богатый озоном, поступает в резервуар с уже заранее подготовленной водой, после его распыления, вода проходит через фильтр и готова к употреблению.



Рис. 2 Промышленная система озонирования

Но, как и везде есть свои преимущества и недостатки, такие как:

Преимущества:

1. Быстрая и качественная очистка воды
2. Устраняет все виды загрязнений
3. Очищает воду от неприятного вкуса и запаха
4. Кислотность воды не изменяется
5. Убивает бактерии и вирусы
6. Возможность изменения резервуара по необходимому объему

К недостаткам относятся цена и постоянный контроль уровня озона, но при тщательном анализе плюсов и минусов, можно сказать, что плюсов гораздо больше, именно этим и руководствуются покупатели таких систем. [5]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Зубкова Д. С. Проблемы водоснабжения в России. РЭУ. VI научно – практическая конференция. 2008. 4 с.

2. Самойлова К. И. Проблемы водоотведения в России. КГАУ, 2019. 2 с.

3. Кущев Л. А., Никулин Н. Ю., Саввин Н. Ю. Проектирование системы теплоснабжения ЖКХ с применением теплонасосной установки. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. 143 с.

4. Дергунов Д. В., Савинова Л. Н., Антоненко Н. А. Применение озонирования в технологиях очистки подземных и поверхностных вод. Тула: Изд-во ТулГУ, 2017. 3-18 с.

5. Бартова Л. В., Бушмакина Н. В., Петухова Е. О. Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019. 92-104 с.

УДК 338.45

Трошкина В.Б., Юханов Д.В.

Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ДИНАМИКА СОВРЕМЕННОГО ПОЛОЖЕНИЯ ОТРАСЛИ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ В РОССИИ

На сегодняшний день в развитии экономики России особая роль отводится предприятиям промышленного сектора, одной из ведущих отраслей которого и является теплоснабжение. Обеспечивая рост национальной экономики, политическую и социальную стабильность общества нашей страны, а также уровень жизни населения в целом [1], она становится эталонным образцом для последующих преобразований в смежных отраслях и сферах экономики.

В России вышеупомянутая отрасль представлена двумя элементами: централизованным и децентрализованным теплоснабжением. Первый содержит в себе системы централизованного теплоснабжения (СЦТ), строящиеся по трехступенчатой схеме, где множество потребителей получают тепло от одного мощного источника посредством тепловых сетей.

Централизованное теплоснабжение регулируется государством, обеспечивая при этом «от 2/3 до 3/4 потребности страны в тепле» [2]. Почти 90% конечного потребления тепла в централизованных системах теплоснабжения приходится на промышленность, население и бюджетно-финансируемые организации.

Что касается децентрализованного теплоснабжения (ДТ), оно не имеет общей тепловой сети, поскольку источники соединены с

теплоприемниками в одном устройстве. Организуется этот сегмент самостоятельно потребителями тепла и не имеет прямого отражения в статистической отчетности. Основными потребителями являются частные домовладения с автономным теплоснабжением, промышленные котельные и т.п.

Потребление тепловой энергии в секторе централизованного теплоснабжения в 2020 году составило 1126 млн Гкал. Сравнимая показатели с 2019 годом, потребление тепла снизилось на 4%, что связано с влиянием пандемии на деятельность всех отраслей экономики.

Потребление тепла снижается благодаря постепенному наведению порядка в тепловом хозяйстве, увеличению числа общедомовых приборов учета, повышению теплозащищённости зданий, переходу части потребителей на децентрализованное и автономное теплоснабжение (рисунок 1).

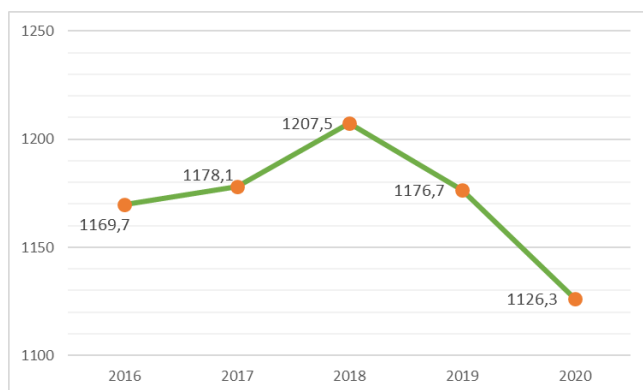


Рис. 1 Конечное потребление тепловой энергии, отпущенной в централизованных системах теплоснабжения потребителям, в 2016-2020 гг., млн Гкал.

Динамика отпуска тепловой энергии от источников тепла повторяет динамику конечного потребления с учетом потерь в тепловых сетях, и в системах централизованного теплоснабжения за последние 15 лет этот показатель снизился на 18 %. Минимальное его значение отмечено в 2020 г. – 1 221 млн Гкал (рисунок 2).

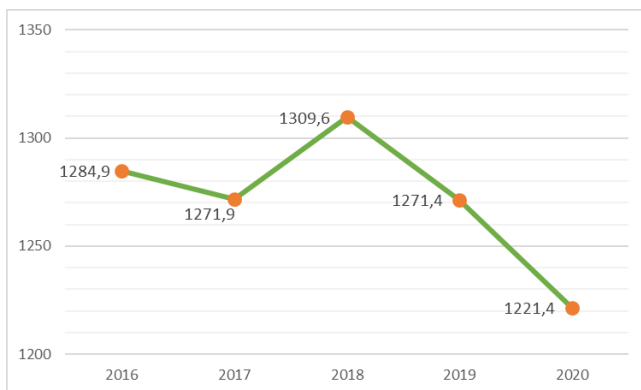


Рис. 2 Баланс тепловой энергии в централизованных системах теплоснабжения, в 2016-2020 гг., млн Гкал.

Связано это может быть, как со стремительным увеличением количества систем индивидуального теплоснабжения и котельных малой мощности [3], а также, возможно, с недостаточно удовлетворительным состоянием систем теплоснабжения, характеризующееся высоким износом основных фондов [4].

Протяженность тепловых сетей в двухтрубном исчислении в РФ постепенно снижается и составила на конец 2020 года – 167,4 тыс. км., а нуждающихся в замене сетей – износ которых составляет 100%, составляет 51,5 тыс. км в двухтрубном исчислении. Этот показатель равен 31% всех тепловых сетей в стране, более того, 23% от общей длины сетей служат свыше срока их нормальной эксплуатации и являются ветхими.

В целом по стране объем ежегодно заменяемых тепловых сетей остается практически без изменений, однако при этом протяженность трубопроводов, нуждающихся в замене, постепенно увеличивается. Отсюда можно сделать вывод о недостаточности объемов ежегодной перекладки трубопроводов и постепенном старении тепловых сетей РФ.

Помимо вышесказанного, в отрасли существует проблема потери тепловой энергии в тепловых сетях [5], определяющаяся как разность между количеством тепла поступившего в сеть и количеством тепла, отпущенного потребителю с учетом потребления тепла на собственные производственные нужды тепловой сети.

За период 2016-2020 гг. объем потерь в тепловых сетях страны по данным Росстат снизился с 114,1 млн. Гкал до 95,1 млн. Гкал. (рисунок 3).

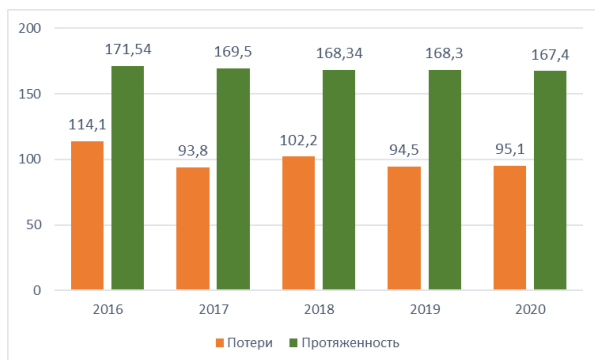


Рис. 3 Изменение объемов производства тепловой энергии и тепловых потерь в РФ в 2016-2020 гг., млн. Гкал.

При этом сокращаются потери в расчете на 1 км тепловых сетей, так как сокращение потерь происходит большим темпом чем протяженности тепловых сетей Основными факторами, влияющими на величину потерь тепловой энергии в тепловой сети, являются:

- природно-климатические условия
- способы прокладки тепловых сетей
- физическое состояние теплопроводов (состояние металла трубопроводов и тепловой изоляции)
- удаленность потребителей от источников тепла
- качество эксплуатации тепловых сетей и тепловых пунктов.

Приведенный анализ сегодняшнего состояния отрасли теплоснабжения в нашей стране свидетельствует о наличии определенных преград, оказывающих значительное воздействие на процессы ее развития. Подобным способом, наравне вместе с переустройством, реконструкцией и модернизацией материально-технической базы одним из основных направлений совершенствования развития теплоснабжающей отрасли, по мнению авторов, является работа по разработке и своевременной корректировке схем теплоснабжения с использованием современных технологий, в том числе информационных, что несомненно позволит повысить уровень качества транспортировки, баланса и распределения тепловой энергии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Цуверкалова О.Ф. Анализ современного состояния и тенденций развития отрасли теплоснабжения в РФ // Вестник Алтайской академии экономики и права. 2020. № 11-3. С. 554-559

2. Семикашев В.В. Теплоснабжение в России: текущая ситуация и проблемы инвестиционного развития // ЭКО. 2019. №9 (543). С. 23-47

3. Кожевников В. П., Кулешов М. И., Губарев А. В. Повышение эффективности систем теплоснабжения потребителей различного назначения // Вестник ВГТУ. 2009. №1. С. 86-89

4. Малахов П.И., Гуцин С.В., Семиненко А.С., Киреев В.М. Влияние подключения новых потребителей на гидравлическую устойчивость тепловых сетей // Вестник ВГТУ имени В. Г. Шухова. 2017. №8. С.82-87

5. Никулин Н.Ю., Куцев Л.А., Темников Д.О. Современные технологические аспекты развития систем теплоснабжения // Современное строительство и архитектура. 2016. №4 (04). С.29-33

УДК 644.112

Хархалёва Д.К.

*Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук, ст. преп.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ ТЕПЛОВОЙ ОТРАСЛИ И ЭНЕРГЕТИКИ

Теплопередача - учение о нестационарно протекающих процессах распространения теплоты в окружающей среде, измеряемые температурным полем.

Главной задачей теплообмена является определение температуры в пространстве и плотности теплопередачи от одной точки к другой [1].

Значение теплообмена в жизни и технике велико. Все живые организмы существуют только в определенном температурном диапазоне, который обеспечивается потоком солнечной энергии и ее преобразованием в тепло. Практически все технологические процессы связаны с выделением тепла. Наоборот, иногда необходимо нагревать элементы технического оборудования. Для снижения теплопотерь также важны системы изоляции. Правильный выбор можно сделать, используя законы теплопроводности. В некоторых случаях необходимо увеличить теплопроводность для выхода большого количества тепла. Эта проблема также может быть решена с помощью закона теплопроводности. Следовательно, для решения обсуждаемой проблемы и многих других, практикам нужно знать законы теплопроводности.

Существует три основных типа теплопередачи: проводимость, конвекция и излучение. Тепло передается либо через вещество, либо через пустоту. Говоря другими словами, если между двумя точками пространства существует разница температур, между ними всегда будет происходить теплообмен [2].

Климатические условия в Российской Федерации требуют отопления: в жилых, социальных и промышленных зданиях. Многообразие температурных систем в регионах делает нашу страну непохожей на другие государства. Например, средняя температура для самых холодных пяти дней в году колеблется от -12°C (Дагестан) до $67,8^{\circ}\text{C}$ (Якутия).

В России существует два сегмента теплоснабжения: централизованное и децентрализованное. Централизованное теплоснабжение регулируется государством, покрывая от 2/3 до 3/4 потребности страны в тепле

Что касается децентрализованного теплоснабжения, оно не учитывается либо недостаточно учитывается в отчётах. В основном сюда входят промышленные котельные и ТЭЦ, которые не подключены к тепловой сети, которые снабжают население [3].

Общая динамика изменения суммарной мощности за период с 2001 по 2019 гг. представлена на (рисунке 1). Согласно анализу, можно наблюдать, что этот период характеризуется снижением на 11,4% мощности источников теплоснабжения.

Наша страна занимает третье место в мире по добыче и потреблению энергоресурсов, обеспечивая 10% добычи и 5% потребления. Также Россия является экспортером газа и нефти номер один [4].

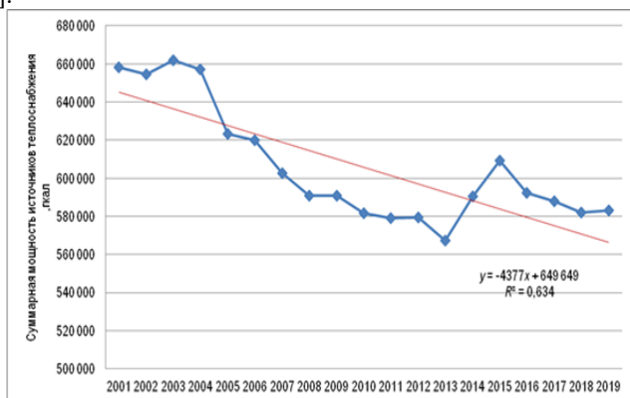


Рис. 1 Динамика суммарной мощности источников тепловой энергии РФ за 2001-2019 гг.

На сегодняшний день наша страна и мир в целом стоят на пороге ближайшей инновационной волны, связанной с энергетикой. Почти все страны на текущий момент заинтересованы в переходе на возобновляемые источники энергии.

Обнаружены тенденции российского и мирового производства энергии на 2005, 2019 и 2025 годы, анализ которых подтверждает, что Россия планирует сделать ставку на солнечную энергию в рамках альтернативной энергетики. О тенденциях развития ветроэнергетики, Россия почему-то забывает. Более подробно на диаграмме показаны показатели распределения производства энергии в России и в мире (рисунок 1 и рисунок 2) [5].

Показатели добычи энергии в РФ 2005 - 2025 гг.

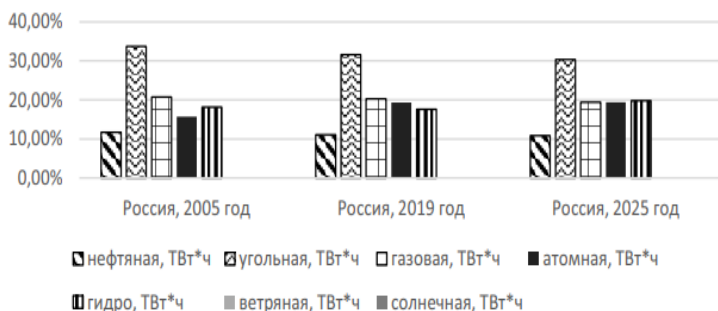


Рис. 2 Распределение добычи энергии в РФ 2005 - 2025 гг.

Показатели добычи энергии в мире 2005 - 2025 гг.

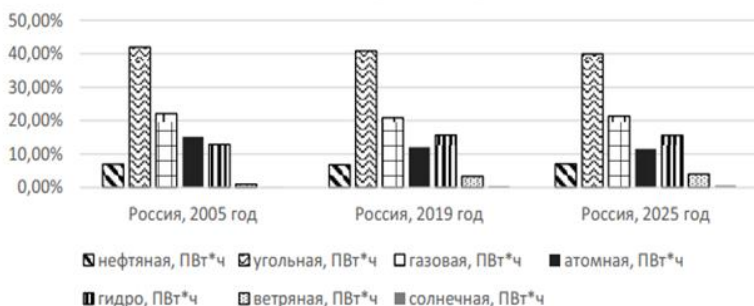


Рис. 3 Распределение добычи энергии в мире 2005 - 2025 гг.

Таким образом в 2025г., за счёт источников энергии, будет вырабатываться около 4,7% мировой энергии, а в России к 2025г. будет

наблюдаться снижение зависимости страны от запасов угля. В настоящее время в нашем государстве установлены достаточные «зеленые» стандарты и тарифы для плавного выхода из зависимости от исчерпаемых энергоресурсов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ульянов Ю.Н., Вольвак С.Ф., Основы теплотехники. М.: Изд-во Белгородский государственный аграрный университет им. В.Я. Горина, 2020. 92 с.

2. Малахов П.И., Гущин С.В., Семиненко А.С., Киреев В.М. Влияние подключения новых потребителей на гидравлическую устойчивость тепловых сетей // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2017. №8 с. 82-87.

3. Семикашев В.В., Теплоснабжение в России: текущая ситуация и проблемы инвестиционного развития // ЭКО. 2019. № 9(543). с. 23-47.

4. Макаров А.А., Веселов Ф.В., Макарова А.С., Новикова Т.В., Панкрушина Т.Г. Стратегические перспективы электроэнергетики России // Теплоэнергетика., Национальный исследовательский университет «МЭИ», Российская академия наук. 2017. №11 с. 40-52.

5. Моисеенко О.П., Казначеев А.Е. Тенденция развития возобновляемой энергетики в России / Сборник докладов XII международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых // Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2019. с. 90-93.

УДК 644.681

Хархалёва Д.К., Юхтанов Д.В.

Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

В современном мире водоснабжение и очистка сточных вод являются одними из основных инженерных систем, необходимых для эксплуатации объектов любого назначения. Они являются неотъемлемой частью жизни жилого дома. Поэтому проектирование и строительство внутренних систем водоснабжения оказывает непосредственное влияние на удобство использования здания [1].

Обеспечение людей чистой водой имеет большое значение для жизни общества, будь то большой город или маленький сельский поселок. Достаточное снабжение качественной, чистой водой может повысить общую благоустроенность населенного пункта и уровень жизни его жителей. Российская Федерация обладает самыми большими водными ресурсами в Европе и вторыми по величине в мире – 4 508,00 кубических километров. Наша страна также является одной из самых богатых стран по запасам поверхностных вод: только на озеро Байкал приходится более 20% мировых запасов пресной воды и более 80% запасов Российской Федерации.

Водопроводные сети занимают особое место в системе водоснабжения населения, независимо от количества жителей и структуры собственности ответственного лица или организации. Сети водоснабжения должны быть спроектированы и обслуживаться таким образом, чтобы потребители имели возможность получать качественную воду [2].

Системы водоснабжения – это сложные комплексы сооружений, оборудования и трубопроводов, которые забирают воду из природных источников, очищают и обрабатывают ее, а также обеспечивают ее качество при требуемом количестве воды. Кроме того, водоснабжение должно обладать определенной степенью надежности, т.е. надежно поставлять воду потребителям без ущерба для таких показателей, как количество и качество поставляемой воды.

Система водоснабжения устраивается по определенной схеме, включая способ ее наземной установки.

Проектирование системы водоснабжения начинается с планировки системы. В основном, на начальном этапе проектирования создаются две (или более) допустимые схемы водоснабжения в качестве вариантов дизайна будущей системы водоснабжения. Затем результаты сравниваются, и выбирается наиболее благоприятный вариант. На основе выбранной схемы окончательно проектируются и рассчитываются все системы водоснабжения.

