

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ТНСМ

Конспект лекций

Составитель **А.Е. Абакумов**

Издательство
Томского политехнического университета
2015

УДК 666.1.01

О-75

О-75 Основы проектирования и оборудование заводов
ТНСМ: конспект лекций / сост. А.Е. Абакумов; Томский
политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского
политехнического университета, 2015. – 76 с.

В авторской редакции

Конспект лекций подготовлен на кафедре технологии силикатов и наноматериалов и предназначено для студентов ИнЭО, обучающихся по направлению 240100 «Химическая технология».

УДК 666.1.01

© Составление. ФГАОУВО НИ ТПУ, 2015

© Абакумов А.Е., составление, 2015

© Обложка. Издательство Томского
политехнического университета, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА И ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ СИЛИКАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ И СХЕМАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ	5
1.1. Технологическое проектирование предприятий.....	5
1.2. Общие правила оформления проектной документации	20
1.3. Сведения об основных конструктивных и архитектурных элементах здания.....	23
1.4. Разработка и оформление технологических схем	34
1.5. Расчет материального баланса предприятия.....	37
2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ	40
2.2. Основные виды дробильного оборудования	42
2.2.1. Щековые дробилки.....	42
2.2.2. Роторные дробилки	46
2.2.3. Молотковые дробилки	51
2.2.4. Конусные дробилки.....	52
2.2.5. Валковые дробилки	55
2.2.6. Бегуны.....	58
2.3. Оборудование для тонкого помола материалов	61
2.3.1. Трубные мельницы	61
2.3.2. Мельницы для мокрого самоизмельчения сырьевых материалов.....	68
2.3.3. Агрегаты для помола клинкера с добавками	70
2.4. Оборудование для классификации, дозирования и гомогенизации.....	71
2.4.1. Грохоты	71
2.4.2. Классификаторы	73
2.4.3. Электромагнитный барабан сепаратор.....	74
2.4.4. Барабанное сито-бурат (барабанный грохот).....	75
2.4.5. Воздушный сепаратор.....	75
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	79

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее учебное пособие предназначено для студентов ИнЭО, обучающихся по направлению 240100 «Химическая технология», профиль «Технология тугоплавких неметаллических и силикатных материалов». Учебные занятия по дисциплине включают лекции, практические и лабораторные занятия, проводимые во время сессии.

Выезду студентов на очную сессию предшествует самостоятельное изучение курса по литературным источникам, в том числе и данному пособию.

В данном пособии рассмотрены основные правила и порядок выполнения проектных работ принятых в отрасли тугоплавких неметаллических и силикатных материалов. Представлены сведения о промышленных зданиях и сооружениях.

Приведены указания по выполнению технологической части проекта – заключающейся в составлении технологической схемы производства, расчета материального баланса и определение номинальной производительности.

Для изучения представлены наиболее распространенные виды механического оборудования используемого на основных технологических операциях.

Для изучения курса необходимо обязательно использовать рекомендуемую учебную и специальную техническую литературу, учитывать изменения в нормативно-технической документации, отслеживать новую информацию, публикуемую в профильных периодических журналах.

Цель настоящих методических указаний – оказание помощи студентам в самостоятельном изучении дисциплины, приобретении теоретических знаний в области проектирования производств для правильного принятия проектных решений по новому строительству, а так же решению задач, связанных с реорганизацией производства, его расширением и реконструкцией.

1. ОСНОВНЫЕ ПРАВИЛА И ПОРЯДОК ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ СИЛИКАТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ. СВЕДЕНИЯ ОБ ОСНОВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТАХ И СХЕМАХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

1.1. Технологическое проектирование предприятий

Процесс – это изменение состояния объекта в пространстве и времени.

Управляемые процессы, при осуществлении которых происходит формирование готового продукта из сырьевых материалов, называются *технологическими процессами*. При осуществлении технологического процесса сырьевые материалы, прежде чем преобразоваться в конечный продукт, могут претерпеть несколько промежуточных стадий в виде полуфабриката.

Технологический процесс может быть разделен на отдельные стадии.

Отдельные стадии технологического процесса могут быть разделены на отдельные технологические операции. Описание реальных технологических процессов при проведении проектных работ может отличаться степенью абстракции.

Производственный процесс – совокупность всех основных и вспомогательных технологических процессов по промышленному производству определенных видов продукции в рамках функционирования соответствующего предприятия.

При разработке проектов нового строительства, реконструкции или технического перевооружения предприятий силикатной отрасли принимают участие различные организации, выполняющие строго определенные функции:

Научно-исследовательские организации несут ответственность:

- за технологическую часть проекта, отражающую специфику проектируемого предприятия его строительства и эксплуатацию;
- за соответствие выданных ими технических условий достижениям научно-технического прогресса в области новых технологических процессов, оборудования и материалов.

Проектные организации и их должностные лица несут ответственность:

- за экономичность, надежность, безопасность, долговечность спроектированных объектов;

- за полноту и эффективность предусмотренных в проектах мероприятий по охране здоровья работников, окружающей среды;
- за соблюдение требований нормативных документов по проектированию;
- за соответствие мощностей и других технико-экономических показателей, введенных в эксплуатацию объектов мощностям и показателям, предусмотренным заданием на проектирование;
- за решение всех связанных с проектом вопросов, возникающих в процессе строительства, приемки объектов в эксплуатацию и освоения их проектной мощности.

Строительные и монтажные организации несут ответственность:

- за выполнение строительных и монтажных работ в соответствии с проектно-строительной документацией;
- за надлежащее качество работ;
- за установленные сроки выполнения работ.

Заказчик отвечает:

- за своевременную подготовку к эксплуатации и выпуску продукции вводимых в действие объектов (укомплектование кадрами нужной квалификации, обеспечение сырьем, энергоресурсами и т.д.);
- за проведение комплексного опробования оборудования (вхолостую, на рабочих режимах);
- за наладку технологических процессов, ввод в эксплуатацию производственных мощностей в установленные сроки.

Процедуры принятия проектных решений должны соответствовать требованиям «Инструкции о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений» СНиП 11-01–95, в которой устанавливается порядок разработки, согласования, утверждения и состав проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений на территории РФ и предназначена для применения заказчиками (инвесторами), органами государственного управления и надзора предприятиями, организациями, объединениями, иными юридическими и физическими лицами (в том числе зарубежными) – участниками инвестиционного процесса.

Принятые проектные решения должны удовлетворять следующим критериям:

- обеспечение производственной программы по объему и ассортименту выпускаемой продукции;
- соответствие выпускаемой продукции нормативным требованиям к качественным показателям;

- оптимизация издержек и снижение себестоимости продукции;
- соблюдение требований по безопасности производственных процессов утвержденных законодательно.

Проектные организации при проектировании должны обеспечивать:

- реализацию достижений науки и техники, передового отечественного и зарубежного опыта с тем, чтобы проектируемое предприятие ко времени ввода его в эксплуатацию было технически передовым и обеспечивало бы выпуск конкурентоспособной продукции с научно обоснованными нормативами затрат труда, сырья, материалов, топливно-энергетических ресурсов и т.д.;

- высокую эффективность капитальных вложений;
- высокий уровень градостроительных и архитектурных решений;
- рациональное использование земель, охрану окружающей среды и природы, а также сейсмостойкость, взрыво- и пожаробезопасность объектов;

- кооперацию вспомогательных производств и хозяйственных, инженерных сооружений и коммуникаций со строящимися и действующими в составе промышленного узла предприятиями;

- рациональное использование природных и топливно-энергетических ресурсов;

- комплексное использование сырья и материалов, организацию безотходных и энергосберегающих технологий производства;

- требуемый уровень автоматизации системы управлением предприятиями (АСУПП) и технологическими процессами (АСУТП);

- использование изобретений в области технологии производства, оборудования, строительных конструкций и материалов.

Высокая эффективность капитальных вложений обычно достигается за счет:

- первоочередного наращивания мощностей путем технического перевооружения и реконструкции действующих предприятий взамен строительства новых;

- внедрения высокоэффективного оборудования, установок и агрегатов высокой мощности, расширения практики размещения оборудования на открытых площадках;

- механизации и автоматизации производственных процессов с сокращением ручного труда; повышения степени заводской готовности поставляемых стройкам оборудования, строительных конструкций и изделий.

При разработке проектной документации необходимо руководствоваться следующими основными документами:

- законодательными актами Российской Федерации и субъектов Российской Федерации, регулирующие инвестиционную деятельность по созданию и воспроизводству основных фондов;
- инструкцией о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений СНиП 11-01–95;
- нормативными документами по технологическому проектированию и строительству;
- государственными стандартами (ГОСТами), технологическими регламентами ТР, техническими условиями (ТУ);
- отраслевыми и ведомственными нормативными документами;
- каталогами типовых строительных конструкций и изделий для всех видов строительства;
- территориальными каталогами строительных конструкций;
- каталогами на все виды оборудования, агрегатов, механизмов и т.д.

Работы по созданию нового (реконструкции действующего) предприятия начинаются с определения мощности предприятия и подбора площадки для строительства, наличия сырьевой базы и регионального рынка сбыта. Следует учитывать, что предприятия по производству основных силикатных материалов относятся к категории крупнотоннажного производства.

Ответственность за организацию выбора площадки, за подготовку необходимых материалов и полноту согласований намечаемых проектных решений несет заказчик проекта. Заказчику целесообразно привлекать проектную организацию (генерального проектировщика) уже на этапе выбора площадки под строительство.

При выборе площадки для строительства, рекомендуется провести сравнительный анализ нескольких вариантов. В каждом варианте анализируются и сравниваются условия обеспечения сырьем, топливом, электроэнергией, водой, возможности кооперирования и комбинирования с другими предприятиями, обеспеченность трудовыми ресурсами, учитывается наличие внешних транспортных связей, мощность имеющихся в районе строительства профильных предприятий.

Оптимальный вариант площадки для проектируемого предприятия определяют исходя из минимума капитальных и эксплуатационных затрат на производство продукции и доставки ее потребителю, а так же близость к месторождениям сырьевой базы. Размеры выбранного участка должны быть минимальными, но кроме размещения производствен-

ных объектов должны обеспечивать возможность размещения объектов по охране и воспроизводству окружающей природной среды, по пожаро- и взрывобезопасности, кроме того размеры площадки должны отвечать требованиям СНиПов и других нормативных актов.

По поручению заказчика генеральный проектировщик с привлечением специализированных и изыскательских организаций осуществляет:

- получение у заинтересованных организаций предварительных условий на подключение проектируемого объекта к инженерным сетям и коммуникациям;
- проведение инженерных обследований и, в необходимых случаях, инженерных изысканий;
- проведение необходимых расчетов;
- технико-экономическое сравнение вариантов размещения объекта на различных отобранных для строительства площадках;
- подготовку предложений по оптимальному варианту;

По поручению заказчика проекта проектная организация направляет эти материалы и обосновывающие расчеты заинтересованным организациям.

Технические изыскания выполняются с целью обеспечения решения основных задач проектирования предприятия. Технические изыскания состоят из нескольких разделов.

В общем разделе приводится характеристика местности под намечаемое строительство, выкопировка из плана местности или города (ситуационный план) с нанесением существующих зданий и сооружений, подъездных путей, линий электропередач и других инженерных коммуникаций. Обычно масштаб ситуационного плана 1:1000 или 1:2000.

Раздел топографии содержит горизонтальную и вертикальную съемку площадки строительства с изображением на плане участка рельефа местности, зеленых насаждений, существующих зданий и сооружений инженерных коммуникаций (масштаб 1:500, горизонтали не реже 0,5 м). В разделе инженерной геологии приводится характеристика грунтов на площадке строительства, их физико-химические свойства.

На основе этих данных производят расчеты допустимых нагрузок на грунт. Приводят данные химического анализа грунтовых вод, их минимальный и максимальный уровень, что необходимо для определения глубины закладки фундаментов под здания и сооружения.

Раздел метеорологических и климатических условий содержит данные о направлении и силе преобладающих ветров, среднегодовой и среднемесячной температуре, о минимальной годовой температуре

воздуха, сведения о количестве атмосферных осадков, толщине снегового покрова.

В разделе по энергоснабжению содержатся данные по источникам электроснабжения и теплоснабжения, обоснование вида топлива.

В разделе по водоснабжению и канализации характеризуют источник обеспечения предприятия питьевой и технической водой.

С целью сокращения продолжительности цикла проектирование – строительство проектно-сметная документация на строительство предприятий при продолжительности строительства свыше двух лет целесообразно разрабатывать не в целом на предприятие, а на первую очередь.

Строительство предприятия разбивается на очереди сроком примерно по одному году. В этом случае проектирование должно начинаться с разработки основных проектных решений, необходимых для составления генерального плана объекта и расчета стоимости строительства на полное развитие с разбивкой по очередям.

Генеральный план и расчет стоимости строительства на полное развитие включается в состав проектно-сметной документации на строительство первой очереди. Проектирование последующих очередей осуществляется одновременно со строительством предыдущей очереди с тем, чтобы необходимая проектно-сметная документация была подготовлена до начала строительства следующей очереди.

В задании на проектирование может предусмотрено строительство и ввод в действие не предприятия в целом, а их очередей отдельными пусковыми комплексами. В их состав должны включаться как объекты основного производства, так и вспомогательного, а также объекты складского хозяйства, связи, инженерных коммуникаций, очистных сооружений и т.д.

Объекты, включаемые в пусковые комплексы, должны обеспечивать как выпуск продукции основного производства, так и производить полную переработку отходов производства, обеспечивать нормальные санитарно-бытовые условия для работающих, включать в себя объекты, связанные с охраной окружающей среды.

В проектах предприятий должно предусматриваться опережающее строительство и ввод в эксплуатацию жилья, объектов культурно-бытового назначения, общественного питания, здравоохранения, автомобильных и железных дорог, средств связи, сооружения, связанные с защитой окружающей среды и другие вспомогательные объекты, которые могут быть использованы в период строительства.

Проектирование объектов строительства должно осуществляться юридическими и физическими лицами, получившими в установленном порядке право (лицензию) на соответствующий вид деятельности.

Разработка проектной документации на строительство (новое строительство, расширение и техническое перевооружение) объектов осуществляется на основе утвержденных (одобренных) «Обоснований инвестиций в строительство предприятий, зданий и сооружений». Проектной документацией детализируются принятые в обоснованиях решения и уточняются основные технико-экономические показатели.

При проектировании предприятий, зданий и сооружений производственного назначения следует учитывать решения, принятые в схемах и проектах районной планировки, генеральных планах городов, поселков и сельских поселений, проектов планировки жилых, промышленных и других функциональных зон.

Неотъемлемой частью проектной документации должно быть задание на проектирование. Состав задания на проектирование устанавливается с учетом отраслевой специфики и вида строительства.

Рекомендуемый состав и содержание задания на проектирование (ЗП) для объектов производственного назначения:

1. Основание для проектирования.
2. Вид строительства (новое строительство, реконструкция, расширение, техническое перевооружение).
3. Стадийность проектирования.
4. Требования по вариантной и конкурсной разработке.
5. Особые условия строительства (сейсмичность, вечная мерзлота и т.д.).
6. Основные технико-экономические показатели объекта, в том числе мощность, производительность, производственная программа.
7. Требования к качеству конкурентоспособности и экологическим параметрам продукции.
8. Требования к технологии, режиму предприятия.
9. Требования к архитектурно-строительным, объемно-планировочным и конструктивным решениям.
10. Выделение очередей и пусковых комплексов, требования по перспективному расширению предприятия.
11. Требования и условия к разработке природоохранных мер и мероприятий.
12. Требования к режиму безопасности и гигиене труда.
13. Требования по ассимиляции производства.
14. Требования по разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций.
15. Требования по выполнению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ.
16. Состав демонстрационных материалов.

Вместе с заданием на проектирование (ЗП) заказчик выдает проектной организации следующие исходные материалы:

- обоснование инвестиций строительства данного объекта;
- решение местного органа исполнительной власти о предварительном согласовании места размещения объекта;
- акт выбора земельного участка (трассы) для строительства и прилагаемые к нему материалы;
- архитектурно-планировочное задание, составленное в установленном порядке;
- технические условия на присоединение проектируемого объекта к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям;
- сведения о проведенных с общественностью обсуждениях решений о строительстве объекта;
- исходные данные по оборудованию, в том числе индивидуально-изготовленного;
- необходимые данные по выполненным научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, связанным с созданием технологических процессов и оборудования;
- материалы инвентаризации, оценочные акты и решения органов местной администрации о сносе, характере компенсации за сносимые здания и сооружения;
- материалы, полученные от местной администрации и органов государственного надзора, в том числе и характеристика социально-экономической обстановки, природных условий и состояния природной окружающей среды, данные о существующих источниках загрязнения и другие сведения в соответствии с требованиями природоохранных органов, санитарно-эпидемиологические условия в районе строительства;
- имеющиеся материалы инженерных изысканий и обследований, чертежи существующих на участке строительства зданий и сооружений, подземных и наземных сетей и коммуникаций;
- технические характеристики продукции предприятия;
- задание на разработку тендерной документации на строительство (при необходимости);
- заключения и материалы, выполненные по результатам обследования действующих производств, конструкций зданий и сооружений;
- технологические планировки действующих цехов, участков со спецификацией оборудования и сведениями о его состоянии, данные об условиях труда на рабочих местах;

- условия на размещение временных зданий и сооружений, подъемно-транспортных машин и механизмов, мест складирования строительных материалов;

- другие материалы.

Проектирование может осуществляться в одну или две стадии, а при проектировании крупных и сложных объектов проектирование ведут в две стадии:

1. «Технико-экономическое обоснование» или «Проект».
2. «Рабочая документация».

Для объектов, строящихся по проектам массового и повторного применения (типовым проектам), а также других технически несложных объектов на основе утвержденных (одобренных) обоснований инвестиций в строительство или градостроительной документации может разрабатываться только один этап – «Рабочий проект», состоящий из утверждаемой части и рабочей документации.

Основным проектным документом на строительство объектов является, как правило, технико-экономическое обоснование (ТЭО) (проект) строительства. На основании утвержденного в установленном порядке ТЭО (проекта) строительства разрабатывается рабочая документация.

После проведения государственной экспертизы производится утверждение проектов, рабочих проектов, в установленном порядке.

Проект на строительство предприятий, зданий и сооружений производственного назначения состоит из следующих разделов:

1. Общая пояснительная записка.
2. Генеральный план и транспорт.
3. Технологические решения.
4. Организация и условия труда работников.
5. Управление производством и предприятием.
6. Архитектурно-строительные решения.
7. Инженерное оборудование, сети и системы.
8. Организация строительства.
9. Охрана окружающей среды.
10. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций.
11. Сметная документация.
12. Эффективность инвестиций.
13. Жилищно-гражданское строительство (при необходимости создания проектов жилищно-гражданского назначения для нужд предприятия).

Рекомендуется следующий состав и содержание разделов проекта.

Общая пояснительная записка

1. Основание для разработки проекта, исходные данные для проектирования, краткая характеристика предприятия и входящих в его состав производств, данные о проектной мощности и номенклатуре, качестве, конкурентоспособности, техническом уровне продукции, сырьевой базе, потребности в топливе, воде, тепловой и электрической энергии, комплексном использовании сырья, отходов производства, вторичных энергоресурсов; сведения о социально-экологических условиях района строительства.

2. Основные показатели по генеральному плану, инженерным сетям и коммуникациям, мероприятия по инженерной защите территории.

3. Общие сведения, характеризующие условия и охрану труда работающих, санитарно-эпидемиологические мероприятия, основные решения, обеспечивающие безопасность труда и условия жизнедеятельности.

4. Сведения об использованных в проекте изобретениях.

5. Техничко-экономические показатели, полученные в результате разработки проекта, их сопоставление с показателями утвержденного (одобренного) обоснования инвестиций в строительство объекта и установленные заданием на проектирование, выводы и предложения по реализации проекта.

6. Сведения о проведенных согласованиях проектных решений; подтверждение соответствия разработанной проектной документации государственным нормам, правилам, стандартам, исходным данным, а также техническим условиям и требованиям, выданным органами государственного надзора (контроля) и заинтересованными организациями при согласовании места размещения объекта.

Оформленные в установленном порядке согласования об отступлениях от действующих нормативных документов.

Генеральный план и транспорт

1. Краткая характеристика района и площадки строительства; решения и показатели по генеральному плану (с учетом зонирования территории), внутриплощадочному и внешнему транспорту, выбор вида транспорта, основные планировочные решения, мероприятия по благоустройству территории; решения по расположению инженерных сетей и коммуникаций; организация охраны предприятия. Основные чертежи:

- ситуационный план размещения предприятия, здания, сооружения с указанием на нем существующих и проектируемых внешних коммуникаций, инженерных сетей и селитебных территорий, граница санитарно-защитной зоны, особо охраняемых территорий. Для линейных со-

оружений приводится план трассы (внеплощадочных и внутриплощадочных), а при необходимости – продольный профиль трассы;

- картограмма земляных масс;
- генеральный план, на который наносятся существующие и проектируемые (реконструируемые), подлежащие сносу здания и сооружения, объекты охраны окружающей среды и благоустройства, озеленения территории и принципиальные решения по расположению внутриплощадочных инженерных сетей и транспортных коммуникаций, планировочные отметки территории, выделяются объекты, сети и транспортные коммуникации, входящие в пусковые комплексы.

Технологические решения

1. Данные о производственной программе; краткая характеристика и обоснование решений по технологии производства, данные о трудоемкости изготовления продукции, о механизации и автоматизации технологических процессов, в том числе импортного; решения по применению малоотходных и безотходных технологических процессов и производств, повторному использованию теплоты и улавливанию химических реагентов; число рабочих мест и их оснащенность; характеристика межцеховых и цеховых коммуникаций.

2. Предложения по организации контроля качества продукции.

3. Решения по организации ремонтного хозяйства.

4. Данные о количестве и составе вредных выбросов в атмосферу и сбросов в водные источники (по отдельным цехам, производствам, сооружениям).

5. Технические решения по предотвращению (сокращению) выбросов и сбросов вредных веществ в окружающую среду; оценка возможности возникновения аварийных ситуаций и решения по их предотвращению.

6. Вид, состав и объем отходов производства, подлежащих утилизации и захоронению.

7. Топливо-энергетический и материальный балансы технологических процессов.

8. Потребность в основных видах ресурсов для технологических нужд.

Основные чертежи:

- принципиальные схемы технологических процессов;
- технологические планировки по корпусам (цехам) с указанием размещения оборудования и транспортных средств;
- схемы грузопотоков.

Управление производством, предприятием и организация условий и охраны труда рабочих и служащих.

В этом разделе рассматриваются:

1. Организационная структура управления предприятием и отдельными производствами, автоматизированная система управления и его информационное, функциональное, организационное и техническое обеспечение; автоматизация и механизация труда работников управления; результаты расчетов численного и профессионально-квалификационного состава работающих; число и оснащенность рабочих мест.

2. Санитарно-гигиенические условия труда работающих.

3. Мероприятия по охране труда и технике безопасности, в том числе решения по снижению производственных шумов и вибраций; загазованности помещений, избытка теплоты, повышение комфортности и условий труда и т.д.

Архитектурно-строительные решения

1. Сведения об инженерно-геологических, гидрогеологических условиях площадки строительства. Краткое описание и обоснование архитектурно-строительных решений по основным зданиям и сооружениям; обоснование принципиальных решений по снижению производственных шумов и вибраций, бытовому, санитарному обслуживанию работающих.

2. Мероприятия по электро-, взрыво- и пожаробезопасности; защите строительных конструкций, сетей и сооружений от коррозии.

Основные чертежи:

- планы;
- разрезы и фасады основных зданий и сооружений со схематическим изображением основных несущих и ограждающих конструкций.

Инженерное оборудование, сети и системы

1. Решения по водоснабжению, канализации, теплоснабжению, газоснабжению, электроснабжению, отоплению, вентиляции и кондиционированию воздуха.

2. Инженерное оборудование зданий и сооружений, в том числе: электрооборудование, электроосвещение, связь и сигнализация, радиофикация и телевидение, противопожарные устройства и молниезащита и др.

3. Диспетчеризация и автоматизация управления инженерными системами.

Основные чертежи:

- принципиальные схемы теплоснабжения, электроснабжения, газоснабжения, водоснабжения и канализации и др.
- планы и профили инженерных сетей;
- чертежи основных сооружений;
- планы и схемы внутрицеховых отопительно-вентиляционных устройств, электроснабжения и электрооборудования, радиофикации и сигнализации, автоматизации управления инженерными системами и др.

Организация строительства

Настоящий раздел разрабатывается в соответствии со СНиП «Организация строительного производства» и с учетом условий и требований, изложенных в договоре на выполнение проектных работ и имеющих данные о рынке строительных услуг.

Охрана окружающей среды

Данный раздел выполняется в трех направлениях:

1. Охрана атмосферного воздуха от загрязнения.
2. Охрана водоемов от загрязнения сточными водами.
3. Восстановление (рекультивация) земельного участка, использование природного слоя почвы, охрана недр и животного мира.

Настоящий раздел выполняется в соответствии с нормативными актами, регулирующими природоохранную деятельность.

Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны

Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций Настоящий раздел выполняется в соответствии с нормами и правилами в области гражданской обороны, защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера.

Сметная документация

Для определения сметной стоимости предприятий, зданий и сооружений (или их очередей) составляется сметная документация в соответствии с положениями и формами, приводимыми в нормативно-методических документах.

Рабочая документация выполняется на основе утвержденного в установленном порядке проекта и предназначена для организации и проведения непосредственно строительных и монтажных работ. В состав рабочей документации входят:

1. Рабочие чертежи, разработанные в соответствии с системой ГОСТов «Система проектной документации строительства» (СПДС).

2. Сметная документация по определению стоимости всех видов работ.

3. Ведомости объемов строительных работ.

4. Ведомости и сводные ведомости потребности в материалах.

5. Сборники спецификаций оборудования.

6. Опросные листы и габаритные чертежи оборудования.

7. Исходные требования к разработке конструкторской документации на оборудование индивидуального изготовления (включая нетиповое и нестандартное), по которым они будут разработаны и изготовлены.

В состав рабочих чертежей входят:

1. Технологические схемы производств.

2. Схемы разводки трубопроводов.

3. Планы и разрезы помещений с нанесенным оборудованием.

4. Общемонтажные и установочные чертежи оборудования.

5. Спецификации технологического и приводного оборудования, металлоконструкций, производственного инвентаря, труб и арматуры.

6. Чертежи систем пневматического транспорта (при наличии в проекте).

7. Чертежи опорных металлических конструкций и площадок для обслуживания оборудования.

8. Ведомости теплоизоляции оборудования и трубопроводов.

В комплект рабочей документации входит текстовая часть – пояснительная записка, которая называется «Общие данные» и включает в себя:

1. Указания об утверждении и согласовании проекта.

2. Режим работы предприятия с указанием количества рабочих дней в году, количества смен в сутки, продолжительности смены.

3. Производственная мощность предприятия и ассортимент продукции.

4. Расход сырья на программу.

5. Краткое описание производства с указанием основных линий и оборудования.

6. Перечень зданий и сооружений и технологическая взаимосвязь между ними.

7. Ведомость чертежей.

Для ускорения проектирования и строительства, повышения качества проектной документации, а также снижения издержек на проектные работы может использоваться типизация проектных решений, т.е.

многократное использование однажды разработанной и утвержденной проектной документации или отдельных ее частей.

Существует различная степень типизации проектных решений.

Если разрабатывается проектная документация на строительство только одного объекта и дальнейшее ее использование не предполагается, то такой проект называют индивидуальным.

Если разрабатывается и утверждается проектная документация на большое количество объектов со стабильной технологией примерно одинаковой мощности, то целесообразно разработать и утвердить подробную документацию, которая в дальнейшем будет использована на различных площадках строительства. В этом случае проектная документация разрабатывается без учета применения ее на какой-либо конкретной площадке. Такой проект называется типовым.

При разработке проектной документации на строительство предприятий с частично меняющейся технологией производства можно применять унифицированные объемно-планировочные и конструктивные решения зданий и сооружений предприятия, позволяющие без значительных дополнительных затрат приспособить их к новой технологии.

При возведении ряда одинаковых объектов отраслевого назначения на строительство первого объекта разрабатывается проект в соответствии с требованиями, предъявляемыми к типовым проектам, а затем этот индивидуальный проект используется для строительства других аналогичных объектов. В этом случае проект называют повторно применяемым экономичным индивидуальным проектам.

Разработкой типовых проектов занимаются ведущие проектные институты, как обладающие наиболее квалифицированными кадрами в силикатной отрасли.

На каждый типовой проект проектная организация составляет паспорт проекта по определенной форме, в котором приводятся все основные данные проекта, необходимые для решения вопроса о возможности его применения.

При использовании типового проекта необходимо увязывать отдельные вопросы с местными условиями, которые в разных районах строительства могут быть разными. Поэтому типовые проекты требуют привязки к местным условиям. В типовых проектах не разрабатываются внеплощадочные инженерные сети, подъездные авто- и железнодорожные пути и т.д. Эти вопросы решают во время привязки типового проекта к конкретной площадке строительства.

Привязка типового проекта включает в себя:

1. Составление генплана строительства с вертикальной планировкой и определением абсолютных отметок первого этажа зданий.

2. Разработку фундаментов зданий, сооружений, технологического оборудования, обусловленных гидрогеологическими условиями площадки строительства.

3. Уточнение наружных стен, а также решений по отоплению и вентиляции в зависимости от климатических условий района строительства.

4. Корректировку конструкций покрытия в зависимости от снеговых и ветровых нагрузок.

5. Разработку внеплощадочных инженерных сетей.

6. Составление схем грузопотоков.

7. Расчет сметной стоимости в соответствии с решениями, принятыми в процессе привязки к местным условиям и ценам.

Графической частью проектной документации являются чертежи; различного рода спецификации; габаритные чертежи оборудования; ведомости, необходимые для возведения зданий строящегося предприятия, размещения в нем оборудования, обвязки оборудования, обеспечения управления оборудованием.

1.2. Общие правила оформления проектной документации

Строительные чертежи выполняются по тем же правилам, что и машиностроительные, однако имеются ряд отличий, например, применяются другие масштабы, иначе наносятся размеры, иная последовательность выполнения чертежей и др.

При выполнении чертежей необходимо руководствоваться строительными нормами и правилами (СНиПами) и системой проектной документации для строительства (СПДС). В отдельных частных случаях используют единую систему конструкторской документации (ЕСКД).

Строительные чертежи выполняются на стандартных листах чертежной бумаги по ГОСТ 2.301–68. Если размер листа несколько больше размера стандартного формата чертежа, то его обводят сплошной тонкой линией (толщиной примерно 0,2 мм). Рамку листа (с учетом полей: слева – 20 мм; сверху, снизу и справа – 5 мм) обводят сплошной толстой линией (толщиной примерно 0,8 мм). В правом нижнем углу чертежа делается основная надпись в соответствии с системой СПДС (рис. 1).

(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(1)			
						(2)			
<i>Изм.</i>	<i>Кол.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ док.</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>		<i>Стадия</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
(9)	(10)	(11)	(12)			(3)	(5)	(6)	(7)
						(4)	(8)		

Рис. 1. Штмп в соответствии с системой СПДС (по ГОСТ 21.103–78)

Штмп заполняется следующим образом:

(1) – обозначение документа, состоящее из шифра кафедры (ТСиН – технологии силикатов и наноматериалов), года выполнения проекта (016 – 2016 г.), последние три цифры номера зачетной книжки студента (например 003), обозначения работы – курсовой проект, курсовая работа, выпускная классификационная работа (КП, КР, ВКР), номера листа документа (для общезаводских технологических схем присваиваются номера 00.000 Сх1, 00.000 Сх2 и т.д., для схем контрольно-измерительных приборов и автоматики – 00.000 Сх КИПиА, для генерального плана предприятия – 00.000 ГП, для планов, разрезов и других чертежей общих видов назначаются нарастающим итогом – 01.000, 02.000 и т.д.