Существует три основных типа схем: прямоточная схема, прямоточная с повторным использованием воды и оборотная, а также комбинированные схемы водоснабжения.

Существуют следующие схемы производственного водоснабжения:

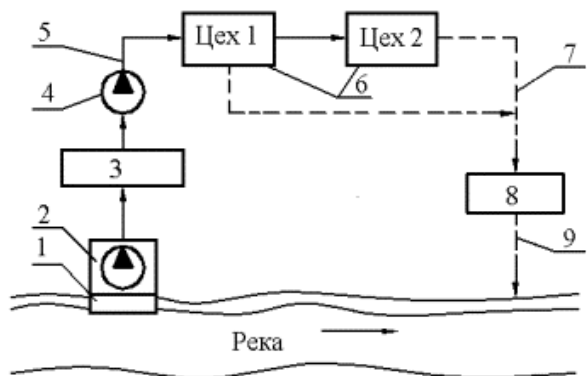


Рис. 1 Прямоточная схема СПВ

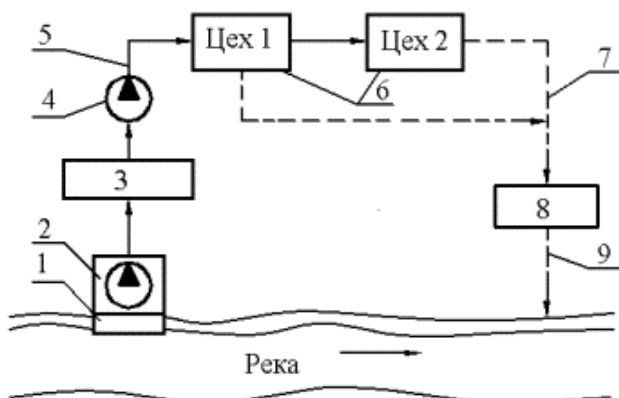


Рис. 2 Схема СПВ с повторным использованием воды

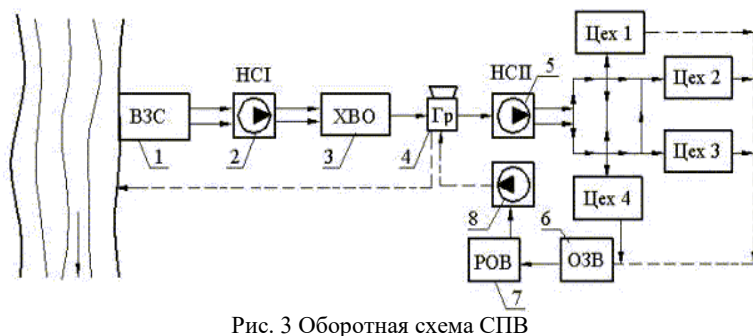


Рис. 3 Обратная схема СПВ

Некоторое количество воды теряется во время работы системы рециркуляции, например, в результате уноса из охлаждающего устройства, испарения, продувки, утечки из-за отсутствия плотности и сброса в канализацию воды, загрязненной примесями, препятствующими повторному использованию. Очищенная вода сбрасывается в водяной бак охлаждающих устройств [3].

Системы утилизации разрабатываются с учетом технических, экологических и экономических требований. Необходимость в системах рециркуляции также зависит от экологических стандартов. Системы рециркуляции могут уменьшить количество сточных вод, сбрасываемых в водоемы. Системы рециркуляции без продувочных и дренажных систем представляют большую ценность для окружающей среды [4].

С экономической точки зрения система рециркуляции водоснабжения снижает затраты на строительство водозаборного оборудования, первой насосной станции, водоводов, станций очистки природной воды.

По экономическим соображениям рекомендуется построить систему рециркуляции технического водоснабжения в соответствии с основными требованиями.

1. «чистый цикл» - для воды, которая нагревается только во время применения.
2. «грязный цикл» - для воды, которая только загрязнена.
3. «цикл смешивания» - для воды, которая нагревается и загрязняется при применении.

Монтаж сетей и оборудования осуществляется на основе подготовленных планов водоснабжения. Строительство независимой сети начинается с рытья колодца. Для водоснабжения установлены насосы и автономные водонапорные станции. Для очистки воды установлен водоочиститель. Выкапывается траншея для внешних труб водоснабжения. Засыпается дно траншеи песком, изолируются трубы и укладываются под заданным уклоном. Устанавливают неплотно, пока он не осядет, чтобы слить воду в отверстие септика, который не оседает и заводится в здание и подключается к внутренней сети. Наконец, осматривают и вносят окончательные корректировки в сеть. Подают воду и проверяют линию на наличие утечек с помощью прибора. При необходимости устраняют неисправности. Если неисправностей не обнаружено, то закрывают или уплотняют внутренние линии и засыпают внешние линии грунтом.

Основным документом, регламентирующим разработку проектных планов внутренних сетей водоснабжения, является СП

30.13330.2012 (актуализированная редакция СНиП 2.04.01-85). Настоящий стандарт устанавливает требования к инженерным системам для жилых домов, промышленных предприятий и общественных зданий. В нем также приводятся формулы для расчета потребления воды и даются рекомендации по выбору оборудования и других компонентов систем водоснабжения [5].

По нашему мнению, само проектирование-это довольно сложный процесс, в котором эксперты из разных областей рассматривают каждую деталь (используя новейшие технологии и их практическое применение). Именно поэтому гораздо проще и надежнее довериться профессионалам, а не делать это самостоятельно. Конечно, все работы должны быть выполнены без нарушения существующих СНиПов и ГОСТов, и архитекторы это учитывают.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Ульянова И.Н. Современные технологии водоснабжения / И.Н. Ульянова, А.Г. Константинова, М.В. Терентьева, Н.Г. Русинова, Т.В. Щенникова // Журнал Евразийский союз учёных, 2018 г. с. 61-63.

2. Алиев В.Р., Власенко Н.С. Роль водоснабжения и водоотведения в безопасном функционировании социальной системы / В.Р. Алиев, Н.С. Власенко // Сборник трудов Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных, аспирантов и студентов: Экология и безопасность в техносфере-современные проблемы и пути решения, 2018г. с.379-382.

3. Староверов С.В., Киреев В.М. Водоснабжение промышленных предприятий. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2012. 93 с.

4. Козлов В.Г. Анализ систем энергоэффективных систем горячего водоснабжения и отопления / Д.Г. Козлов // Международная научно-практическая конференция: Наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения, 2021г. с.472-476.

5. Клявлин М.С., Бобков О.В., Клявлиная Я.М., Талипов Р.А. Проектирование объектов водоснабжения и водоотведения на современном этапе / М.С. Клявлин, О.В. Бобков, Я.М. Клявлиная, Р.А. Талипов // XVIII Международная научно-техническая конференция «Проблемы строительного комплекса России», 2014г. с.160-161.

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

КОМПЛЕКСНАЯ ДИСПЕРГАЦИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Одним из перспективных направлений переработки твердых бытовых отходов (ТБО) является их измельчение в роторно-центробежном агрегате (РЦА) с целью их дальнейшего использования в термолизной установке.

В настоящее время известна проблема большого количества производимых человеком твердых бытовых отходов. По статистике за месяц в России образуется более 70 тонн твердых бытовых отходов (ТБО), то есть, каждый житель России производит до 500 килограммов мусора в месяц. Из всего количества получаемого мусора только 10-15% пригодны к переработке и вторичному использованию. Остальная часть отходов отправляется на измельчение с последующим захоронением на полигонах. Основная проблема захороняемых отходов это их разложение. Пищевые отходы разлагаются достаточно быстро, но их выгоднее отправлять на переработку. Полимерные отходы разлагаются продолжительное время и пагубно влияют на почву и могут просачиваться в грунтовые воды. Так же известно, что разложение мусора на полигонах сопровождается выделением горючего газа метана. Его выделение может способствовать образованию возгораний на полигоне.

В связи с этим встает вопрос об утилизации и переработке мусора. Особое внимание уделяется переработке, так как если ее не будет, то вскоре вокруг городов не останется плодородной почвы, а вместо нее появятся горы отравляющего мусора [1, с.32].

Науке давно известен процесс термического разложения веществ без доступа кислорода, иными словами термолиз. В быстро развивающихся странах набирает обороты применение данного термолиза для разложения ТБО на полезные составляющие: воду, газ, горючее вещество и технический углерод. Для успешной и непрерывной работы термолизной линии требуется предварительно измельчить сырье для загрузки в камеру термического воздействия. С данной задачей успешно справляются шредеры и роторные измельчители.

Нами был проведен анализ составляющих ТБО, результаты представлены в таблице №1. Отбор составляющих ТБО проходил при помощи сортирующего оборудования на территории ООО «ТК «Экотранс». Данное оборудование способно качественно разделить твердые бытовые отходы на: металлы, стекло, бумагу, пищевые отходы и т.д. Под термином «хвосты» следует понимать следующие материалы: различные полимеры, волокнистые отходы, пластик случайно прошедший предварительный отбор из-за своих мелких размеров и т.д.

Таблица 1 – Анализ составляющих ТБО

Название отходов	Кол-во, %
Металл	42
Пищевые отходы	2,9
Стекло	2
«Хвосты»	6,3
Бумага	37,9
Пластик	8,4
Прочие отходы	1,4

По результатам проведенных анализов было установлено, что почти 7% отходов пригодны для термолитической переработки. Данный результат показывает, что переработка таких отходов целесообразна и способна снизить потребность в захоронении отходов, что в свою очередь снижает пагубное влияние на окружающую среду.