(2) – наименование объекта, например «Проект цеха по производству керамического кирпича в г. Черепаново»;

(3) – наименование здания или сооружения в составе объекта;

(4) – наименование документа, изображенного на данном листе, например «План на отм. 4.800 в осях А–Ф, 1–10 (М 1:100)»;

(5) – условное обозначение стадии проектирования;

(6) – порядковый номер листа, если чертеж состоит из нескольких листов (в случае, если чертеж представлен на одном листе – графу оставляют пустой);

(7) – общее количество листов в документе;

(8) – наименование организации, разработавшей документ, например «Кафедра ТСиН»;

(9) – должности лиц, подписавших документ (например, сверху вниз Зав. кафедрой, Руководитель, Консультант, Исполнитель);

(10) – фамилии должностных лиц;

(11) – подписи должностных лиц;

(12) – дата подписания документа;

(13), (14), (15), (16), (17), (18) – регистрация изменений, вносимых в данный документ после его утверждения (в учебных документах оставляют пустыми). Размеры штампа даны на рис. 2.

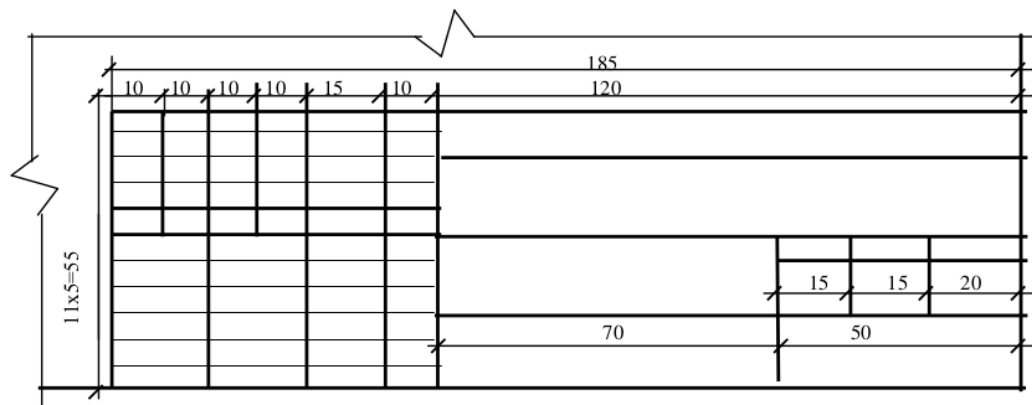


Рис. 2. Размеры штампа

Разделы записок следует излагать в четкой лаконичной форме, а приводимые показатели и итоговые данные расчетов и обоснований оформлять, в основном, в табличной форме. Графическую документацию необходимо составлять, как правило, с максимально возможным совмещением изображений проектных решений.

Объем проектно-сметной документации должен быть минимальным, но достаточным для оценки правильности и качества принятых решений и правильности расчета сметной стоимости строительства для документации, предъявляемой на согласование, экспертизу и утверждение, а также достаточной для проведения всех строительных, монтажных и пусконаладочных работ при строительстве объекта.

При разработке графической части проектной документации масштабы изображений принимаются минимальными, в зависимости от сложности изображения, но обеспечивающими достаточную ясность изображения и четкость копий при современных способах размножения чертежей.

Для того чтобы чертеж был выразительным и хорошо читался, необходимо выполнять его линиями разной толщины. Применяются следующие типы линий: сплошная, штриховая, штрих пунктирная, волнистая.

Толщину обводки выбирают в зависимости от масштаба и сложности изображения и от назначения чертежа. Толстая линия обозначается буквой S и выбирается в пределах 0,5–1,4 мм. Исключением является толщина трубопроводов на технологических схемах, которая может до-

стигать 3–3,5 мм. Толщина линий должна быть одинаковой для всех изображений на одном чертеже и в том же масштабе.

Для рамок чертежей, основных надписей и спецификаций следует применять сплошные линии толщиной S и менее.

Для того чтобы чертеж был понятен, на нем делают поясняющие надписи и размерные числа. В настоящее время надписи на чертежах и других технических документах всех отраслей промышленности и строительства выполняются чертежным шрифтом по ГОСТ 2.304–81. При компьютерном выполнении технической документации рекомендуется курсивный шрифт GOST type B.

Проектно-сметная документация выполняется в соответствии с требованиями ГОСТов СПДС. Системой ЕСКД пользуются только при разработке чертежей нетипового оборудования, входящих в состав проектной документации и чертежей строительных конструкций, которые не будут изготавливаться на месте, а заказ на их изготовление будет размещен на предприятиях стройиндустрии или на машиностроительных заводах.

1.3. Сведения об основных конструктивных и архитектурных элементах здания

Конструктивными элементами промышленных зданий и сооружений являются отдельные его самостоятельные части.

Основание – слой грунта, на который опирается фундамент и который воспринимает силу веса здания. Основания бывают естественные и искусственные (сваи и т.п.).

Фундамент – часть здания, которая находится в земле и на которую опираются стены и колонны. Он служит для передачи и распределения нагрузки от здания на грунт. Верхняя часть фундамента называется поверхностью, а нижняя – подошвой. Расстояние от нижнего уровня поверхности земли до подошвы фундамента называется глубиной залегания. Фундаменты подразделяются на ленточные, расположенные под всеми несущими стенами здания, столбчатые – в виде отдельно стоящих столбов под колоннами, свайные, а также сплошная плита.

Материалом для фундаментов могут служить: железобетон, бутовый камень, бутобетон, обожженный кирпич и т.д. В производственных условиях в настоящее время наибольшее распространение получили сборные бетонные и железобетонные фундаменты.

Отмостка служит для отвода атмосферных вод от стен здания.

Отмостку устраивают при отсутствии у стен здания тротуаров в виде бетонной подготовки с асфальтовым покрытием. Ширина отмостки

должна быть на 200 мм больше выноса верхнего карниза здания, но не менее 500 мм. Ее обычно делают шириной 700–1000 мм. Отмостка должна иметь уклон 1–3 %.

Цоколь – нижняя часть стены над фундаментом до уровня пола первого этажа. Цоколь предохраняет часть стены от атмосферных влияний и механических повреждений. Он выполняется из материалов повышенной прочности. Кроме того, цоколь придает зданию более устойчивый вид.

Стены ограждают помещение от внешних температурных и атмосферных воздействий. Стены, на которые кроме собственной силы веса передается нагрузка от покрытия, крыши, перекрытий, оборудования, расположенного на перекрытиях и т.д. называются несущими. Стены, воспринимающие нагрузки только от собственной силы веса и опирающиеся на фундамент или фундаментные балки, называются самонесущими. В этом случае силы веса покрытия, крыши, перекрытий, оборудования, расположенного на перекрытиях и т.д. воспринимаются вертикальными колоннами (рис. 3), расположенными на столбчатых фундаментах. Стены, опирающиеся на колонны и выполняющие только роль ограждения, называют навесными. Стены разделяются на наружные и внутренние. Внутренние стены отделяют одно помещение от другого. Если они несут нагрузку от других элементов здания, их называют капитальными.

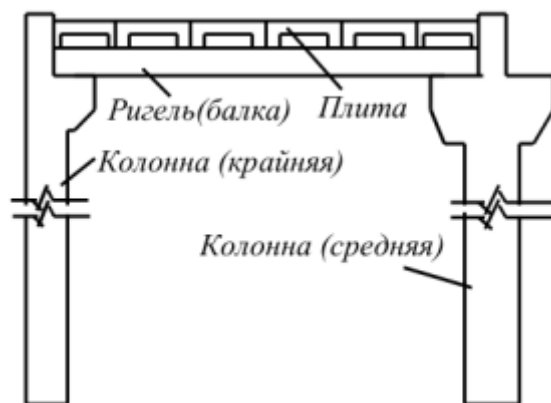


Рис. 3. Устройство перекрытий

Несущие стены возводят, как правило, из керамического кирпича или блоков на цементном растворе. В помещениях с относительной влажностью менее 60 % допускается устройство стен из силикатного кирпича. Самонесущие стены делаются из кирпича или газобетонных блоков.

Навесные стены собираются из панелей. Панели делают однослойные из легких бетонов или многослойные с эффективным утеплителем,

а так же «сэндвич-панели». Панели опираются на специальные столики колонн и закрепляются при помощи анкеров к закладным деталям колонн.

Перегородки разделяют внутреннее пространство здания в пределах этажа на отдельные помещения. Их делают из кирпича толщиной 65–125 мм с цементной затиркой и побелкой или облицовкой плиткой, из стеклоблоков, стеклопрофилита (особенно при необходимости освещения вторым светом). Они могут быть также панельными, железобетонными, керамзитобетонными толщиной 80–100 мм. Устройство деревянных перегородок в промышленных зданиях не допускается. В промышленных зданиях стремятся к минимальному количеству перегородок, так как они ухудшают естественную освещенность и воздухообмен, кроме того они препятствуют модернизации производства. В ряде случаев можно делать панельные сетчатые перегородки не на всю высоту помещения, а на высоту 2,0–2,2 м. Перегородки часто размещают по линии колонн, ригелей.

Перекрытия разделяют здание по высоте на этажи или отделяют верхний этаж от чердака. В первом случае их называют междуэтажными, а во втором – чердачными. Конструкция перекрытия обычно включает в себя несущие элементы: колонны, балки (ригели) и железобетонные плиты. В отдельных случаях, при наличии нестандартного оборудования и большого количества отверстий, можно применять участки из монолитного железобетона.

Полы в зависимости от назначения могут иметь различную конструкцию (полы по деревянным лагам, по бетонному основанию и т.д.). Верхний слой пола называют покрытием или чистым полом.

Материалом для устройства полов служит бетон, асфальт, полимерные композиты. При наличии передвижного оборудования полы на некоторых участках выстилают чугунными плитами или профнастилом. В производственных помещениях полы следует располагать с уклоном к трапам, соединенным с канализационной сетью.

Покрытия промышленных зданий могут быть холодными и утепленными.

Несущими элементами ограждений служат крупноразмерные железобетонные настилы. Ограждающей частью покрытия являются крыши. Они бывают чердачные (скатные) и бесчердачные. В чердачных крышах для освещения и проветривания устраивают слуховые окна.

Вновь строящиеся промышленные здания проектируют бесчердачными. В бесчердачных крышах соединяются функции крыши и перекрытия. Такие крыши называются совмещенными крышами или бесчердачными покрытиями. В этом случае несущими элементами являют-

ся балки (ригели) или фермы. Они одновременно служат основанием, по которому укладывается теплоизоляция, и настилаются кровельные материалы. Для пролетов до 18 м применяются балки, при больших пролетах фермы. Плиты покрытий, укладываемых в направлении шага колонн, имеют нормальную длину 6 м, а в некоторых случаях 12 м.

Для защиты элементов помещения от увлажнения парами плиты сверху покрывают слоем битума (предварительно промазывают два–три слоя), в помещениях со значительной влажностью прокладывают толь, рубероид, полимерные пленки. Для защиты от температурных колебаний на плиты укладывают слой теплоизоляции (керамзитобетон, фибролит, пенобетон и др.).

Для учета теплового расширения строительных конструкций через каждые 60–70 м здания предусматривают температурные швы которые пересекают стены, перекрытия и покрытия по высоте.

Осадочный шов, пересекающий фундамент, выполняется в местах примыкания двух различных частей здания с различным количеством этажей или в местах примыкания мест, с сильно отличающимися нагрузками на фундамент.

Современные промышленные здания каркасного типа из сборных железобетонных или металлоконструкций различаются по размеру пролетов и шагу колонн. Пролеты (расстояния между колоннами поперек здания) принимаются 12, 18, 24 м. Шаг колонн (расстояния между колоннами вдоль здания) принимается длиной 6 или 12 м.

Пролеты и шаг колонн в многоэтажных зданиях принимается размером 6×6 или 9×6 м. Высота помещений выбирается в зависимости от габаритов используемого оборудования. Высота одноэтажных зданий и верхнего этажа измеряется от уровня пола до низа несущих конструкций (балки, фермы и т.д.). Высота этажа в многоэтажных зданиях определяется от пола ниже расположенного помещения до пола выше расположенного помещения.

Основным несущим элементом каркаса промышленных здания являются колонны, которые выполняются квадратного или прямоугольного сечения, величина которого выбирается в зависимости от габаритов здания и нагрузок по типовым сериям. Высота колонн промышленных зданий кратна модулю 0,6 м: 3,6; 4,2; 4,8; 5,4; 6,0; 6,6; 7,2 м и т.д.

В промышленных помещениях предусматривается естественное освещение – боковое (через оконные проемы в наружных стенах) и верхнее (через световые фонари). Для естественного проветривания помещений предусматриваются открывающиеся створки рам, форточки, фрамуги, которые должны быть оборудованы управляемыми изнутри помещения приспособлениями. Оконные проемы выполняются открываю-

щимися вовнутрь помещения на высоте 0,8–1,0 м от пола, шириной 610, 2693 мм, высотой 1182, 1759, 2696, 3565 мм и т.д.

Под окнами предусматривается установка отопительных приборов.

Дверные проемы в соответствии с существующими стандартами в производственных помещениях принимают (ширина – высоту): 1390×2352 и 1200×2100 мм (двустворчатые) в санузлах и душевых – 600×2100 мм.

Ворота устанавливаются в промышленных зданиях для пропуска средств напольного транспорта. Наиболее распространены следующие размеры ворот: 2950×2950, 2650×2950, 2650×2350, 2350×2350 мм. Для автомашин грузоподъемностью от 2,5 до 5 т – 4000×3000 мм, для железнодорожного подвижного состава – 4600×5700 мм.

Лестницы состоят из площадок и маршей. Площадки, находящиеся на уровне этажа, называются этажными, а находящиеся между этажами – промежуточными. Лестницы могут находиться также в пристройке.

Лестницы подразделяются на служебные и пожарные. Они служат средством сообщения между этажами и обеспечивают эвакуацию людей при пожарах, поэтому они заключаются в лестничные клетки (рис. 4) со стенками из огнестойких материалов (из кирпича или бетона). Из каждой лестничной клетки должен быть предусмотрен выход наружу.

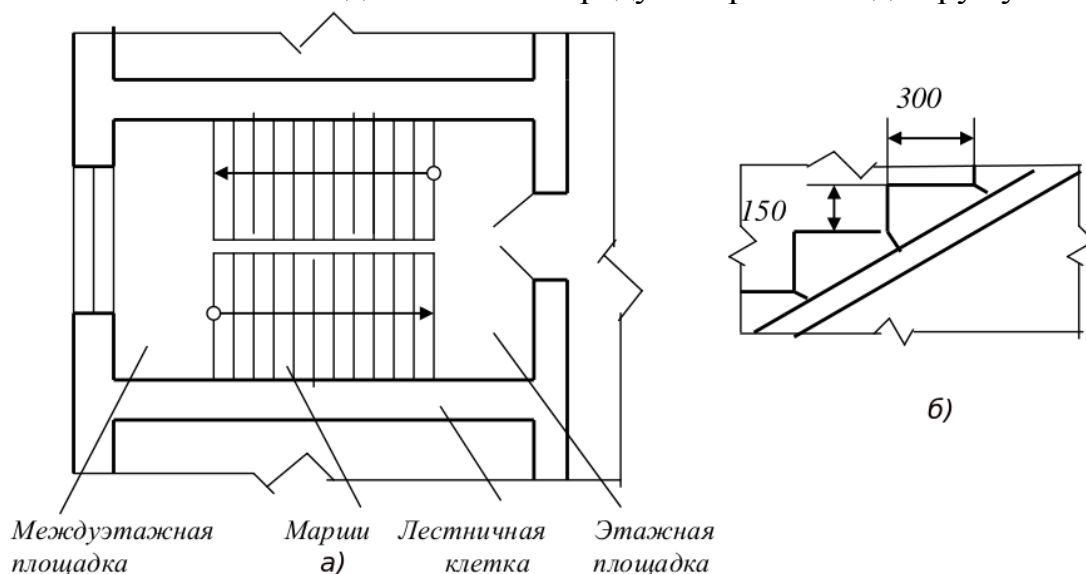


Рис. 4. Лестница: а – лестничная клетка; б – лестничный марш

Для цельномаршевых лестниц лестничные клетки должны иметь следующие ширину и длину: 2400×5500, 2400×6100, 2800×6100, 3600×6700, 3600×7300 мм. Типовые лестничные площадки имеют размеры: 2600×1200, 3000×1100, 3800×1800 мм. Лестницы чаще всего изготавливают двумаршевые с промежутком между маршами 100 мм.

Лестницы должны иметь ограждения (перила). По условиям техники безопасности число ступеней в марше должно быть не более 16 и не менее трех штук. Высота прохода под площадкой до высоты выступа конструкций должна быть не менее 2,2 м. Расстояние между лестницами и их пропускная способность должны соответствовать противопожарным нормам. Так, расстояние от наиболее удаленных участков помещения до ближайшего выхода или лестничной клетки должно быть не более 20–40 м.

Ширину маршей выбирают из следующего расчета:

- для 2-этажных зданий – 125 человек на 1 м;
- для 3-этажных зданий – 100 человек на 1 м;
- для зданий высотой более трех этажей – 80 человек на 1 м.

Из производственных цехов с числом работающих более 150 человек должно быть не менее двух эвакуационных выходов, при численности меньше 150 человек второй выход может быть предусмотрен в виде металлической пожарной лестницы, расположенной снаружи.

Грузовые лифты предусматриваются для транспортировки упакованной продукции. Шахты грузовых лифтов изготавливаются из негорючих материалов. Шахты грузовых лифтов могут быть с проходными (дверные проемы устраивают с двух сторон) и непроходными кабинами. Противовес размещается сбоку кабины. Машинное отделение обычно располагается над шахтой в отдельном помещении. Перекрытия над шахтой и машинным отделением должны быть выполнены из монолитного железобетона.

Завершающей частью проектирования производственного помещения является составление планов и разрезов.

План помещения с указанием на нем технологического и транспортного оборудования является изображением разреза здания горизонтальной плоскостью, проходящей под перекрытием здания – для изображения оборудования, а для изображения строительных элементов – в пределах дверных и оконных проемов. Разрезом называется изображение здания, мысленно рассеченного вертикальной плоскостью.

Чертежи планов и разрезов зданий выполняются в масштабе чаще всего 1:100, реже 1:50 или 1:200.

Толщина линий на чертежах планов и разрезов: линии земли – 0,7–0,8 мм; каменные элементы, попадающие в сечение (стены, перегородки) – 0,6–0,7 мм; контуры других элементов – 0,3–0,4 мм; оборудование – 0,2–0,3 мм; рамки листов, основные надписи (штампы), основные членения таблиц и экспликаций, спецификаций и др. – 0,8 мм; кружки для нумерационной маркировки узлов – 0,3 мм; маркировочные кружки модульных координационных осей – 0,3–0,4 мм. Размеры на

чертежах строительного типа в соответствии со стандартами СПДС наносят, как правило, в виде замкнутой цепочки без указания единиц измерения. Размеры наносят в мм. Если размеры проставляются в других единицах, это оговаривается в примечаниях к чертежам. Размерные линии на строительных чертежах ограничивают засечками – короткими штрихами длиной 2–4 мм, проводимыми с наклоном вправо под углом 45° к размерной линии (рис. 5).

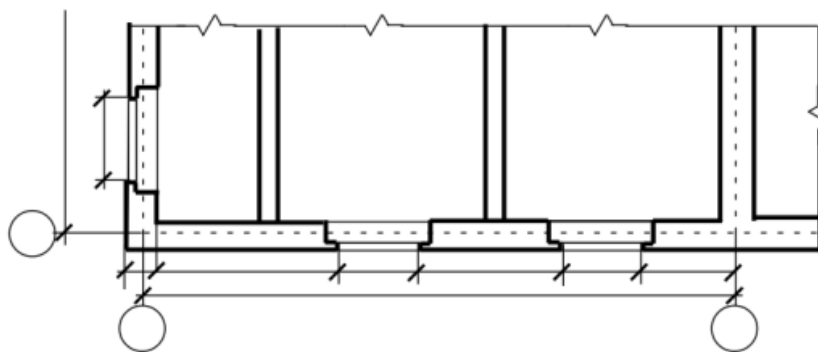


Рис. 5. Примеры размеров на чертеже планов

Толщина линии засечки равна толщине основной линии, принятой на чертеже. Размерные линии должны выступать за крайние выносные на 1–3 мм. Размерное число располагают над размерной линией примерно на расстоянии 0,5–1,0 мм. Выносная линия может выступать за размерную на 1–5 мм. При недостатке места для засечек на размерных линиях, представляющих собой замкнутую цепочку, засечки допускается заменять точками. Расстояние от контура чертежа до первой размерной линии рекомендуется принимать не менее 10 мм.

Расстояние между параллельными размерными линиями должно быть не менее 7 мм, а от размерной линии до кружка координатной оси – 4 мм.

При наличии в изображении ряда одинаковых элементов, расположенных на равных расстояниях (например, оси колонн) размеры между ними проставляются только в начале и конце и указывается суммарный размер между крайними элементами в виде произведения числа повторений на повторяющийся размер.

Размерная линия на строительных чертежах ограничивается стрелками только в трех случаях, если это:

- диаметр или радиус окружности;
- угол;
- размеры от общей базы, располагаемые на общей линии.

Отметки (высоты, глубины) на чертежах планов, разрезов, фасадов показывают в виде расстояния по высоте от уровня чистого пола перво-

го этажа до уровня поверхности различных элементов здания. В этом случае уровень чистого пола первого этажа принимают за отсчетный уровень – условной «нулевой» отметки. На фасадах и разрезах отметки помещают на выносных линиях или линиях контура.

Знак отметки представляет собой стрелку с полочкой. При этом стрелку выполняют основными толстыми линиями длиной 2–4 мм, проведенной под углом 45° к выносной линии или линии контура. Линию выноски (вертикальную или горизонтальную) обводят сплошной тонкой линией. На строительных чертежах отметки уровней указываются в метрах с тремя десятичными знаками. На планах отметку уровня выполняют в прямоугольниках, которые обводят сплошной тонкой линией.

Число планов в составе чертежей здания зависит от числа этажей в здании (обычно для каждого этажа разрабатывают свой план). При расположении на одном листе нескольких планов, их располагают в порядке возрастания нумерации этажей снизу вверх или слева направо.

На чертеже плана кроме размещаемого оборудования показывают расположение помещений, лестниц, стен, перегородок, санитарно-технических приборов, вентиляционных каналов и т.п.

Стеновой материал на планах и разрезах условными обозначениями не выделяется (не штрихуется).

Конструкция оборудования на чертежах планов и разрезов изображаются упрощенно, без детализации. На чертежах планов и разрезов выносками обозначают все оборудование, которое приведено на чертеже. Номера позиций должны совпадать с номерами, приведенными на технологических схемах. На чертежах должны быть приведены экспликации оборудования, приведенного на чертеже.

На чертежах планов и разрезов показывают координатные оси здания.

Если расстояние между координатными осями постоянное, то показывают расстояние между крайними осями и общий размер в виде произведения числа повторений на повторяющийся размер и равный общему размеру.

На чертежах разрезов показывают конструктивные элементы здания и оборудование. Проемы, лестницы, подъемно-транспортное оборудование изображают условно в соответствии со стандартами.

На чертежах планов необходимо направление секущей плоскости для разрезов. Направление взгляда для разреза, как правило, по плану снизу вверх и справа налево. Направление секущей плоскости, как правило, выбирают таким, чтобы она проходила по наиболее важным в конструктивном или архитектурном отношении частям здания: оконным и дверным проемам, лестничным клеткам, балконам, шахтам подъ-

емников, через те участки, где необходимо задать расположение оборудования на чертежах разрезов в вертикальном направлении.

Секущая плоскость для чертежей разрезов не должна проходить через колонны, стойки, вдоль балок стен и перегородок. Желательно располагать ее между этими элементами. Поэтому контуры фундаментов под колоннами и столбами вычерчивают линиями невидимого контура.

Кроме общих разрезов, на которых показывают здание в целом, применяют местные разрезы. Местные разрезы делают по тем участкам здания, конструкция которых не выявлена на основных разрезах.

На чертежах разрезов зданий рекомендуется изображать не все элементы, расположенные за секущей плоскостью, а только те, которые находятся в непосредственной близости от нее. На чертежах разрезов зданий без подвалов грунт и элементы конструкций, расположенных ниже фундаментных балок, и верхнюю часть фундаментных балок не изображают совсем или изображают невидимым контуром.

На чертежах разрезов зданий и сооружений, пол на грунте показывают чаще всего одной сплошной линией. Пол на перекрытии и кровлю вычерчивают одной сплошной толстой линией. Такое изображение пола на грунте, перекрытий и кровли делается независимо от числа слоев в их конструкции. На чертежах разрезов зданий и сооружений указывают: отметку уровня земли, чистого пола, этажей, площадок, отметки низа несущих конструкций покрытий одноэтажных зданий и низа плит покрытия верхнего этажа многоэтажных зданий.

На чертежах разрезов зданий должны быть нанесены все размеры и отметки, необходимые для определения расположения отдельных элементов зданий и оборудования. Однако не рекомендуется дублировать размеры, имеющиеся на плане.

План рекомендуется выполнять в следующей последовательности:

1. Нанести координатные оси, сначала продольные, затем поперечные. Эти оси являются условными геометрическими линиями плана. Они служат для привязки здания в целом к строительной координатной сети и реперам (координатам) генерального плана, для привязки элементов конструкции здания между собой и для привязки оборудования, находящегося в здании. Эти оси проводят только по капитальным стенам и колоннам. В отдельных случаях совмещают с осями симметрии стен.

На планах разбивочные оси выводят за контуры стен и маркируют.

Для маркировки осей на стороне здания с большим числом осей используют арабские цифры (1, 2, 3 и т.д.). Для маркировки осей на стороне здания с меньшим числом осей пользуются буквами русского ал-

фавита (А, Б, В и т.д.). Буквами обычно маркируются оси, идущие вдоль здания. При этом не рекомендуется употреблять буквы З, Й, О, Х, Ы, Ъ, Ь. Если для маркировки осей не хватает букв алфавита, допускается продолжать маркировку удвоенными буквами (АА, ББ, ВВ и т.д.). Оси элементов, расположенных между осями основных несущих конструкций, допускается маркировать дробью (А/1, Б/1, 1/1, 2/1 и т.д.).

Маркировку начинают слева направо и снизу вверх. Пропуски в порядковой нумерации и алфавите применения буквенных обозначений не допускаются. Обычно маркировочные кружки диаметром 6–12 мм располагают с левой и нижней стороны здания.

2. Нанести контуры продольных и поперечных наружных и внутренних капитальных стен и колонн. В наружных несущих стенах координатная ось проходит от внутренней плоскости на расстоянии, равном половине ее толщины. Во внутренних стенах координатная ось совмещается с осью симметрии. В наружных самонесущих и навесных стенах их внутренняя грань часто совмещается с координатной осью, но если панели перекрытий или покрытия частично заходят в стену или полностью ее перекрывают, то модульная разбивочная ось совмещается с наружными гранями покрытия или перекрытия. В каркасных зданиях геометрический центр сечения колонны внутреннего ряда совпадает с пересечением модульных разбивочных осей. Таким образом, в крайних рядах колонн каркасных зданий разбивочная ось может проходить:

- по наружной грани колонны, если ригель (балка) или ферма перекрывает колонну;
- на расстоянии, равном половине толщины внутренней колонны, если ригели опираются на консоли колонн или панели перекрытия опираются на консоли ригелей. Модульные разбивочные оси, перпендикулярные направлению колонн крайнего ряда, следует совмещать с геометрической осью колонн.

3. Вычертить контуры перегородок тонкими линиями. Следует обратить внимание на различие в присоединении наружных и внутренних капитальных стен и капитальных стен и перегородок.

4. Выполнить разбивку оконных и дверных проемов и обвести контуры капитальных стен и перегородок линиями соответствующей толщины.

Оконные и дверные проемы с заполнителем изображаются условно согласно ГОСТ 21.107–78. При вычерчивании плана в масштабе 1:50 или 1:100 при наличии в проемах четвертей их условное изображение дают на чертеже.

5. Вычертить условные обозначения лестниц, санитарно-технического и прочего оборудования, а также указывают направление

открывания дверей. На планах промышленных зданий наносят оси рельсовых путей и монорельсов.

6. Нанести выносные, размерные линии и маркировочные кружки. Первую размерную линию следует расположить не ближе 10 мм от контура чертежа, последующие размерные линии располагают на расстоянии не менее 7 мм друг от друга. Размеры, выходящие за габариты плана, чаще всего наносят в виде трех и более размерных «цепочек». Маркировочные кружки разбивочных осей располагают на расстоянии 4 мм от последней размерной линии.

7. Проставить необходимые размеры, марки осей и других элементов.

В габаритах плана указывают размеры помещений, толщину стен, перегородок, привязку оборудования к разбивочным осям, перегородкам, к внутренним и наружным стенам. Нанести уклоны полов, размеры проемов во внутренних стенах, в кирпичных перегородках. За габаритом плана промышленных зданий в первой цепочке, считая от контура плана, располагают размеры, указывающие ширину оконных и дверных проемов, простенков и выступающих частей здания с привязкой их к осям. Вторая цепочка включает в себя размеры между осями капитальных стен и колонн. В третьей цепочке проставляют размеры между координационными осями крайних наружных стен.

8. Выполнить необходимые надписи. На планах промышленных зданий пишут наименования помещений или технологических участков с указанием категории производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности. Допускается наименования помещений и категорий производств помещать в экспликации с нумерацией помещений на плане в кружках диаметром 6–8 мм.

9. Обозначить секущие плоскости разрезов.

Оборудование в помещениях должно устанавливаться с учетом соблюдения последовательности, предусмотренной технологической схемой. Для удобства обслуживания, соблюдения требований пожарной безопасности и санитарных норм в процессе эксплуатации, а также обеспечения возможности строительно-монтажных работ следует принимать следующее расстояние между оборудованием, между оборудованием и стенкой величину центрального прохода в помещении.

Требования к зданиям и сооружениям проектируемых предприятий так же могут быть конкретизированы в ведомственных нормах по технологическому проектированию предприятий силикатной промышленности.

1.4. Разработка и оформление технологических схем

Технологические схемы (ТС) разрабатываются на основании принципиальной технологической схемы производства, расчета материальных потоков, расчета и подбора оборудования. ТС показывает последовательность технологических процессов и технологических операций, из которых состоит производственный процесс: поступление, хранение и подготовка сырья для подачи в производство, движение полуфабрикатов, выпуск готовой продукции.

Если производство многостадийное, то схемы могут разрабатываться для каждого участка (цеха) отдельно в соответствии с принципиальной технологической схемой производства.

При разработке ТС производят последовательное изложение теоретических процессов и краткое обоснование необходимости основных технологических переделов (операций) для выпуска базового вида продукции с указанием оборудования, которое используется на этих переделах (на основании норм технологического проектирования и сложившейся технологической практики). Необходимо указать значение основных технологических параметров до и после каждого передела.

Технологическую схему всех основных производственных операций технологического процесса выполняют на отдельном листе или на нескольких последовательных листах формата А4 и приводят в текстовой части. Элементами технологической схемы являются прямоугольники, линии связи и текстовые пояснения.

Технологические схемы могут быть выполнены как структурно-технологическая схема и структурно-аппаратная схема.