В ходе анализа состава «хвостов» было установлено, что средняя твердость частиц колеблется в значениях от 0 до 5 единиц по шкале Мооса. Данные показатели позволяют нам применить роторно-центробежный агрегат для измельчения сырья. Производительности роторно-центробежного агрегата зависит от размеров частиц, получаемых на выходе. Для обеспечения исправной работы термолитической линии нам требуются частицы размером от 2 до 10 мм [2, с.196].

Предложенный нами роторно-центробежный агрегат имеет производительность измельчающей части $Q_{изм}=77,5$ кг/ч. Данная производительность позволяет нам в кратчайшие сроки обеспечить термолитическую линию готовым сырьем [5, с.111].

Роторно-центробежный агрегат (рисунок 1) примечателен тем, что на своем роторе он способен разместить несколько механизмов с различным воздействием на материал. Ротор способен: измельчить материал, смешать его с требуемыми составляющими и выдать сырье на дальнейшую переработку без применения дополнительного оборудования. Такой комплекс способен снизить потребность в

использовании дополнительного оборудования, что делает его универсальным и энергоемким [2, с.197].



Рис. 1 Роторно-центробежный агрегат

Данный агрегат имеет несколько камер с различным воздействием на измельчаемые материалы. Сначала материал поступает в зону загрузки, где он захватывается специальным устройством на валу ротора (рисунок 2), здесь материал подвергается разрывающему и ударному воздействию, далее он поступает в камеру измельчения, в которой совмещены несколько воздействий: сдвиговое, давящее, разрывающее и ударное. Готовый материал подается через выгружающее отверстие, зазор в котором регулирует размер частиц. После сырья выгружается при помощи специальной гребенки на дальнейшее транспортирование в загрузочную камеру термолизной линии.



Рис. 2 Ротор агрегата

Как только мы получаем готовое сырье в нужных нам объемах, оно транспортируется в загрузочную камеру термолиза. Далее готовое сырье при помощи шнекового транспортера подается в загрузочную колонну для обеспечения “пробки”, чтобы не было доступа кислорода для пагубного горения материала в камере. Термолиз имеет 2 камеры для разложения материала. Первую камеру с большим проходом для обеспечения более плотной загрузки. Вторую камеру с меньшим проходом для экономии места. В первой камере объемный материал разлагается на углерод, который занимает меньшую площадь, что позволяет нам выбрать меньший объем для разложения материала и его транспортировки. Газ отправляется в теплообменную камеру, где он конденсируется и выпадет в виде воды смешанной с горючим веществом. После фильтрации воды мы получаем техническую воду и жидкое топливо, которое можно очистить до состояния бензина или дизельного топлива.

В ходе проведенных исследований было установлено, что производительность РЦА способна обеспечить исправную работу термолизной линии. Малые размеры нашего измельчающего агрегата позволяют нам разместить его близко к термолизной линии и снизить затраты на транспортировку готового сырья. Совместная работа нашего роторно-центробежного агрегата и термолизной линии позволяют получить полезные вещества из твердых бытовых отходов и снизить потребность в захоронении их на территории полигонов, что в свою очередь благоприятно сказывается на влиянии на окружающую среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Королева А. Н. Вторая жизнь мусора. Переработка бытовых отходов/ Изд-во «Молодой ученый», 2020. № 8 (298). С. 32-34.

2. Михайличенко С.А. Роторно-центробежный диспергатор со смежными камерами классификации и гомогенизации/ Качество, безопасность, энерго- и ресурсосбережение в промышленности строительных материалов и строительстве на пороге XXI века: сб. докл. Междунар. науч.-практ. конф., Белгород: Изд-во БелГТАСМ, 2000. Ч.6. С.195-198.

3. 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.

4. 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.

5. Михайличенко С.А. Роторно-центробежный агрегат комплексного динамического воздействия на материал: Автореф. дис. канд. техн. наук. Белгород: изд-во БелГТАСМ, 2002. 24 с.

6. 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.

УДК 621.926.6

Шеметова О.М., Шеметов Е.Г., Мишенина В.
Научный руководитель: Фадин Ю.М., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ЛАБОРАТОРНАЯ УСТАНОВКА ПНЕВМОСМЕСИТЕЛЯ

Разработанная конструкция пневмосмесителя со спиральной энергоносущей трубой была разработана на основании теоретических и экспериментальных исследований. Испытания пневмосмесителя данной конструкции производились в структуре технологической линии по производству теплоизоляционных материалов [1-6]. Экспериментальный образец пневмосмесителя имеет следующие технические характеристики:

1. Давление энергоносителя, кПа.....100-200
2. Размер частиц исходного материала, мм... $\leq 1,5$
3. Производительность, кг/ч..... ≤ 20
4. Габаритные размеры камеры смешения
 - длина, м.....0,260
 - ширина, м.....0,260
 - высота, м.....0,370
5. Габаритные размеры установки
 - длина, м.....0,700
 - ширина, м.....0,500
 - высота, м.....0,910
6. Масса, кг.....10

В ходе апробации пневмосмесителя были испытаны образцы полученной готовой сухой строительной смеси, с нижеприведёнными характеристиками:

1. Прочность при сжатии в 28-ми суточном возрасте - 52 МПа,

2. Коэффициент неоднородности составил менее 5%,

3. Плотность 2225 кг/м³.

Результаты работы пневмосмесителя со спиральной энергонесущей трубкой показали эффективность промышленного внедрения, поскольку однородность готовой смеси увеличилась до ≥ 95 %. С учетом проведенных испытаний предложено использовать конструкцию пневмосмесителя на остальных технологических линиях по производству сухих смесей [7].

При разработке и проектировании оборудования для смешения, основными главными исходными данными для подбора смесителя является производительность, качество готового продукта (однородность) и мощность компрессора.

Зная производительность пневмосмесителя со спиральной энергонесущей трубкой, можно определить необходимый объем загрузки пневматического смесителя. Для этого используем следующую формулу:

$$Q_{см} = Q_{в} \cdot V \cdot t. \quad (1)$$

где $Q_{в}$ -расход воздуха, потребляемый для смешения, м³/ч;

V - объем цилиндрической камеры смесителя, м³;

t - время смешения, сек.

$$Q_{в} = 3600 \cdot F \cdot v_{воз}. \quad (2)$$

где F -сечение воздуховода, м²;

$v_{воз}$ - скорость подаваемого воздуха м/с.

$$V = \pi \cdot R^2 \cdot h. \quad (3)$$

где R – радиус цилиндрической камеры, м;

h – высота цилиндрической камеры, м.

Потребляемую мощность пневмосмесителя определяем по формуле:

$$N_{см} = P_{см} \cdot V \cdot n \quad (4)$$

где $P_{см}$ - давление в камере смешения, Па;

V - объем цилиндрической камеры смесителя, м³;

n – частота вращения вала электродвигателя компрессора, 1/с.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Шеметова О. М., Фадин Ю.М. Анализ технических средств для смешения сухих строительных смесей // Сб. статей Международная научно-техническая конференция молодых ученых. 2000. С. 3012–3015.

2. Богданов В. С. Механическое оборудование предприятий промышленности стройматериалов. учеб. пособие. Белгород: БелГТАСМ, 1996. 102 с.

3. Шеметова О. М., Фадин Ю.М. Сухие строительные смеси и смесительное оборудования для их производства // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. №12. С. 145–150.

4. Фадин Ю.М., Шеметова О.М. Применение пневматических смесителей в строительстве // Сб. статей Механизация и автоматизация строительства. 2020. С. 250–254.

5. Фадин Ю.М., Шеметова О.М. Анализ технических средств для смешения сухих строительных смесей // Сб. статей национальной конференции, посвященной 50-тилетию кафедры механического оборудования БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. С.148–151.

6. Fadin Yu.M., Shemetova O.M., Voronov V.P., Shemetov E.G. Pneumatic mixer with a spiral energy-carrying tube // Environmental and Construction Engineering: Reality and the Future. 2021. С. 333–339.

7. Пневмосмеситель для сыпучих материалов со спиральной энергонесущей трубкой: пат. 204403 U1 / Фадин Ю.М., Воронов В.П., Шеметова О.М., Шеметов Е.Г., Лазько Е.В. – Оpubл. 10.11.2020.

УДК 621.926.3

Шеметова О.М., Шеметов Е.Г., Лазько Е.В.

***Научный руководитель: Фадин Ю.М., канд. техн. наук, доц.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия***

ОБЗОР РЫНКА ТРУБНЫХ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ

Барабанные мельницы — это машины, в которых материал измельчается внутри вращающегося корпуса (барабана) под воздействием мелющих тел или самоизмельчением. Мелющими телами служат металлические шары или стержни, окатанная галька. В зависимости от вида этих тел различают шаровые, стержневые, галечные мельницы, и мельницы самоизмельчения. При вращении барабана мелющие тела увлекаются под действием центробежной силы и силы трения вместе с поверхностью стенок на определенную высоту, а затем свободно падают и измельчают материал в основном ударом и истиранием. Помимо этого, материал измельчается между мелющими телами, а также между этими телами и внутренней поверхностью мельницы [1].



Рис. 1 Шаровая барабанная мельница

К преимуществам, которыми отличаются барабанные шаровые мельницы, можно отнести следующие показатели:

– простота конструкции, что позволяет легко и без каких-либо проблем осуществлять качественную эксплуатацию, обслуживание и ремонт. К тому же, конструкция отличается универсальностью. Это правило гарантирует, при необходимости, сравнительно простую замену поврежденных элементов на аналогичные узлы, если в подобном ремонте возникает реальная потребность;

– надежность в работе и долговечность, обусловленные использованием в составе оборудования только проверенных во всех отношениях деталей. На этапе производства отмечается высокий уровень контроля качества продукции, что позволяет легко предоставлять потребителю только способные к последующей эксплуатации образцы;

– простота настройки и управления, весьма актуальное свойство, которое делает конструкцию совершенной и эффективной даже при необходимости выполнять сложные операции, работать с большим объемом расходного материала.