Каждый прямоугольник на структурно-технологической схеме условно обозначает отдельную стадию технологического процесса. При этом указывают название передела (дробление, помол, формование и т.д.). Последовательность их расположения должна наглядно показывать направления материальных потоков на производственном участке. Проектируемый участок (отделение) обычно представляет собой часть технологической линии. На отдельном листе формата А4 изображают подробную структурно-аппаратную технологическую схему производственного участка с изображением последовательности всех технологических и транспортных операций с указанием вида и основных параметров оборудования, включая питатели и дозаторы и т.д. Проводят линии связи – отрезки прямых или ломаных линий, указывающие на наличие и очередность связей между отдельными стадиями технологии. Направление процесса обозначают стрелками.

Если линия связи заканчивается не у следующего прямоугольника, то наименование продукта и его дальнейшее использование записывают над линией связи. Например: «теплоноситель в теплообменник», «отходы на утилизацию». В текстовой части раздела, при описании каждой технологической операции должны быть проставлены ссылки на ее позицию в технологической схеме. При составлении описания технологического процесса рекомендуется использовать соответствующие нормы технологического проектирования, технологические карты действующих предприятий (исключая подробности, не влияющие на ход технологического процесса), а также специальную и учебную литературу, публикации в профильных журналах.

Для успешного составления технологических схем проектируемых производственных линий необходимо задаться уровнем абстракции, при графическом отображении практических процессов. Технологическая схема должна отображать основные технологические этапы характерные для предложенного способа производства, в то же время не должна быть перегружена отображением вспомогательных процессов. Рекомендуется проводить составление технологической схемы в несколько итераций:

- во-первых, технологический процесс разделяется на основные блоки, которые на производстве соответствуют цехам или отделениям («сырьевое отделение», «отделение массопереработки» и «отделение тепловой обработки» и т. д.);

- во-вторых основные блоки технологической схемы разделяют на основные технологические этапы, соответствующие отдельным производственным участкам (так «сырьевое отделение» может состоять из участков «добыча сырья в карьере», «транспортировка сырья», «промежуточное хранение на территории производственной площадки»; отделение «массопереработка» может состоять из участков «приемки сырья», «составления шихты», «первичного измельчения», «тонкого измельчения», «шихтозапасника», «формовки» и т. д.; блок «тепловая обработка» может состоять из участков «сушки», «высокотемпературного обжига», «охлаждения» и т. д.);

- в-третьих, основные технологические этапы можно разделить на основные технологические операции, которые на производстве обычно соответствуют основным единицам технологического оборудования (так участок формовки может состоять из операций по формовке полуфабриката, резки полуфабриката и транспортировки полуфабриката на сушку).

Для курсового проектирования нет необходимости в более глубокой детализации проектируемых технологических схем.

На рис. 6 приведена простейшая технологическая схема состоящая из одного технологического элемента с максимальным уровнем абстракции. Основной элемент технологической схемы представлен в виде модели «черного ящика», то есть не раскрывает всю полноту проходящих процессов. На входе в основной элемент показывают входящие материальные потоки основных сырьевых материалов и вспомогательных материалов (корректирующие добавки, топливо, возвращаемые на технологию материалы и т.д.). На выходе из основного технологического элемента показывают материальные потоки конечного продукта и отходов (технологических потерь). Отходы могут быть возвратные и невозвратные. При составлении материальных потоков следует учитывать фазовый состав сырья: твердое, жидкое и газообразное состояние.

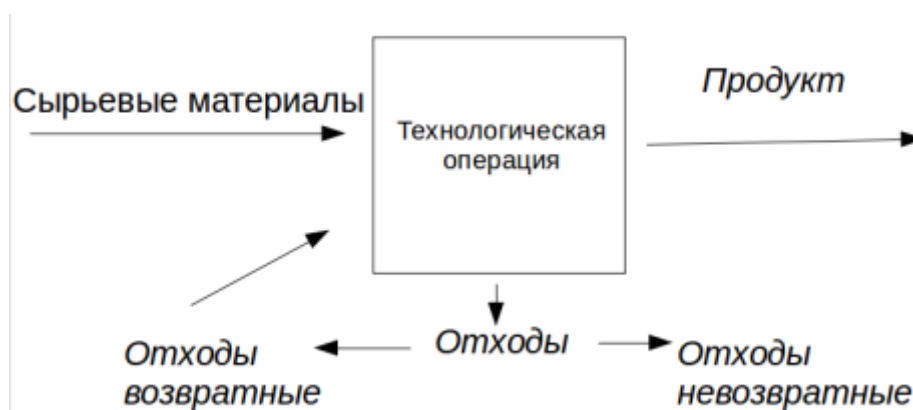


Рис. 6. Технологическая схема из одного технологического элемента

При введении в технологическую схему нескольких технологических элементов (рис. 7) промежуточный продукт между стадиями называют полуфабрикатом. Если производственный процесс разделяем на отдельные блоки, то материал который является конечным продуктом для отдельного технологического блока, является одновременно полуфабрикатом с точки зрения технологической схемы всего производства.



Рис. 7. Пример многостадийной технологической схемы

1.5. Расчет материального баланса предприятия

Целью вычислений материального баланса является определение потребности в сырье и материалах при годовом выпуске продукции исходя из технического задания и производительности технологических переделов. Расчет материального баланса следует начинать с конечной стадии технологического процесса в направлении начала проектируемого технологического процесса.

Стрелки линии связи на технологической схеме предполагают наличие транспортной операции, на которой обычно не происходят потери материалов. Тем не менее на отдельных технологических операциях возможно наличие невозвратных потерь, например на камнеудаление.

Поскольку каждая технологическая операция должна гарантировать полную поставку материалов на последующую за ней операцию, поэтому процент транспортных потерь суммируется с технологическими потерями технологической стадии, от которой исходит стрелка линии связи. Точность расчетов (количество значащих цифр) определяется погрешностью измерения нормативных потерь (обычно 0,1 %).

Количество материалов при переходе от последующей стадии к предыдущей рассчитывают по формуле:

$$a_1 = 100a_2/(100 - b)$$

или

$$a_2 = a_1(100 - b)/100,$$

где a_1 и a_2 – количество материала на предыдущей и последующей стадии производства; b – общие потери (отходы) на стадии, %.

Для заполнения таблицы материального баланса рекомендуется параллельно вычислить количество потерь Δ на предыдущей стадии по одной из формул:

$$\Delta = a_1 - a_2;$$

$$\Delta = a_2b/100.$$

Например, потери на стадии помола $b = 0,3$ %. Если после помола необходимо получить $a_2 = 10$ т/ч, то на вход (a_1) должно поступать:

$$a_1 = 10 \cdot 100 / (100 - 0,3) = 10,03 \text{ т/ч.}$$

Проверка: если на помол поступает $a_1 = 10,03$ т/ч, то после помола с учетом потерь останется:

$$a_2 = 10,03(100 - 0,3)/100 = 10 \text{ т/ч};$$

$$\Delta = a_1 - a_2 = 10,03 - 10,0 = 0,03 \text{ т/ч};$$

$$\Delta = a_2 b / 100 = 10,0 \cdot 0,3 / 100 = 0,03 \text{ т/ч}.$$

Некоторую особенность представляет учет возвратных потерь. Например в керамической технологии при производстве керамического кирпича обрезки мерного бруса возвращаются на операцию формования в экструдер. Обычно возвращаемая масса движется по замкнутому циклу, показанному на технологической схеме, при этом в процессе переработки возвратных отходов возникают и накапливаются безвозвратные потери, которые увеличивают производительность оборудования в пределах цикла и изменяют потребное количество сырьевых материалов. Для учета возвратных отходов необходимо просчитать материальный поток в пределах цикла, который рекомендуется изобразить на отдельной технологической схеме. Количество возвращаемого материала по массе (F) при величине возвратных отходов (f , % масс) на переделе определяется по формуле:

$$F = a_k f / 100,$$

где a_k – количество материала на переделе без учета возвратных потерь. Производительность оборудования на этом переделе (Π) определяется простым суммированием:

$$\Pi = a_k + F.$$

Пусть возвращаемый материал поступает на j -й передел на переработку, где увеличивает производительность оборудования (Π_j) с учетом транспортных потерь (t , % масс):

$$\Pi_j = a_j + Ft / 100,$$

где a_j – количество материала на j -м переделе технологической схемы.

Если транспортные потери отсутствуют, то они соответственно исключаются из расчетной формулы.

Расчет материального баланса выполняют в штучном исчислении (по количеству полуфабриката или изделий) от заданной программы до стадии формования включительно и в массовом, определяя расход массы по переделам от склада готовой продукции (программы) до склада исходного сырья. Оба варианта расчетов проводят параллельно. Следует иметь в виду, что изменение количества материала и полуфабриката по массе и в штуках на отдельных переделах могут не совпадать. Так, при механической обработке или обжиге, изменение количества заготовок в штуках определяется только браком на данной стадии, а измене-

ние массы определяется как браком, так и уменьшением (или увеличением, например, в случае глазурования) массы каждой заготовки в результате прохождения процессов сушки, дегидратации и декарбонизации. Если брак при обжиге в штуках составляет (b), а потери при прокаливании ($\Delta m_{\text{прк}}$), то массу изделий M по формуле:

$$M = \frac{am10000}{(100 - b)(100 - \Delta m_{\text{прк}})} .$$

где a – количество изделий; m – масса одного изделия.

Для пересчета массы с меньшей влажности на большую (или наоборот) пользуются формулой

$$M_1 = \frac{M_2(100 - W_2)}{100 - W_1} ,$$

где M_1 – масса материала с большей относительной влажностью W_1 , %; M_2 – масса материала с меньшей относительной влажностью W_2 , %.

В случае увлажнения абсолютно сухого материала ($W_2 = 0$) формула упрощается

$$M_{\text{вл}} = M_{\text{сух}} \cdot 100 / (100 - W_{\text{вл}}),$$

где $M_{\text{вл}}$ и $M_{\text{сух}}$ – масса влажного и сухого материала соответственно; $W_{\text{вл}}$ – относительная влажность материала или содержание связки, %.

Кроме значений годовых количеств материала и полуфабриката, перерабатываемых на каждом переделе, рассчитывают квартальные, сменные или суточные (при непрерывном производстве) и часовые количества путем деления соответствующего годового значения на фонд рабочего времени каждого участка. Следует обратить внимание на то, что фонд рабочего времени для отдельных участков может не совпадать.

2. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ СИЛИКАТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Практически все основные технологические схемы производств силикатной отрасли включают операции по измельчению исходных сырьевых материалов.

Измельчение – это процесс разрушения твердых тел под действием внешних сил, то есть это процесс последовательного уменьшения размеров кусков твердого материала от первоначального до требуемого. При процессе измельчения приложенная энергия расходуется на работу по образованию новой поверхности твердых тел и различные виды не целевых потерь. Коэффициент полезного действия машин по измельчению твердых материалов низкий и не превышает 5 %. В твердом теле разрушение происходит, когда приложенная нагрузка превышает предел прочности материала, при этом трещина начинает развиваться от имеющегося дефекта структуры, и заканчивает развитие при слиянии с другой трещиной или выходя на поверхность объекта.

Процессы измельчения подразделяют на дробление и помол.

Дробление:

- крупное – размер кусков после дробления 100–200 мм;
- среднее – 20–100 мм;
- мелкое – 3–20 мм.

Помол:

- грубый – размер частиц после помола менее 0,5 мм;
- тонкий – менее 0,1 мм;
- сверхтонкий – менее 0,05 мм.

Процесс измельчения характеризуется степенью измельчения (i), выраженной как отношение размера куска материала до измельчения (D) к размеру куска или частицы после измельчения (d):

$$i = \frac{D_{\text{ср}}}{d_{\text{ср}}};$$

$$D_{\text{ср}} = \frac{D_1 + D_2 + D_3}{3} = \sqrt[3]{D_1 + D_2 + D_3};$$

$$d_{\text{ср}} = \frac{d_1 a_1 + d_2 a_2 + \dots + d_n a_n}{\sum a},$$

где d_1, d_2, d_n – размер фракции материала, см;
 a – доля фракции в процентном выражении.

В зависимости от направления приложения внешних сил выделяют следующие основные виды или способы измельчения материалов (в большинстве случаев присутствует сочетание нескольких видов измельчения):

- сжатие;
- раскол (срез);
- изгиб;
- удар;
- истирание;
- сдвиг.

Расход энергии на измельчение материала можно оценить исходя из трех основных теорий измельчения.

Поверхностная теория измельчения профессора Риттенгера

Работа, затраченная при измельчении материала прямо пропорциональна вновь образованной поверхности:

$$A = K \Delta S,$$

где K – постоянная Риттенгера;
 ΔS – изменение поверхности.

Недостатком теории Риттенгера является то, что она не учитывает размер куска и его деформацию. Рекомендуется для описания для процессов помола, особенно сверхтонкого.

Объемная теория дробления Кирпичева – Кика

Энергия или работа необходимая для одинакового изменения формы геометрически подобных и однородных тел одинакового технологического состава пропорциональна объему или массе этих тел:

$$\frac{A_1}{A_2} = \frac{V_1}{V_2} = \frac{G_1}{G_2};$$

$$A = \frac{\sigma^2 V}{2E},$$

где E – модуль упругости, модуль Юнга;
 V – объем куска;
 σ – предел прочности при сжатии.

Недостаток объемной теории заключается в том, что она не учитывает работу на образование новых поверхностей. Рекомендуется для описания для процессов дробления твердого тела.

Объединяющая теория измельчения Ребиндера учитывает особенности теории Риттенгера и Кирпичева – Кика:

$$A=K\Delta S+\sigma\Delta V.$$

Основной недостаток всех предложенных теорий заключается в трудностях при практическом определении констант для условий конкретного процесса измельчения.

2.2. Основные виды дробильного оборудования

Операции дробления осуществляют в специальных машинах-дробилках.

В зависимости от конструктивного исполнения дробилки классифицируют на следующие основные типы: щековые, конусные, роторные, молотковые и валковые.

2.2.1. Щековые дробилки

Щековые дробилки применяют для крупного и среднего дробления прочных и абразивных горных пород типа гранитов, диабазов и песчаников. Дробление материала в щековых дробилках происходит между двумя прямоугольными плитами – щеками, одна из которых совершает колебательное движение. По характеру движения рабочего органа различают дробилки с простым и сложным движением подвижной щеки.

При простом движении точки подвижной щеки совершают возвратно-поступательное движение по дуге окружности; при сложном – по замкнутым эллиптическим траекториям.

Простое движение достигается подвеской подвижной щеки на оси, а сложное – установкой ее на эксцентриковом валу. Кинематика рабочего органа щековой дробилки определяет соотношение размеров ходов подвижной щеки в ее верхней и нижней частях, а также составляющие ходов в горизонтальной и вертикальной плоскостях. В щековых дробилках с простым движением щеки ход верхней части подвижной щеки меньше, чем нижней, а в дробилке со сложным движением – наоборот. Это обеспечивает последней более эффективное дробление в верхней зоне и способствует повышению производительности. Дробилки со сложным движением щеки из-за более простой схемы привода подвижной щеки имеют меньшие массу и габаритные размеры по сравнению с дробилками с простым движением.

Благодаря этому они нашли широкое применение на передвижных дробильно-сортировочных установках. В составе передвижных устано-

вок они используются также для дробления прочных и абразивных материалов.

Главным параметром щековых дробилок является размер приемного отверстия (длина и ширина), определяемого как горизонтальное сечение камеры дробления в верхней, самой широкой ее части.

Камера дробления книзу сужается. Угол, с которым происходит ее сужение, называется углом захвата α . Нижнее, самое узкое сечение камеры дробления является выходной щелью. Ее значение характеризуется одним показателем – шириной b . Второй размер щели – длина равен длине приемного отверстия.

Техническая характеристика некоторых марок щековых дробилок приведена в табл. 1.