При этом оборудование имеет также ряд серьезных недостатков, которые не позволяют порой эффективно реализовать все возможности и функционал системы. В первую очередь отмечается слишком высокий расход металла в конструкции, что не позволит использовать систему без дополнительных затрат. Сложность изготовления также относится к существенным недостаткам, так как от нее зависит и конечная стоимость оборудования, его доступность для потенциального потребителя. Отмечаются и слишком большие габариты оборудования, что не позволит порой его рационально использовать в помещениях с ограниченным пространством [2].

Рассмотрим несколько производителей шаровых мельниц. Например, компания FLSmidth является крупнейшим поставщиком оборудования и услуг для предприятий цементной и горно-перерабатывающей промышленности во всём мире. Компания FLSmidth поставляет полный ассортимент продукции, от отдельных единиц оборудования до комплексных производственных линий цементных заводов и горно-обогатительных комбинатов, а также услуги на всех стадиях выполнения проекта (рисунок 2).

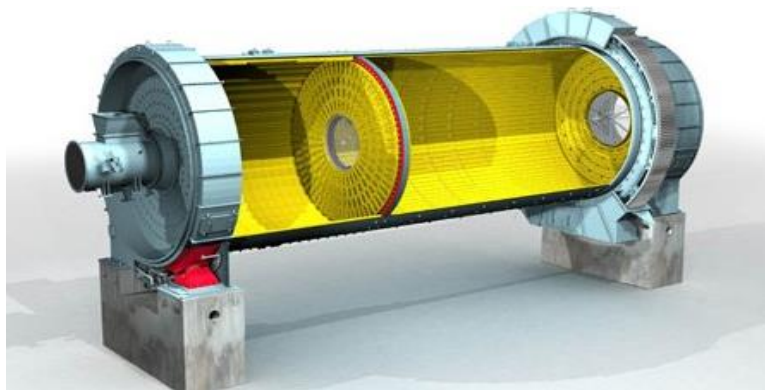


Рис. 2 Шаровая мельница компании FLSmidth

Мельницы FLSmidth (рис. 2), разработаны для помола клинкера, гипса, сухих или сырых добавок к цементам всех типов. Мельницы состоят из стандартных модулей и легко адаптируется к особым условиям, связанным с планировкой завода, приводом, типами футеровки и характеристиками конечного продукта [3].

Фирма Outotec (Финляндия) имеет более чем 100-летний опыт разработки технологий измельчения, компания Outotec является одним из крупнейших поставщиков мельниц в мире. Специализированная группа экспертов Outotec занимается испытаниями, моделированием и проектированием мельниц, подбирая оборудование, наиболее точно отвечающее индивидуальным требованиям заказчика.

Для предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых необходимы различные типы мельниц для мокрого и сухого измельчения. В настоящее время в данной отрасли для первой стадии измельчения обычно применяются мельницы самоизмельчения и полусамоизмельчения. Компания Outotec поставляет такие мельницы различных размеров и мощности для любой сферы применения (рисунок 3).



Рис. 3 Шаровая мельница компании Outotec

Компания СЕМТЕС занимается разработкой и проектированием, производством и строительством «под ключ» оборудования, технологических линий и заводов для цементной и горно-перерабатывающей отраслей промышленности и со своими технологическими решениями и продуктами занимает одну из высших позиций на мировом рынке аналогичного оборудования [4, 5].

Особым направлением компании СЕМТЕК является разработка и производство различных вращающихся мельниц (шаровых, стержневых, SAG-мельниц и т.п.) для измельчения больших объемов различных насыпных материалов, вращающихся барабанов для термической и механической обработки материалов и т.п (рисунок 4).

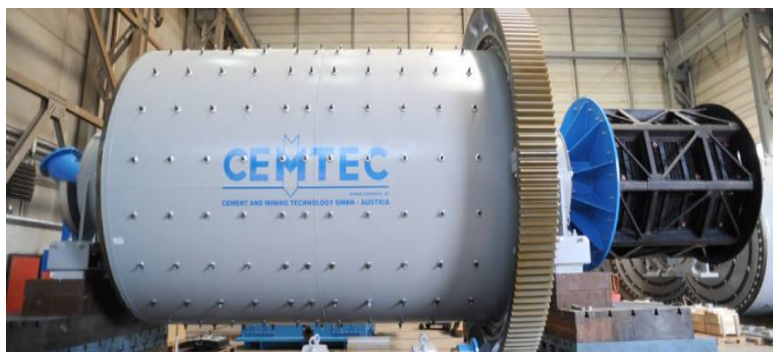


Рис. 4 Шаровая мельница компании Cemtec

Henan Zhengzhou Mining Machinery Co является специализированной организацией в государственной машиностроительной промышленности и мехатронической промышленности по производству цементных строительных материалов и промывочного оборудования.



Рис. 5 Шаровые мельницы компании Mining Machinery

Основная продукция компании: барабанные печи, шаровые мельницы (рисунок 5), подогреватели вертикального типа, охладители, дробилки, магнитные сепараторы, пылеуловители, подъемники, охладители, сушилки и другое механическое оборудование для плавки металлов, цементных материалов, извести, сепарации, огнеупорных материалов, переработки металлов. Продукция реализуется во все провинции и районы Китая, экспортируется в Россию, Корею, Вьетнам, Малайзию, Непал, Бангладеш, Мексику, Армению, Африку, Южную Америку и другие страны, и регионы. Продукция получает хорошие отзывы покупателей [6, 7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глухарев Н. Ф. Повышение производительности цементных мельниц с использованием устройства «Экофор» // Цемент и его применение, 2000. №1. С. 20 – 22.

2. Зеленков С. Ф. Шаровая мельница с энергообменными футеровочными элементами Автореф. дисс. канд. техн. наук / БТИСМ им. И.А. Гришманова. – Белгород, 1998. 21 с.

3. Каминский А. Д. Опыт эксплуатации трубных мельниц / А. Д. Каминский, А. А. Каминский // Цемент, 1982. №6. С.6 – 8.

4. Богданов В.С., Латышев С.С., Хлудеев В.И. Повышение эффективности работы трубных мельниц открытого цикла измельчения // Цемент и его применение №1. 2005. С.49-53.

5. Богданов В.С., Латышев С.С. Модернизация трубных цементных мельниц с использованием внутримельничных устройств. Журнал Мир Цемента №2. 2014. С. 67-69.

6. Романович А. А. Энергосбережение при производстве строительных изделий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №3. С. 69-71.

7. Богданов В.С., Анциферов С.И., Богданов Д.В., Сычѳв Е.А. Состояние и направления развития техники и технологии измельчения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2022. №7. С. 110–116.

УДК 621.926.3

Шеметова О.М., Шеметов Е.Г., Лазько Е.В.

Научный руководитель: Фадин Ю.М., канд. техн. наук, доц.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ТРУБНЫХ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ

При производстве цемента, извести, гипса, керамических изделий и др. исходные материалы измельчают до частиц размером менее десятых долей миллиметра. Размер исходного материала, поступающего в мельницы, составляют: не больше 50 мм; измельчается материал до величины частиц 0,07 мм [1-3].

Готовый продукт помола характеризуется тонкостью помола, или удельной поверхностью, которая составляет:

1. для сырьевых материалов 280...300 м²/кг;
2. для цементного клинкера 280...450 м²/кг и более.

Процесс помола отличается большой энергоемкостью и стоимостью. На (рис. 1) представлены схемы барабанных мельниц [4, 5].

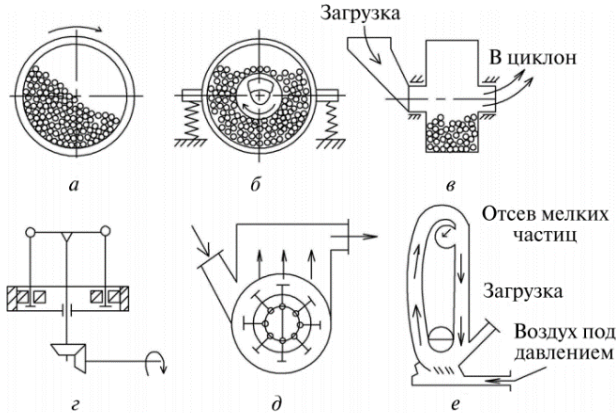


Рис. 1 Схемы мельниц: а — барабанная вращающаяся с мелющими телами; б — барабанная вибрационная; в — барабанная вращающаяся с самоизмельчением частиц и с измельчением о футеровку барабана; г — ролико-маятниковая; д — молотковая; е — струйная.

По конструктивному признаку мельницы разделяют на барабанные, среднеходовые, ударного действия, вибрационные и струйные. Наибольшее распространение получили механические мельницы [6].

В шаровых барабанных мельницах материал измельчается внутри полого вращающегося барабана, при вращении которого мелющие тела (шары, стержни) и измельчаемый материал (называемый загрузкой) сначала движутся по круговой траектории вместе с барабаном (рисунок 2), а затем падают по параболе.

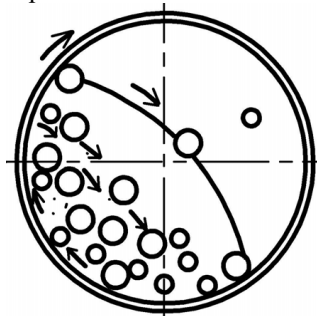


Рис. 2 Схемы мельниц движения шаров в барабанной мельнице

Часть загрузки, расположенная ближе к оси вращения, скатывается вниз. Материал измельчается в результате удара и истирания [7, 8].

Барабанные шаровые мельницы классифицируются:

– по режиму работы — периодического (рисунок 3, а) и непрерывного (рисунок 3, б—д) действия;

– по способу помола — сухой и мокрый;

– по характеру работы — работающие по открытому и замкнутому циклу;

– по форме мелющих тел — шаровые, стержневые и самоизмельчения (без мелющих тел);

– по способу разгрузки — механической, гидравлической и пневматической;

– по конструкции загрузочного и разгрузочного устройства — с загрузкой и выгрузкой через люк (рис. 3, а), с загрузкой и выгрузкой через полые цапфы (рис. 3, б, г, д, е), с периферийной разгрузкой (рисунок 3, в);

– по конструкции привода — с центральным (рис. 3, ж) и периферийным (рисунок 3, е) приводом.

В зависимости от диаметра D и длины L мельниц мельницы считаются короткими при длине $L/D < 2$, длинными и $L/D > 2$ барабанными.

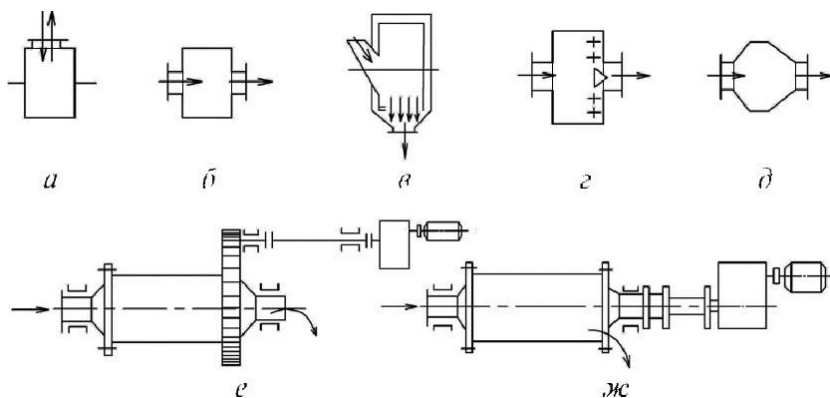


Рис. 3 Основные схемы барабанных мельниц:

а — периодического действия; б — непрерывного действия с цилиндрическим барабаном; в — с периферийной разгрузкой; г — с разгрузкой через торцовую решетку; д — с конусным барабаном; е — с периферийным приводом; ж — с центральным приводом.

Шаровые барабанные мельницы относительно просты по конструкции и просты в эксплуатации. Однако они имеют существенные недостатки: малая скорость удара мелющих тел о материал, в работе участвует только часть мелющих тел, рабочий объем барабана используется на 35...45 %, энергоемкость составляет 35...40 кВтч/т.

В промышленности строительных материалов в основном применяют мельницы непрерывного действия, сухого и мокрого помола, работающие в открытом или замкнутом цикле. Из мельниц мокрого помола материал разделяется в гидроклассификаторах на готовый продукт и крупную фракцию, которая повторно измельчается в мельнице. При такой схеме работы повышается эффективность и производительность измельчения за счет непрерывного удаления из мельницы мелкой фракции материала [6-8].

Мельницы периодического действия используются для тонкого измельчения глины и глазури при производстве тонкой керамики.

Техническая характеристика шаровых барабанных мельниц приведена в (таблице 1).

Таблица 1 – Техническая характеристика барабанных мельниц

Показатель	Мельница		
	шаровая	трубная	самоизмельчения
Диаметр барабана, м	0,9...1,5	2...4,2	5...9
Длина барабана, м	1,8...3,0	10,5...13,5	2,2...3,0
Производительность, т/ч	5,4...18	18...130	240...400
Частота вращения барабана, об/мин	25...39	16,2...18,7	12...15,5
Мощность главного двигателя, кВт	22...100	1000...3200	630...3930
Масса (без электрооборудования и мелющих тел), т	5...21	254...486	194...500
Масса мелющих тел, т	2,3...10,5	80...226	—

Шаровые барабанные мельницы размерами Φ 0,9×1,8 м и Φ 1,5×1,6 м (диаметр и длина барабана), предназначенные для измельчения материалов средней твердости, выпускаются в двух вариантах: для сухого и мокрого способов измельчения. Они отличаются друг от друга конструкцией загрузочных и разгрузочных устройств. Мельница размером Φ 1,5×5,6 м предназначена для сухого измельчения руд и строительных материалов. Трубные мельницы размерами Φ 2×10,5 м и Φ 2,6×13 м применяются для помола в открытом

цикле клинкера и сырья, требующего тонкого помола, как при сухом, так и при мокром помоле. Мельница 3,2х8,5 предназначена для мокрого измельчения мягкого сырья в открытом и закрытом цикле и для измельчения сырья с предварительной сушкой в замкнутом цикле. Трубная мельница размером \emptyset 3,2х15 м предназначена для мокрого помола сырья и помола клинкера в открытом или закрытом цикле. Мельница \emptyset 4х13,5 м предназначена для мокрого помола клинкера с добавками и сырья. Мельница \emptyset 4,2х10 м предназначена для измельчения сырья с одновременной его сушкой при работе в замкнутом цикле.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глухарев Н. Ф. Повышение производительности цементных мельниц с использованием устройства «Экофор» // Цемент и его применение, 2000. №1. С. 20 – 22.

2. Дун И. Ф. Влияние профиля футеровки барабана на процесс измельчения и износа в шаровой мельнице / И. Ф. Дун, В. А. Цукерман // Бюллетень «Обогащение руд», 1974. №3. С. 30 – 35.

3. Зеленков С. Ф. Шаровая мельница с энергообменными футеровочными элементами Автореф. дисс. канд. техн. наук / БТИСМ им. И.А. Гришманова. – Белгород, 1998. 21 с.

4. Каминский А. Д. Опыт эксплуатации трубных мельниц / А. Д. Каминский, А. А. Каминский // Цемент, 1982. №6. С.6 – 8.

5. Богданов В.С., Фадин Ю.М., Латышев С.С., Богданов Д.В., Сыроватский И.С. Синтез уравнения кинематики измельчения для шаровых мельниц с внутримельничным рециклом. Строительные материалы., 2007 № 11. С 32-35.

6. Богданов В.С., Латышев С.С., Хлудеев В.И. Повышение эффективности работы трубных мельниц открытого цикла измельчения // Цемент и его применение №1. 2005. С.49-53.

7. Богданов В.С., Латышев С.С. Модернизация трубных цементных мельниц с использованием внутримельничных устройств. Журнал Мир Цемента №2. 2014. С. 67-69.

8. Романович А. А. Энергосбережение при производстве строительных изделий // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2011. №3. С. 69-71.

9. Богданов В.С., Анциферов С.И., Богданов Д.В., Сычѳв Е.А. Состояние и направления развития техники и технологии измельчения // Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2022. №7. С. 110–116.

*Шеметова О.М., Шеметов Е.Г., Мишенина В.В.
Научный руководитель: Фадин Ю.М., канд. техн. наук, проф.
Белгородский государственный технологический университет
им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия*

ПНЕВМОСМЕСИТЕЛЬ СО ВРАЩАЮЩЕЙСЯ ЭНЕРГОНЕСУЩЕЙ СПИРАЛЬЮ

С разработкой новых технологий по использованию вторичного сырья и отходов производства появилась необходимость смешивания больших объёмов сухих сыпучих материалов, в том числе для получения усреднения химического состава материалов [1-3, 8].

Пневматические смесители сыпучих материалов применяются для смешивания сухих строительных смесей, за счет воздействия энергоносителя (в нашем случае, это воздух) на компоненты перемешивания [4-6, 7, 9-10].

Пневмосмеситель состоит из корпуса 1, выполненным в виде полого цилиндра, ось которого расположена вертикально, и закрытого сверху [11].

Внизу корпуса 1 закреплено, например, сваркой, коническое днище 2.

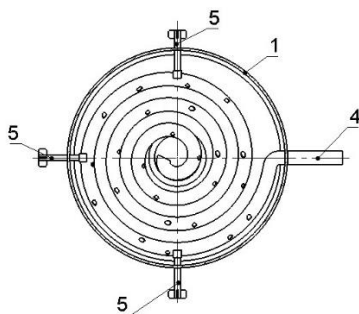


Рис. 1 Конструкция пневмосмесителя (вид сверху):
1-корпус; 4-воздуховодная трубка; 5-держатель.

К коническому днищу 2 прикреплен, например, сваркой выгрузочный патрубок 3.

Внутри пневмосмесителя, внизу корпуса 1, перпендикулярно его оси, располагается спиральная энергонесущая трубка 4 круглого сечения с отверстиями, направленными в верх под углом $\pm 30^\circ$ от

вертикальной плоскости трубки. Зафиксирована спиральная энергонесущая трубка 4 при помощи держателей 5 с трех сторон.

Наверху цилиндрической части корпуса 1, располагаются два загрузочных патрубка 6 для подачи материала. Загрузочные патрубки 6 расположены симметрично с двух сторон цилиндрического корпуса 1.

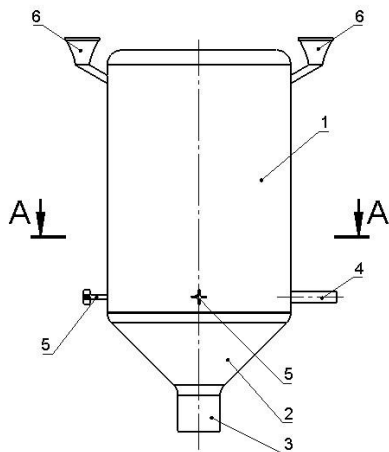


Рис. 2 Конструкция пневмосмесителя (вид спереди):
1-корпус; 2-дноще; 3-выгрузочный патрубок; 4-воздуховодная трубка;
5-держатель; 6-загрузочный патрубок.