Таблица 1

Характеристика щековых дробилок

Параметры	СМД-117А	СМД-118А	СМД-111А
Производительность, м ³ /ч	600	310	180
Размер приемного отверстия, мм	1200×1500	1200×1500	900×1200
Размер загружаемого материала	До 1300	До 1000	До 700
Ширина выходной щели, мм	1350–222	110–190	95–165
Частота вращения эксцентрикового вала, об/м	2,08	2,5	3,34
Мощность электродвигателя привода, кВт	250	160	90
Габаритные размеры, мм: длина	7500	6100	5000
Габаритные размеры, мм: ширина	6300	5200	4450
Габаритные размеры, мм: высота	5500	4200	3300
Масса, т	230	130	70

Щековые дробилки с простым движением щеки выпускают с двумя типами механизмов привода подвижной щеки: с распорными плитами (рис. 6) и с непосредственным приводом от эксцентрикового вала.

Основными конструктивными узлами щековой дробилки с распорными плитами являются: станина 1, подвижная щека 2, шатун 3, распорные плиты 7, фрикционные муфты.

На станине 1 монтируют основные узлы дробилки. Кроме того, ее передняя стенка выполняет функцию неподвижной щеки и вместе с подвижной щекой и боковыми стенками образует камеру дробления.

Станины щековых дробилок сборные, состоят из отдельных элементов: задней, передней и боковых стенок. Боковые стенки ребристые, задние и передние – коробчатой формы. В боковых стенках имеются от-

верстия для осмотра трущихся поверхностей распорных плит и гнезда для установки подшипников главного вала и подвижной щеки. В зоне камеры дробления боковые стенки защищены от абразивного изнашивания боковой футеровкой.

Подвижная щека 2 – основной рабочий орган щековой дробилки – представляет собой литую плиту коробчатой формы. В верхней части щеки закреплена ось, а в нижней – имеется паз для установки распорной плиты 7 и прилив для крепления тяги замыкающего устройства 5.

На подвижной и неподвижной щеках устанавливаются дробящие плиты 8 с рифленой рабочей поверхностью. Рифления повышают эффективность дробления и защищают щеки от абразивного изнашивания. Дробящие плиты – сменные детали дробилок.

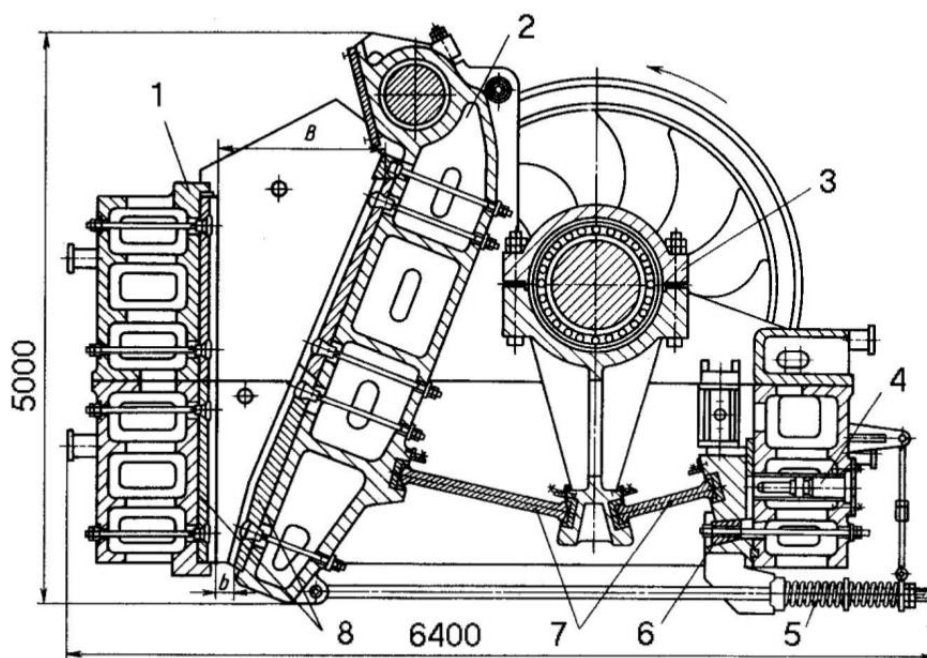


Рис. 6. Щековая дробилка с простым движением щеки

Основными элементами щековой дробилки со сложным качанием щеки (рис. 7) являются: станина 5, неподвижная щека 1, подвижная щека 3 с осью, главный приводной вал с шатуном и маховиками 4, распорные плиты 6 и 7, привод.

Станина 5 литой конструкции, состоит из двух частей – верхней и нижней – в виде массивных стальных отливок, скрепленных между собой по периметру болтами. В выемках боковых стенок станины установлены коренные подшипники главного приводного вала. На эксцентрической части главного вала подвешен литой шатун. В качестве коренных и шатунных подшипников применены роликовые сферические

подшипники специального типа, выдерживающие большие динамические нагрузки. В нижней части шатуна имеются пазы, в которых установлены сухари, являющиеся опорными поверхностями для передней и задней распорных плит.

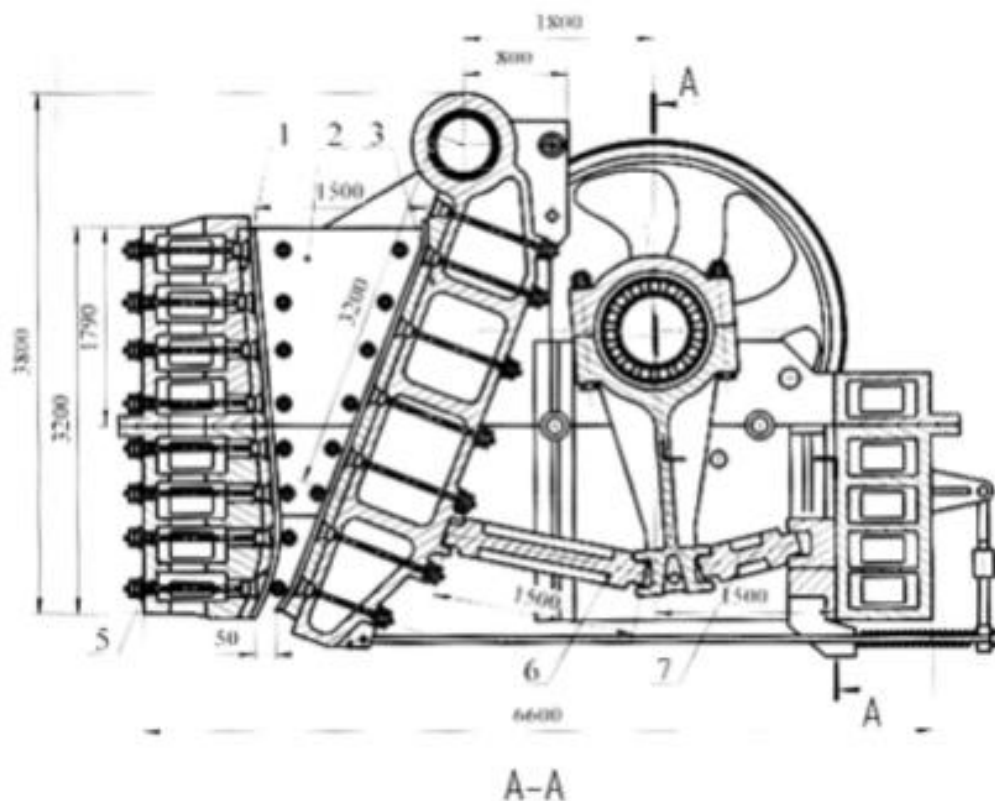


Рис. 7. Щековая дробилка со сложным движением щеки

Подвижная щека 3 представляет собой стальную отливку коробчатого сечения. Верхней частью она подвешена на оси, концы которой установлены в подшипниках скольжения, расположенных вверху стенок станины. Нижняя часть подвижной щеки опирается на переднюю распорную плиту 6. Задняя распорная плита опирается на сухарь регулировочного устройства, снабженного гидравлическим домкратом для механизации процесса изменения ширины выходной щели. Дробилка имеет массивные маховики 4, которые «аккумулируют» энергию при ходе сжатия. Один из маховиков является одновременно шкивом и соединяется клиноременной передачей с электродвигателем.

К подвижной 3 и неподвижной 1 щекам прикреплены составные дробящие плиты, изготовленные из износостойкой высокомарганцевистой стали и являющиеся основными рабочими органами дробилки. Рабочие поверхности дробящих плит и боковые стенки станины образуют камеру дробления 2 и футеруются износостойкими сменными футеро-

вочными плитами. Разгон дробилки осуществляется при помощи специального вспомогательного привода, обеспечивающего плавный пуск дробилки в работу и при закруженной материалом камере дробления, т.е. «под завалом».

Конструкция дробилки обеспечивает удобство монтажа, обслуживания и ремонта. Для безопасности работы все вращающиеся части дробилки защищаются ограждениями, электродвигатели заземляются.

2.2.2. Роторные дробилки

Роторные дробилки предназначены для дробления малоабразивных горных пород средней прочности типа известняка, доломита, мергеля, гипса и других подобных материалов. По технологическому признаку различают роторные дробилки крупного, среднего и мелкого дробления. По конструктивному признаку получил распространение в основном один тип дробилок – однороторные нереверсивные с отражательными плитами. Дробилки крупного дробления предназначены, главным образом, для первой стадии дробления, дробилки среднего и мелкого дробления – для последующих стадий.

Роторные дробилки, по сравнению с щековыми и конусными, более производительны, имеют меньшую массу и габариты, проще в изготовлении и обслуживании, менее чувствительны к попаданию недробимых предметов, обладают избирательностью дробления и обеспечивают выход щебня лучшей формы (больше кубических частиц).

Основным недостатком роторных дробилок, препятствующим их широкому распространению, является невысокий ресурс бил, которые необходимо часто заменять при дроблении простых и абразивных материалов. Главными параметрами роторных дробилок являются размеры ротора – диаметр и длина.

Камера дробления однороторной дробилки крупного дробления образуется ротором *б*, отражательными плитами *1* и *4* и боковыми стенками корпуса. В дробилке две камеры дробления, так как она имеет две отражательные плиты (рис. 8). Ротор *б* состоит из корпуса ротора – массивной цилиндрической отливки с продольными пазами для установки бил *5*, торцовых дисков и вала. Торцовые диски крепят к корпусу ротора болтами или приваривают. Поскольку работа ротора происходит при больших окружных скоростях вращения (20–50 м/с), к их уравниванию предъявляют высокие требования. При изготовлении роторы проходят статическую балансировку на стальных горизонтально расположенных ножах, а диаметрально противоположные била подбирают одинаковыми по массе.

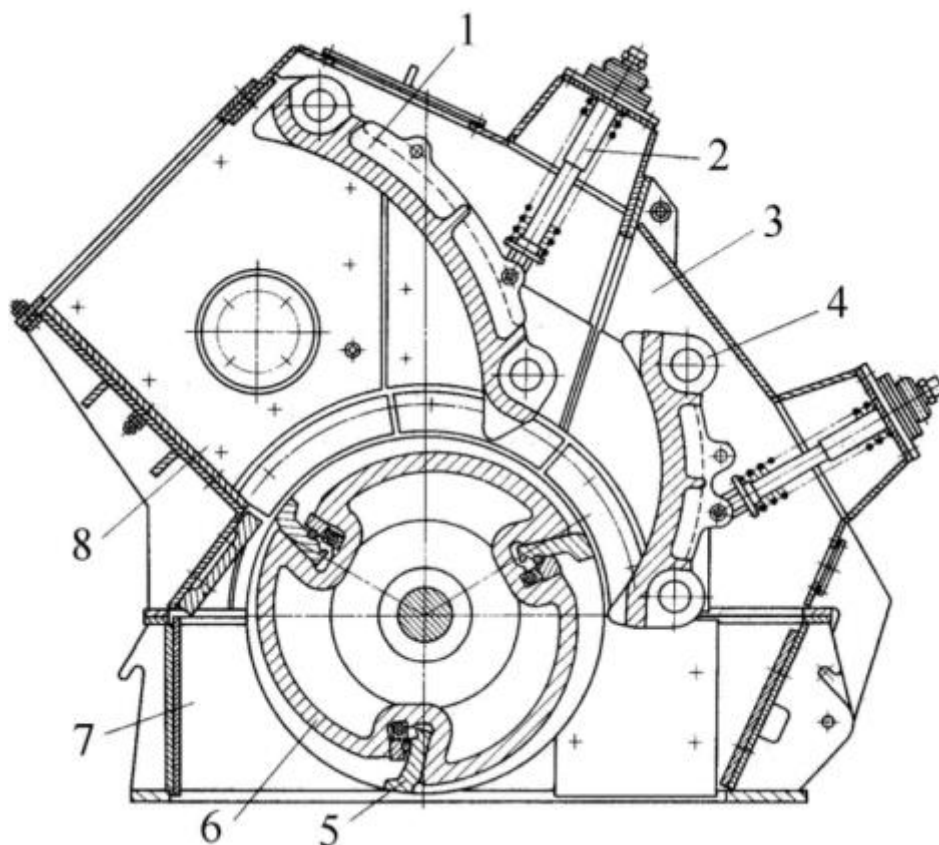


Рис. 8. Однороторная дробилка крупного дробления

Число рядов бил у молотковой дробилки зависит от типоразмера дробилки и обычно составляет 2–6. Била дробилки могут выполняться как выдвигаемые. При изнашивании рабочей части била на 45 мм по диаметру ротора оно может быть выдвинуто и закреплено на второй, нижней, цилиндрической паз. Таким образом, срок его службы повышается. Била изготавливают из износостойкой высокомарганцевистой стали 110Г13Л.

Для повышения срока службы торцовых дисков их внутреннюю поверхность защищают наплавкой твёрдым сплавом. Предбильную часть корпуса ротора также наплавляют твёрдым сплавом.

Подшипники вала ротора насажены на конические разрезные втулки, что облегчает их монтаж. Корпуса подшипников установлены снаружи корпуса дробилки, место прохода вала через корпус дробилки защищено специальным уплотнением. Ротор приводится во вращение асинхронным электродвигателем с фазным ротором через клиноременную передачу.

Корпус дробилки состоит из станины 7, верхней неподвижной 8 и откидной 3 частей. В верхней неподвижной части закреплены приёмный лоток и первая отражательная плита. Откидная часть соединена

с неподвижной частью корпуса и станиной легкоразъёмными струбцинами или откидными болтами, а для быстрого оперативного раскрытия опирается на винтовые домкраты, приводимые в действие вручную или с помощью электропривода. Внутренние боковые поверхности корпуса и станины защищены футеровками. В корпусе предусмотрены дверцы и люки для профилактического осмотра дробилки. Места их соединения с корпусом уплотнены резиновыми прокладками. Конструкция отражательных плит 1 и 4 симметрична.

Это позволяет осуществить их перестановку и тем самым увеличить сроки их службы, так как изнашиваются они неравномерно, в большей степени – нижняя часть, расположенная непосредственно рядом с ротором. Отражательные плиты снабжены пружинными возвратно-регулирующими устройствами 2 с резиновыми амортизаторами.

Устройство позволяет плите отойти от ротора в случае возникновения ударных перегрузок при попадании в камеру дробления недробимых предметов, а затем возвращает плиту в начальное положение. Размер выходной щели регулируют с помощью деталей устройства, установленных снаружи корпуса. Возвратно-регулирующее устройство первой отражательной плиты позволяет поднять её до совмещения со второй, тогда дробилка из двухкамерной превращается в однокамерную. В таком исполнении она имеет наибольшую производительность.

Для дробления липких и влажных материалов малой и средней прочности (угля, гипса, мергеля, известняка) используются однороторные молотковые самоочищающиеся дробилки. Конструкция молотковой самоочищающейся дробилки СМД-102 приведена на рис. 9.