Достоинства пневматического перемешивания:

- пневматическое перемешивание сжатым инертным газом или воздухом используют, когда перемешиваемая жидкость отличается большой химической активностью и быстро разрушает механические мешалки;

- надежность конструкции, т.к. нет движущихся механизмов;
- простота обслуживания (по сравнению с механическими мешалками);

- низкая стоимость (по сравнению с механическими мешалками);

- Недостатки пневматического перемешивания:

- процесс пневматического перемешивания является малоинтенсивным процессом, в связи с этим расход энергии при перемешивании сжатым газом или воздухом значительно больше, чем при механическом перемешивании;

- пневматическое перемешивание не применим для обработки летучих жидкостей в связи со значительными потерями перемешиваемого продукта;

- перемешивание воздухом может сопровождаться окислением или осмолением веществ;
- наличие пневматической линии (если перемешивание происходит при помощи воздуха);
- дополнительные расходы на приобретение инертного газа и на оборудование для работы с инертными газами.

Главным недостатком устройства является невозможность получения высокого качества при смешении материалов, что связано с недостаточной степенью разгона частиц в подающей трубе, вызванной падением давления по длине подающей трубы за счет сил дополнительного трения подаваемого материала о ее стенки.

Проведя патентный поиск, было выявлено 4 патента.

Патент № RU 176 581 U1 (рис. 3) заключается в том, что для снижения расхода сжатого воздуха в пневмонасосе оптимальное значение угла при вершине усеченного конуса 8 может составлять 60-80°, а сопла 7 должны быть размещены в горизонтальной плоскости относительно друг друга под углом 18-30°. Это же мы и применяем для нашего пневмосмесителя. Мы ставим наши сопла под углом 30 градусов, чтобы повысить эффективно перемешивания [12].

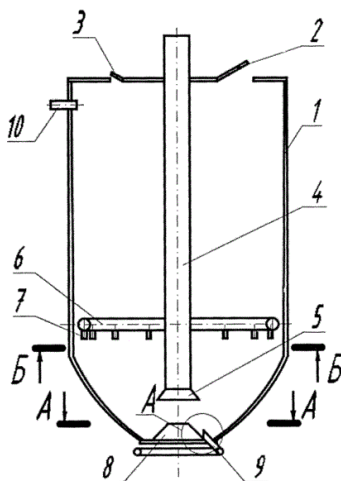


Рис. 3 Модернизация пневмокамерного насоса

Это достигается тем, что пневмокамерный насос для транспортировки сыпучих материалов содержит камеру 1 с загрузочным клапаном 2 для подачи подлежащего транспортировке

материала и клапаном выпуска воздуха 3. В нижней части камеры находится аэрационное устройство, представляющее собой воздуховод 6, выполненный в виде трубы. В нижней части воздуховода 6 закреплены сопла 7, направленные к днищу с расположенной в центре камеры вертикальной разгрузочной трубой 4, снабженной на конце конфузором 5 и закрепленным в верхней части камеры патрубком 10 для подачи сжатого воздуха выше слоя загружаемого материала. Согласно предлагаемому решению, камера имеет сферическое днище, аэрационное устройство дополнительно содержит расположенный в центре днища усеченный конус 8, на образующей поверхности которого расположены форсунки 9, направленные ко входу в разгрузочную трубу 4, а воздуховод 6 изогнут по окружности и закреплен на внутреннюю стенку камеры.

В патенте №RU 84829 U1 (рис. 4) сопла расположены под углом 60 градусов. Если угол наклонности сопел будет ниже 45° или больше 60°, то сжатый воздух будет попадать малоэффективным образом в камеру и снизится степень турбулентности, которая создается при встрече двух встречных потоков сжатого воздуха, кроме того, когда угол больше 60°, материал будет через сопла попадать во время загрузки в нижнюю часть камеры, что будет отрицательно влиять на аэрацию материала [13].

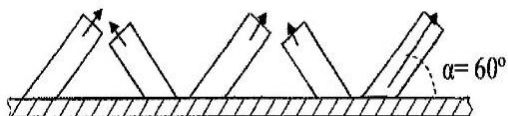


Рис. 4 Модернизация сопел пневмокамерного насоса.

В третьем патенте №RU 141694 U1 (рис. 5) сопла направлены в сторону днища, выходные концы которых относительно своей вертикальной оси имеют угол изгиба 50-70°, а относительно радиуса, проведенного через ось сопла из центра аэрационного устройства, имеют угол поворота 20-25° [14].

Сопло, пневматически связанное с источником сжатого воздуха, способствует увеличению скорости движения материала в разгрузочной трубе, позволяет регулировать подачу сжатого воздуха, что улучшает вовлечение пылевоздушной среды в сторону выгрузки.

Патрубок подачи воздуха сварен в верхнюю часть камеры и необходим для ввода дополнительного количества сжатого воздуха с целью создания над слоем материала давления, которое действует на

поверхность материала, продвигая его вниз, тем самым ускоряя разгрузку.

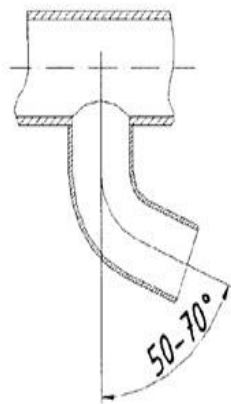


Рис. 5 Модернизация сопел пневмокамерного насоса.

Смешивание сухих смесей с помощью вращения лопастей (рис. 6) используется в мешалках [15].

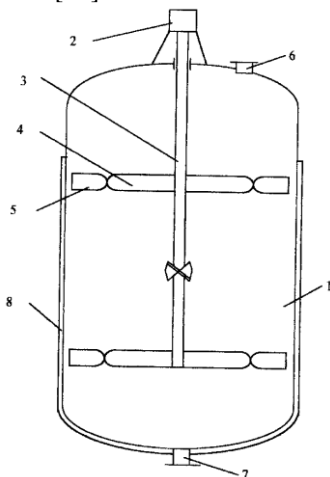


Рис. 6 Конструкция мешалки.

Для перемешивания смесей, при невысоких скоростях вращения, используют лопастные, рамные и якорные мешалки. Лопастные мешалки выгодно отличаются простотой конструкции, что обеспечивает низкую стоимость, простоту обслуживания и ремонта.

Сущность предлагаемой модернизации заключается в том, что в пневмосмеситель была добавлена спираль, на которой расположено большое количество отверстий, в которые вставляются сменные сопла. Также спираль с помощью привода вращается, что повышает эффективность перемешивания сухих смесей.

Главным недостатком модели было плохое смешивание сухих смесей. Чтобы это исправить поставили сменные сопла, которые можно подбирать по размеру и заставили нашу спираль вращаться.

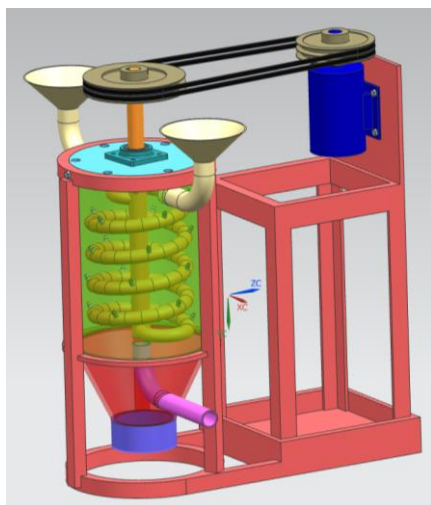


Рис. 7 Пневмосмеситель со вращающейся спиралью.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Корнеев В.И. Сухие строительные смеси М: РИФ «Стройматериалы», 2010. 320 с.
2. Дергунов С. А. Сухие строительные смеси (состав, технология, свойства): учебное пособие. Оренбург: ОГУ, 2012. 106 с.
3. Шеметова О. М., Фадин Ю.М. Анализ технических средств для смешения сухих строительных смесей // Сб. статей Международная научно-техническая конференция молодых ученых. 2000. С. 3012–3015.
4. Богданов В. С. Механическое оборудование предприятий промышленности стройматериалов. учеб. пособие. Белгород: БелГТАСМ, 1996. 102 с.
5. Шеметова О. М., Фадин Ю.М. Сухие строительные смеси и смесительное оборудования для их производства // Вестник

Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова. 2020. №12. С. 145–150.

6. Денисов Г.А. Производство и использования сухих строительных смесей // Сухие строительные смеси. 2011. С. 14-18.

7. Орехова Т.Н., Агарков А.М., Голубятников А.А. Направления конструктивно-технологического совершенствования пневмосмесителей для производства строительных материалов // Научный альманах. 2015. №3. С. 124–127.

8. Фадин Ю.М., Шеметова О.М. Применение пневматических смесителей в строительстве // Сб. статей Механизация и автоматизация строительства. 2020. С. 250–254.

9. Фадин Ю.М., Шеметова О.М. Анализ технических средств для смешения сухих строительных смесей // Сб. статей национальной конференции, посвященной 50-летию кафедры механического оборудования БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. С.148–151.

10. Fadin Yu.M., Shemetova O.M., Voronov V.P., Shemetov E.G. Pneumatic mixer with a spiral energy-carrying tube // Environmental and Construction Engineering: Reality and the Future. 2021. С. 333–339.

11. Пневмосмеситель для сыпучих материалов со спиральной энергонесущей трубкой: пат. 204403 U1 / Фадин Ю.М., Воронов В.П., Шеметова О.М., Шеметов Е.Г., Лазько Е.В. – Оpubл. 10.11.2020.

12. RU 176 581 U1 Российская Федерация, МПК В65G 53/16. Пневмокамерный насос для транспортировки сыпучих материалов / В. С. Богданов, Ю. М. Фадин, А. В. Гавриленко, Л. С. Кулаков, А. П. Гавшин; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. № 2017125572, заявл. 17.07.2017; опубл. 23.01.2018, Бюл. № 3. 3 с.

13. Пат. RU 84829 U1 Российская Федерация, МПК В65G 53/40. Пневмокамерный насос для транспортировки порошкообразных и мелкозернистых материалов/ В. А. Уваров, М. Лахна; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. № 2008150247/22, заявл. 18.12.2008; опубл. 20.07.2009, Бюл. № 20. 3 с.

14. Пат. RU 141 694 U1 Российская Федерация, МПК В65G 53/16. Пневмокамерный насос для транспортировки сыпучих материалов / В. С. Богданов, Ю. М. Фадин, А. В. Гавриленко, В. В. Шапала; заявитель и патентообладатель БГТУ им. В.Г. Шухова. № 2014102405/11, заявл. 10.06.2014; опубл. 24.01.2014, Бюл. № 16. 3 с.

15. Пат. RU 31 109 U1 Российская Федерация, МПК В01F 7/18. Лопастная мешалка / Р.И. Насибуллин; заявитель и патентообладатель ГОУВПО УГНТУ. № 2003100020/20, заявл. 04.01.2003; опубл. 20.07.2003, Бюл. № 20. 3 с.

Юханов Д.В., Трошкина В.Б.

Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук., ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ИННОВАЦИИ В ВОДОСНАБЖЕНИИ

Инновации – это естественный процесс для нашего общества, благодаря технологическому прогрессу, мы имеем то, что у нас находится дома, то, на чем мы доезжаем до работы или места отдыха.

Поэтому, инновации не смогли обойти такую отрасль как водоснабжение. Именно благодаря водоснабжению мы имеем питьевую воду в наших домах, что для удобства человека является огромным плюсом. [1]

Хотя, в нашей стране имеется ряд проблем с организацией подачи и качеством подаваемой воды.

В эти проблемы входят такие, как:

1. Из 24000 муниципальных образований, бесперебойную подачу имеют лишь 50% из них. (рисунок 1)



Рис. 1 Мощность водопроводной сети

Исходя из данных, можно сказать, что большая часть отдалённых сёл не имеют возможности пить и использовать в быту чистую воду, им приходится приобретать бутилированную, а иногда прибегнуть к природным источникам воды, которые содержат в себе не благоприятные вещества и бактерии. [2]

2. Только 71% соответствует гигиеническим прогам.

3. Износ трубопроводов в отдельных МО составляет более 60%. (рисунок 2)



Рис. 2 Износ водопроводной трубы

Глядя на износ такой водопроводной трубы, можно сказать, что, пить воду из такой трубы не следует. Но если, обратиться к статистике, то можно сказать, что в нашей стране 40% труб в таком состоянии. Компании, которые ответственны за ремонт и поддержание трубопровода в рабочем состоянии очень часто пренебрегают этим.

Хорошим примером может стать компания «КВАДРА», за халатное отношение в г. Курске их привлекали к судебным разбирательствам. [3]

4. Высокий износ водопроводных насосов – более 55%. (рисунок 3)



Рис. 3 Пример водопроводного насоса

Состояние водопроводного насоса является одним из главных факторов состояния воды, ведь в насосе могут оседать известковые и меловые осадки, микроорганизмы, все это не благоприятно сказывается на здоровье человека, при употреблении воды с такими «богатым» составом.

5. Промышленные предприятия, которые загрязняют окружающую нас среду.

Именно в совокупности всех этих факторов и улучшаются все водопроводные сети.

Главной проблемой в последние годы стала очистка сточных вод от предприятий, государство выполняет всё новые планы для этого, дабы снять нагрузку с городских очистных систем.

Даже не смотря на все эти моменты, предприятия пренебрегают состоянием окружающей нас системы, тем, что они сбрасывают загрязнённую воду в природные водные объекты, тем самым губя множество живых организмов. [4]

Самыми не добросовестными организациями являются АО «Красноярскнефтепродукт», не однократно было наложение штрафов на данную организацию, но несмотря на это, они повторяли это. (рисунок 4)



Рис. 4 Сброс сточных вод

Исходя из всего сказанного, можно подчеркнуть одну мысль.

Система водоснабжения в нашей стране требует серьёзных изменений, ведь вода один из главнейших ресурсов человечества, и нельзя позволить, что бы она загрязнялась, поставлялась людям в ужасном биологическом состоянии или вообще не поставлялась, а

также нужно применять более суровые методы наказания в сторону не добросовестных компаний и управляющих компаний. [5]

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самойлова К. И. Проблемы водоотведения в России. КГАУ, 2019

2. Зубкова Д. С. Проблемы водоснабжения в России. РЭУ. VI научно – практическая конференция. 2008 г.

3. Л. В Бартова, Н. В. Бушмакина, Е. О. Петухова Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019, 92-104 с.

4. Е. В. Орлов, А. С. Комаров, Ф. А. Мельников, А. Е. Серов Утечки в трубопроводах систем внутреннего водоснабжения. Москва: Изд-во МГСУ, 2015, 40-46 с.

5. Кушев Л. А., Никулин Н. Ю., Саввин Н. Ю. Проектирование системы теплоснабжения ЖКХ с применением теплонасосной установки. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021, 143 с.

УДК 628.1

Юхтанов Д.В., Хархалева Д.К.

Научный руководитель: Саввин Н.Ю., канд. техн. наук, ст. преп.

Белгородский государственный технологический университет

им. В.Г. Шухова, г. Белгород, Россия

ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЕ ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ В ПРОМЫШЛЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Вода – это важнейшая вещь в человеческом организме, ведь без воды человек не может жить.

В связи с этим, его качество должно быть наилучшего уровня, ведь, если человек будет пить грязную воду, это приведёт к серьезным последствиям, связанным со здоровьем.

Для этого предусмотрена система отчистки воды в промышленных масштабах. [1]

В первую очередь, стоит сказать, что существует три этапа отчистки воды:

1. Механическая – это процесс удаления примесей песка, глины, ила и водорослей. Одним из примеров могут послужить песколовки, они улавливают частица грунта и физических примесей. Чаще всего, примеси песка можно обнаружить в воде из неблагоприятной

скважины, природного источника или колодцев. Так же, к механическим загрязнениям можно отнести окалину, она вызвана плохим состоянием трубопровода. (рисунок 1) [2]

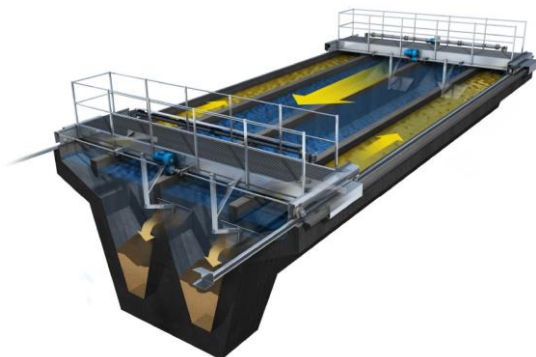


Рис. 1 Песколовка

Самым распространённым и простым методом механической очистки является, отстаивание. Они делятся на два типа: статические и динамические, статические представляют собой резервуар стандартного типа, а в динамических примеси отделяются в процессе движения воды, в горизонтальном или вертикальном направлении.

2. Химическая – состоит из добавления тех или иных реагентов в воду, дабы убрать определённые примеси, такие как, щёлочи, патогенные организмы, токсичные вещества. (рисунок 2)



Рис. 2 Система химической очистки воды

Процесс химической нейтрализации заключается в том, что подбирается баланс между кислотой и щелочной средой, данный процесс чаще применяется в промышленных масштабах, так как вода из скважин имеет нейтральную рН среду. [3]

3. Физико – химическая – состоит в том, чтобы замещать и связывать растворимых соединений. (рисунок 3)

Физико – химическая обработка предполагает удаление из воды тонкодисперсных и растворённых в воде органических соединений.



Рис. 3 Система физико – химической очистки воды

Благодаря всему этому, люди нашей большой страны имеют возможность пить воду высокого уровня очистки, не вредя своему здоровью. [4]

Хотя, несмотря на это, многие наши жители имеют проблемы с питьевой водой. Но, власти регионов прилагают все усилия для исправления сложившейся ситуации. Так, например, даже дальние деревушки нашей страны начинают подключать к общей системе водоснабжения по госпрограмме.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Самойлова К. И. Проблемы водоотведения в России. КГАУ, 2019
2. Зубкова Д. С. Проблемы водоснабжения в России. РЭУ. VI научно – практическая конференция. 2008 г.
3. Свергузова Ж. А., Ельников Д. А., Лупандина Н. С. Аспекты водообеспечения и существующие реалии.// Вестник БГТУ им. В. Г.

Шухова – 2012 - № 3. - С. 161-166

4. Куцев Л. А., Никулин Н. Ю., Саввин Н. Ю. Проектирование системы теплоснабжения ЖКХ с применением теплонасосной установки. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2021, 143 с.

5. Л. В Бартова, Н. В. Бушмакина, Е. О. Петухова Водоснабжение и водоотведение многофункциональных комплексов. Пермь: Изд-во ПНИПУ, 2019, 92-104 с.

6. Е. В. Орлов, А. С. Комаров, Ф. А. Мельников, А. Е. Серов Утечки в трубопроводах систем внутреннего водоснабжения. Москва: Изд-во МГСУ, 2015, 40-46 с.