Дробилка имеет сварной корпус 1, внутри которого размещается ротор 2 с шарнирно подвешенными молотками 3. По обе стороны ротора расположены очистные устройства, состоящие из двух групп симметрично установленных валков 4 (по три валка в каждой группе). Валки связаны между собой цепными передачами, обеспечивающими различную частоту их вращения. Размер выходной щели регулируется путем перемещения нижнего вала с помощью двух гидроцилиндров 5. Валки вращаются в одну сторону по направлению движения материала в камере дробления, что обеспечивает их самоочистку. В средней части корпуса расположены люки 6 для удобства осмотра ротора и камеры дробления. Крайние части корпуса дробилки с двумя валками выполнены откидывающимися для доступа в камеру дробления при осмотре и ремонте. Для обеспечения безопасной работы все вращающиеся части дробилки защищены ограждениями, электродвигатель заземлен.

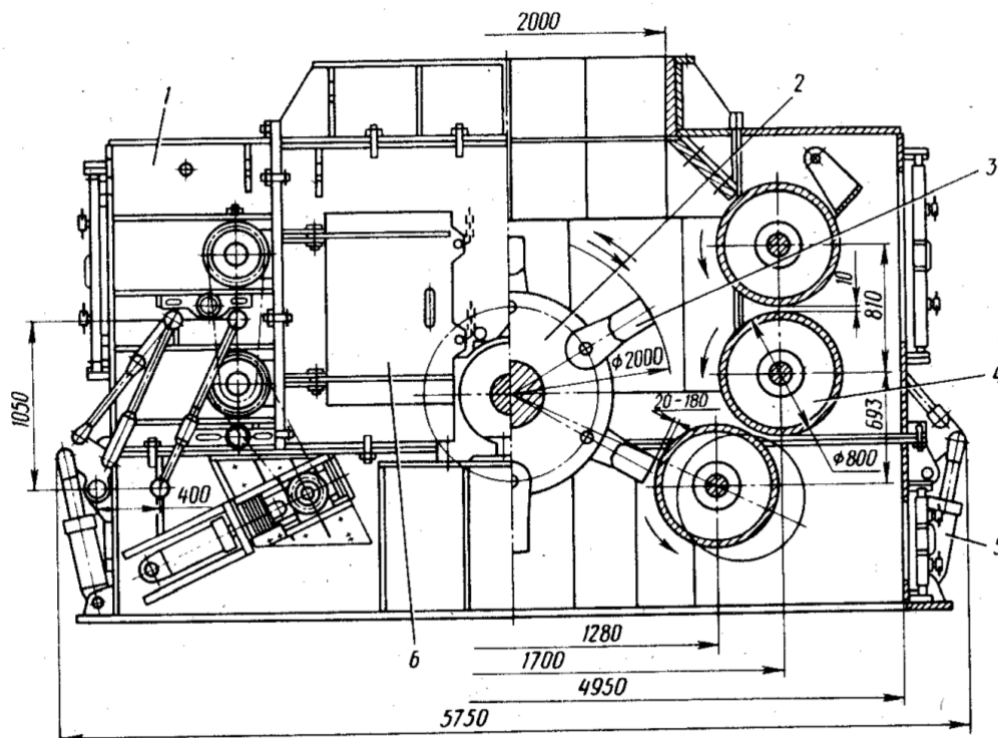


Рис. 9. Молотковая самоочищающаяся дробилка

Для измельчения известняка крупностью до 1 000–1 100 мм с глинистыми включениями до 20 % и средней влажностью до 14 % используются двухроторные дробилки (рис. 10). Дробилка имеет разъемный корпус 5, в котором размещены два горизонтальных ротора 2 и 7 с билами, отражательные плиты 1, 3 и 4 и загрузочная часть.

Каждый ротор оснащен индивидуальным приводом от электродвигателя через клиноременную передачу. Валы роторов установлены на подшипниках качения. Температура 21 подшипников контролируется с помощью термодатчиков, встроенных в их корпуса. Отражательные плиты, загрузочный лоток 6, стенки корпуса в зоне дробления футеруются плитами из износостойкого материала. Для предотвращения налипания дробимого материала на отражательные бронеплиты предусмотрен их подогрев с помощью горячего масла, подаваемого от специальной установки в полости, имеющиеся внутри бронеплит.

На входной части дробилки установлен бункер, на нем закреплена рельсовая балка с электроталью, предназначенной для механизации ремонтных работ. В бункере размещена цепная завеса, препятствующая выбрасыванию материала из дробилки. Для упрощения ремонтных работ верхняя часть корпуса дробилки выполнена откидной, для чего предусмотрены два гидроцилиндра.

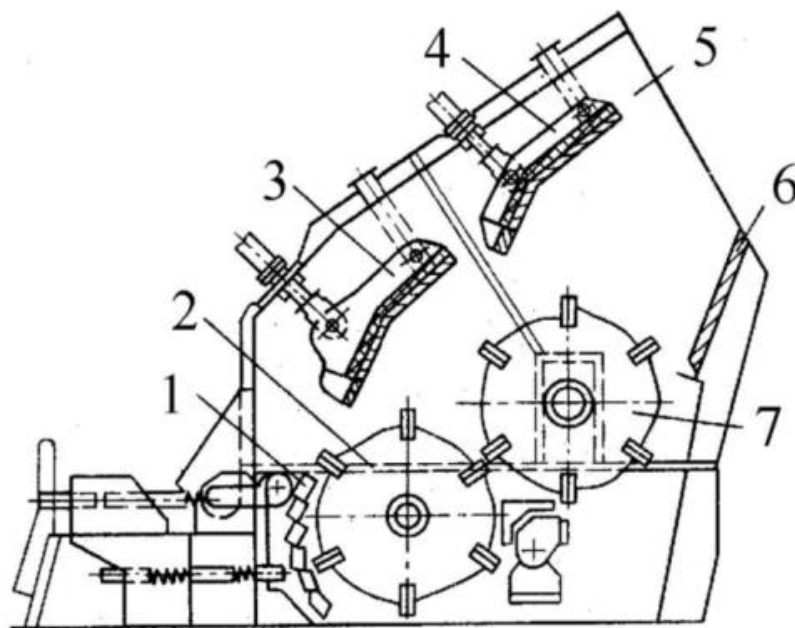


Рис. 10. Двухроторная дробилка

При наличии технологической необходимости совмещения операций измельчения и сушки материала используют двухроторные дробилки-сушилки (рис. 11).

Несущим узлом дробилки-сушилки является корпус 2, выполненный сварным, сборным из отдельных элементов. Изнутри корпус в зоне дробления отфутерован износостойкими плитами. В верхней части корпуса предусмотрена приемная воронка 1, в нижней – загрузочные патрубки 5. Для подвода газообразного теплоносителя и отвода отработавших газов в корпусе имеются боковые патрубки 6 и 7. В корпусе установлены два ротора 4 с жесткозакрепленными билами, вращающиеся в противоположные стороны. Валы роторов опираются на самоустанавливающиеся сферические подшипники качения. Над каждым ротором в корпусе дробилки смонтированы ударно-отражательные механизмы 3, на каждом из них в четыре ряда закреплены отражательные плиты из износостойкого материала. Для предотвращения перегрева валов предусмотрено их водяное охлаждение.

Роторы приводятся в движение от индивидуальных электродвигателей через клиноременную передачу. Исходный продукт – влажная глина – подается в дробилку-сушилку через загрузочную воронку; по боковым патрубкам воронки из топки поступает горячий газ. Под действием быстровращающихся роторов глина измельчается, поддерживается в динамически взвешенном состоянии и одновременно интенсивно подсушивается. Дополнительное измельчение глины происходит при ударе ее кусков об отражательные плиты. Готовый продукт разгружает-

ся через нижние патрубки. Отработавшие газы вместе с пылевидными фракциями глины выходят через нижние боковые патрубки. В дробильно-сушильном агрегате так же предусмотрены шлюзовые затворы, устанавливаемые на загрузочных патрубках дробилки и служащие для устранения подсосов наружного холодного воздуха; топка для подготовки горячих газов; пылеулавливающая установка; аспирационный дымосос; вспомогательное оборудование.

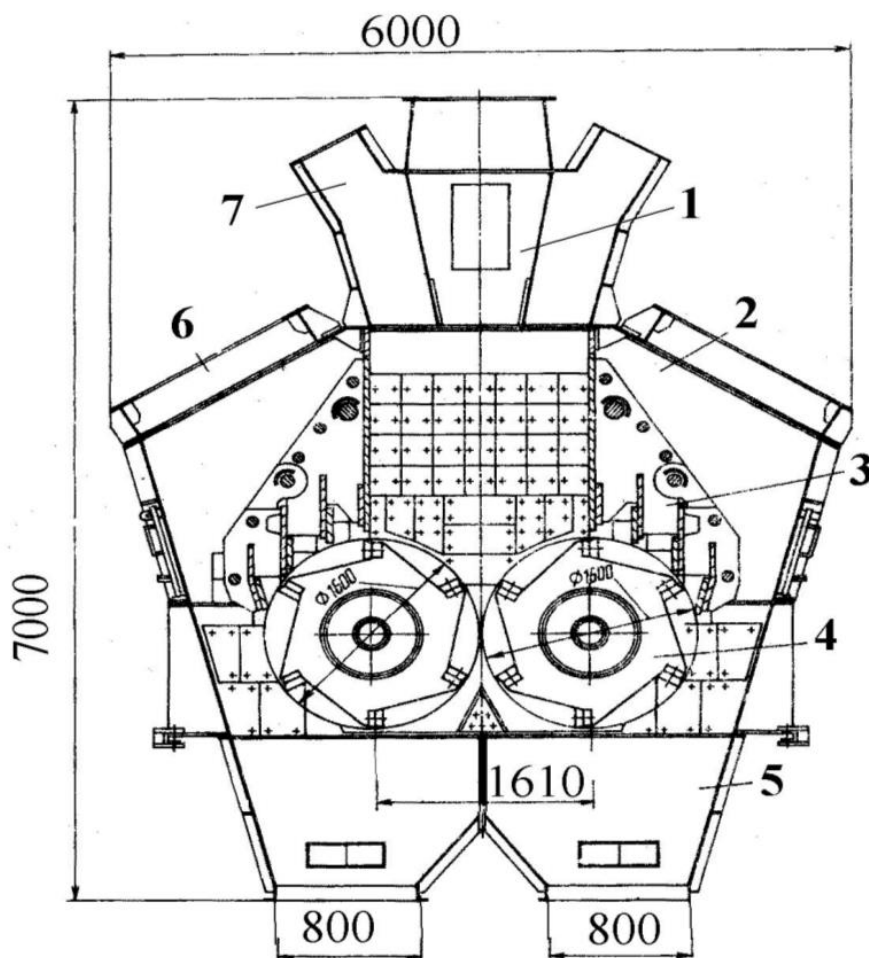


Рис. 11. Двухроторная дробилка-сушилка

2.2.3. Молотковые дробилки

Молотковые дробилки (рис. 12) используются для первичного дробления пород неабразивных хрупких, мягких и средней прочности (известняк, мел, гипс, асбестовая руда, кирпичный бой, каменный уголь, глина, мергель, твердый известняк и т.п.) с естественной влажностью не более 8–10 %. Они применяются также для вторичного дробления материала размером 100–200 мм до 20 мм и мельче. Для дробления вязких

или липких материалов, а также материалов с влажностью свыше 15 % молотковые дробилки непригодны.

Для материалов, способных к забиванию, применяются молотковые дробилки с подвижной плитой.

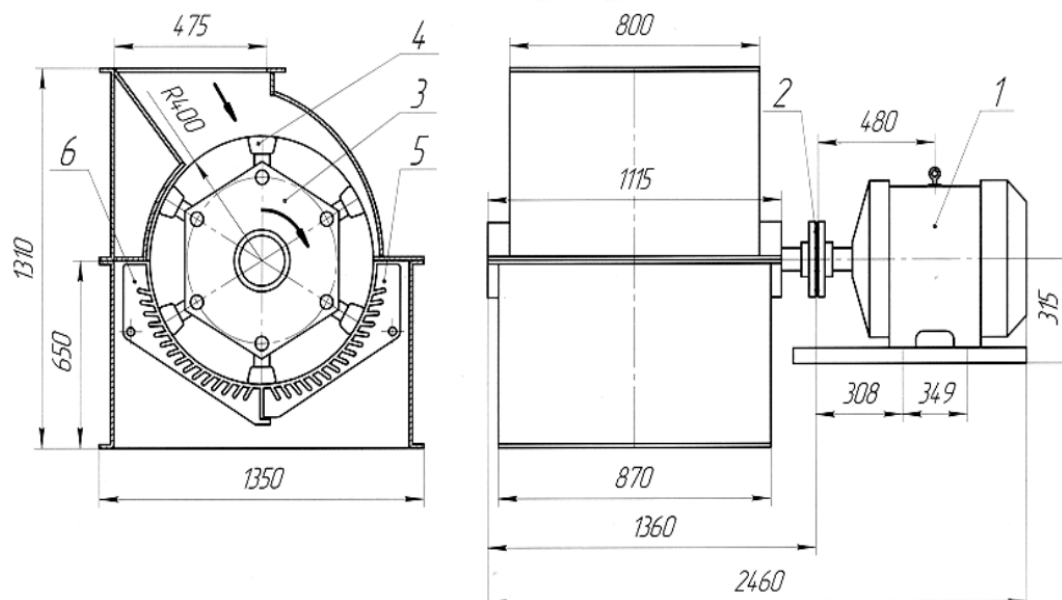


Рис. 12. Молотковая дробилка: 1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – ротор; 4 – молотки; 5, 6 – плиты

В молотковых дробилках материал измельчается за счет удара быстровращающихся молотков 4 по кускам материала, ударов кусков друг о друга и о броневые плиты 5, 6, на которые материал отбрасывается. Достоинство молотковых дробилок состоит в невысоких удельных энергозатратах. Дробление ударом в этой дробилке дает больший эффект измельчения, чем дробление раздавливанием. К достоинствам молотковых дробилок относятся также: простота и компактность конструкции, достаточная надежность, небольшой вес, непрерывность работы, большая производительность. Молотковые дробилки различаются по способу крепления молотков, их расположению, числу роторов 3, по направлению их вращения (реверсивные и нереверсивные), по форме дробящих плит, по типу и положению загрузочного устройства.

2.2.4. Конусные дробилки

Конусные дробилки применяют для дробления прочных и высокопрочных горных пород на различных стадиях дробления. Дробление материалов в конусных дробилках осуществляется между двумя усеченными конусами, расположенными один в другом, непрерывно при

круговом движении внутреннего дробящего конуса. В камере дробления одновременно образуются зона сближения (дробление) и зона отхода конусов (разгрузка). Обе зоны диаметрально противоположны и перемещаются по окружности в соответствии с вращением эксцентрикового вала дробилки.

Верхнее кольцеобразное сечение камеры дробления – приемное отверстие, нижнее – выходная щель. Наименьшее расстояние между окружностями кольца щели является ее шириной, то есть щель измеряется в зоне сближения конусов. Главным параметром конусных дробилок для среднего и мелкого дробления является размер основания дробящего конуса.

Конусные дробилки классифицируют в зависимости от крупности дробления: крупного (ККД), среднего (КСД), мелкого (КМД). В нерудной промышленности применяют конусные дробилки среднего (КСД) и мелкого (КМД) дробления. Дробилки КСД и КМД подразделяются на дробилки грубого (Гр) и тонкого (Т) дробления, отличающиеся формой и размерами камеры дробления.

На рис. 13 приведена конструкция конусной дробилки среднего дробления. Основными ее сборочными единицами являются: подвижный 11 и неподвижный 4 конусы, сферический подпятник 14, эксцентриковый 19 и вертикальный 7 валы, вал 17 привода, станина 9, неподвижное кольцо 8, регулировочный механизм, загрузочная воронка 2. Монтаж всех сборочных единиц производят на станине 9 дробилки, в которой для этой цели предусмотрены соответствующие места их установки и крепления. Станина дробилки КСД-600 выполнена литой, имеет два цилиндрических прилива: горизонтальный, в котором помещается вал 17 привода дробилки, и вертикальный, в котором помещается эксцентриковый вал 19.

Дробящий конус 11 – основной рабочий орган конусной дробилки – включает в себя конус, насаженный на вертикальный консольный вал 7, футеровки 12 и распределительную тарелку 1. Нижняя часть конуса имеет опорную шаровую поверхность, служащую для передачи усилий дробления и массы конуса сферическому подпятнику 14.

Снаружи корпус защищен от абразивного изнашивания сменной футеровкой 12, которая плотно прилегает к нему внутренним обработанным пояском. В остальной части пространство между корпусом конуса и футеровкой заполняется цинком или раствором глиноземистого цемента, который при затвердении расширяется, образуя надежный контакт между обеими деталями.

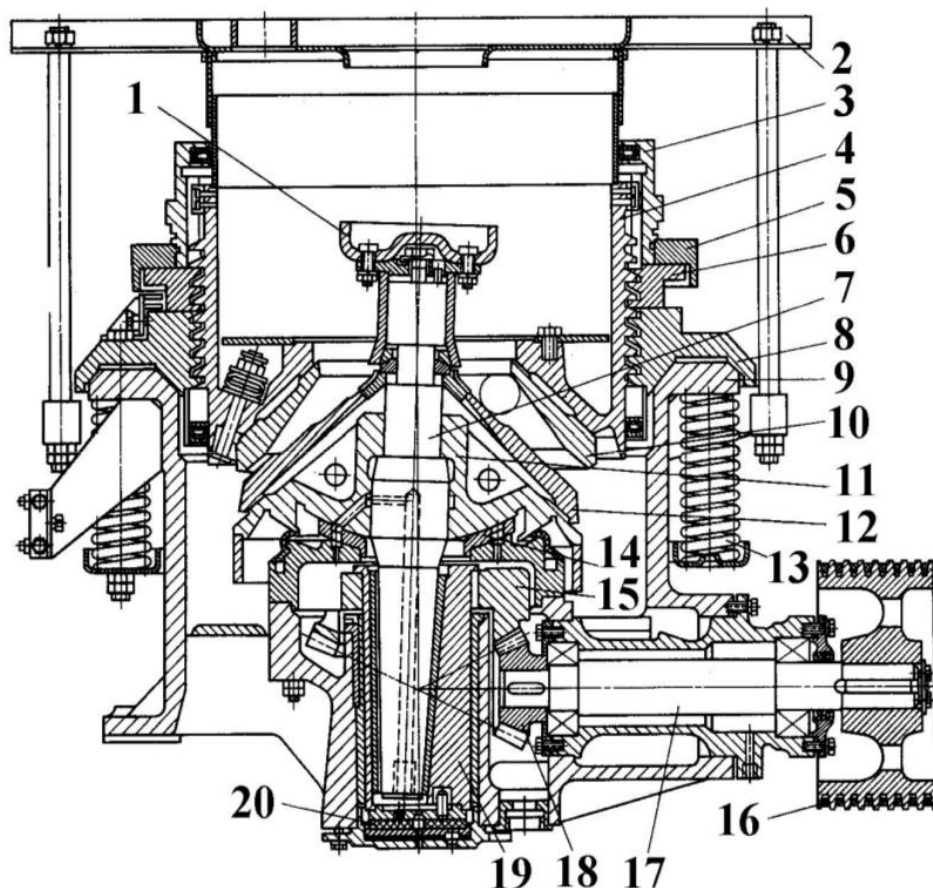


Рис. 13. Конусная дробилка среднего дробления

На верхней части вала закреплена распределительная тарелка *1*, которая при работе дробилки покачивается вместе с конусом и равномерно распределяет исходный материал по окружности приемного отверстия. Нижний консольный конец вала свободно вставляется в коническую расточку эксцентрикового вала *19*. Ось конической расточки наклонена к оси дробилки под углом $2,0-2,5^\circ$ и пересекается с осью дробилки над зоной приемного отверстия.

Эксцентриковый вал *19* устанавливается в центральную вертикальную расточку станины и опирается на подпятник *20*, состоящий из трех дисков, образующих подшипниковые пары скольжения. На верхней части эксцентрикового вала закреплена большая коническая шестерня *15*, входящая в зацепление с малой конической шестерней *18*, укрепленной на горизонтальном валу *17*. Последний приводится во вращение клиноременной передачей *16* от электродвигателя. На верхнюю часть станины *9* устанавливают опорное кольцо *8*, прижимаемое к станине винтовыми пружинами *13*, расположенными равномерно по окружности. На внутренней поверхности кольца нарезана резьба, в которую ввинчивается неподвижный конус *4*.

Пружины являются предохранительным элементом дробилки и в случае перегрузки позволяют отжать неподвижный конус от подвижного.

Одновременно при перегрузке происходит отключение электродвигателя привода дробилки. Усилие затяжки пружин должно превышать усилие дробления и обеспечивать плотное прилегание кольца к станине при нормальной работе. Внутренняя коническая поверхность неподвижного конуса от абразивного изнашивания защищена сменной футеровкой 10. Футеровки конусов выполнены из износостойкой марганцевистой стали.

Изменение выходной щели дробилки достигается проворачиванием корпуса неподвижного конуса по резьбе с помощью специального регулировочного механизма, выполняемого в виде механического или гидравлического домкрата.

2.2.5. Валковые дробилки

Валковые дробилки применяются в промышленности силикатных материалов для вторичного среднего и мелкого дробления глинистых материалов, известняка, шамота, кварца, полевого шпата. В цементной промышленности валковые дробилки применяют в основном для измельчения мягких пород – мергеля, глины, мела.

Валковые дробилки отличаются большим многообразием конструкций в зависимости от обрабатываемого сырья.

Классифицируют их следующим образом:

По форме рабочей поверхности валков:

- дробилки с гладкими валками;
- дробилки с ребристыми (рифлеными) валками;
- с зубчатыми валками;
- с винтовыми валками (совместно с гладкими);
- с дырчатыми валками.

По конструктивному оформлению:

- дробилки с подвижным креплением одного подшипника;
- дробилки с жестким креплением двух подшипников;
- дробилки с подвижным креплением двух подшипников.

По принципу действия (по способу измельчения):

- измельчение за счет раздавливания;
- раздавливание и истирание;
- раздавливание и удар;
- раздавливание, истирание, разрыв, раскалывание и изгиб.

Наиболее часто применяют валковые дробилки с одной парой подвижных подшипников. Подвижные подшипники удерживаются на месте пружинами, сжимаемыми специальными болтами. При попадании недробимых предметов пружины сжимаются, в результате чего увеличивается зазор между валками и недробимый предмет выпадает из дробилки, валки с помощью пружин возвращаются на место.

Валки как правило вращаются с одинаковой скоростью. В том случае, когда скорости различны, усиливается истирающее действие валков на дробимый материал.

Диаметр гладких валков должен быть в 15–20 раз больше размера поступающего куска. Дробилки с рифлеными и ребристыми валками могут захватывать куски, размеры которых в 1,5–2 раза больше указанных значений.

Степень измельчения зависит от свойств дробимого материала и конструкции валков и принимается:

- для твердых и прочных пород – 4;
- для мягких и вязких пород – 6–8.

При дроблении в зубчатых валках вязких глинистых материалов степень измельчения доходит до 11–12 и более.

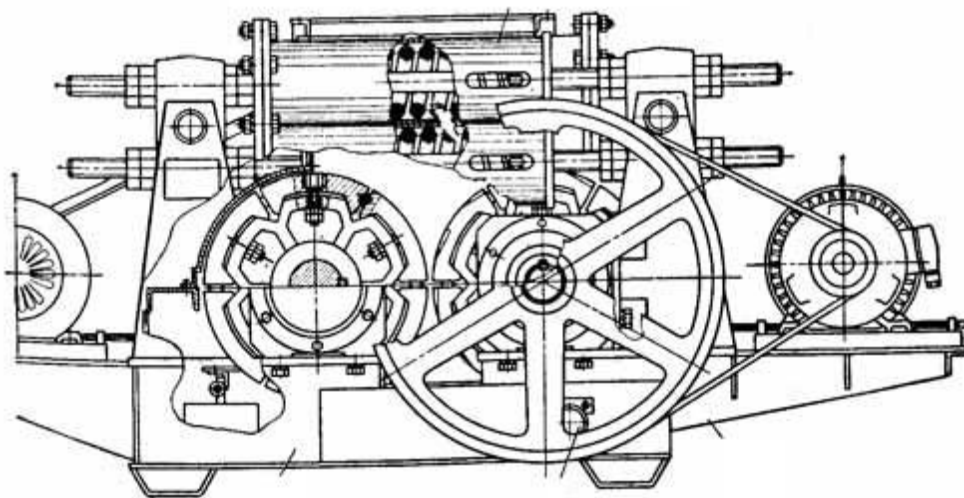


Рис. 14. Валковая дробилка

Валковая дробилка состоит из рамы, кожуха, двух валков, гребенок, двух приводов, электрооборудования. Несущая сварная металлическая рама служит опорой для валков и кожуха. Каждый валок состоит из вала с двумя дисковыми ступицами. В них крепятся сменные сегменты, образующие рабочую цилиндрическую поверхность валка.

Валки могут иметь гладкую поверхность, либо на поверхности может быть спираль или дробящие зубья различного исполнения. Валы валков опираются на подшипники скольжения. Корпуса подшипников одного из валков перемещаются в горизонтальных направляющих рамы дробилки. При этом обеспечивается возможность отхода валка в случае попадания в зазор между двумя валками недробимого предмета. Поджатие подвижного валка и его возврат в исходное положение осуществляются с помощью пружин, действующих на корпуса подшипников с обеих сторон рамы дробилки. Другой валок закреплен на раме неподвижно. Каждый валок дробилки имеет индивидуальный привод, состоящий из электродвигателя, эластичной муфты, редуктора и универсального шпинделя. В нижней части рамы крепятся металлические гребенки для очистки рабочей поверхности валков от налипшего дробимого материала. Смазка подшипников скольжения валков, направляющих опор подшипника подвижного валка, винтов амортизирующего устройства и шпинделей – густая; смазочная система – централизованная. Принцип работы дробилки заключается в следующем. Материал, загружаемый в дробилку через окно, расположенное в верхней части кожуха, поступает в зазор между валками, вращающимися навстречу друг другу. Куски материала захватываются поверхностью валков и возможными элементами их поверхности и под действием сил трения, возникающих от давления валков на куски, продавливаются через щель между валками. При этом они измельчаются и выдаются через открытый снизу кожух на транспортирующее устройство.

Для измельчения глин также применяют валковые дробилки, валки которых не только вращаются, но и совершают возвратно-поступательные движения вдоль оси, что способствует лучшей обработке глины. Число оборотов валков одинаковое: $n_1 = n_2$.

Также здесь представлена схема одно из видов камневидельных вальцов, в которой один из валков гладкий, а другой имеет винтовую поверхность (правую и левую нарезку). Глина затягивается в зазор между валками, а камни винтовыми выступами отводятся в стороны в отвал.

Валковая дробилка (вальцы) дырчатые, могут быть два валка дырчатых, однако чаще один валок гладкий другой дырчатый.

Используют для обработки глин. Зазора между валками нет, они прижаты дуг к другу. В процессе измельчения глина продавливается через отверстия внутрь валков и отводится через открытые торцы дырчатых валков.

Дезинтеграторные вальцы применяются для для измельчения глинистых пород при одновременном удалении крупных недробимых включений.

Число оборотов большого вала $n_1 = 35-50$ об/мин; малого ребристого – $n_2 = 400-500$ об/мин. Выделение камней происходит по схеме: под ударами ребер малого вала глина деформируется, вследствие чего поглощается значительная часть энергии удара и глина с небольшой скоростью отбрасывается на большой (тихоходный) валок и далее затягивается между валками. При попадании камня большая часть энергии удара превращается в ускоренное движение камня, который, ударяясь о гладкий валок, отскакивает от него и от верхней крышки и поступает в бункер отходов.

2.2.6. Бегуны

Бегуны применяют для мелкого дробления (размер зерен 3–8 мм) и грубого помола (0,2–0,5 мм) глины, кварца, шамота и других строительных материалов. Бегуны мокрого помола предназначены для измельчения путем раздавливания тяжелыми катками, растирания, а также для перемешивания компонентов пластичной массы с влажностью 16–22 %. Они могут быть с подвижной или неподвижной чашей. От вертикальной оси катки находятся на различном расстоянии. Один из них, вращаясь по дну чаши из сплошных плит, перемешивает, раздавливает и растирает массу, передаваемую скребком под второй каток, вращающийся по дну из перфорированных плит, через которые масса продавливается на разгрузочный диск и очищается скребками.

Бегуны сухого помола периодического действия состоят из пары гранитных или стальных катков, вращающихся на горизонтальной оси, укрепленной на вертикальном валу, который в свою очередь тоже вращается зубчатой передачей, получающей движение от привода.

Катки вращаются по горизонтально расположенному неподвижному поду, имеющему закраины, раздавливая и растирая находящуюся на нем глину или формовочную массу. Сверху бегуны закрыты металлическим кожухом. Привод у бегунов нижний. Глина или смесь ее с другими компонентами в требуемом количестве засыпается в чашу, обрабатывается в течение определенного времени и затем выгружается.

У бегунов сухого помола непрерывного действия горизонтальная ось вращения катков остается неподвижной, а вращается под. Катки вращаются вокруг своей оси в вертикальной плоскости под действием силы трения. Привод у этих бегунов верхний. К поду примыкает решетчатое дно чаши. На него скребком направляется измельченный катками

материал, который просыпается через решетки и поступает к следующему агрегату. Не прошедший через решетку материал скребками вновь направляется для помола под катки.

На рис. 15 изображены кинематические схемы бегунов основных типов, выпускаемых машиностроительной промышленностью.

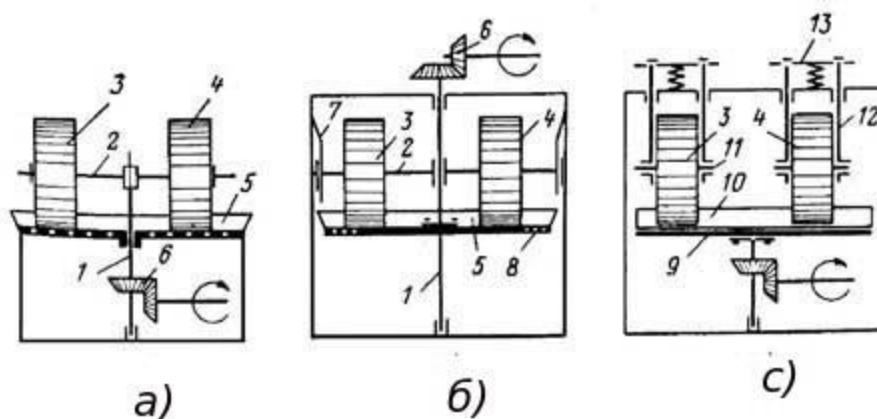


Рис. 15. Кинематические схемы бегунов

Бегуны с неподвижной чашей и нижним приводом применяются для мокрого измельчения. Они предназначены для измельчения глин влажностью более 15%. Размер (диаметр и ширина) катков таких бегунов от 1200×300 до 1800×550 мм, масса соответственно от 2 до 7 т, производительность 10–28 т/ч, расход энергии около 1,4 кВт ч/т.

К верхней части вертикального вала 1 шарнирно крепятся кривошипы осей 2 катков 3 и 4. Катки при вращении вала катятся по неподвижной чаше 5, вращаясь при этом вокруг своих горизонтальных осей 2. Шарнирное крепление осей к валу с помощью коленчатого рычага обеспечивает поднятие или опускание катков в зависимости от толщины слоя материала на чаше, а также безаварийное перекатывание по твердым частицам или недробимым предметам.

Катки находятся на разном расстоянии от вертикального вала, чтобы их дорожки перекрывали возможно большую площадь чаши.

Вертикальный вал получает вращение от двигателя и редуктора через коническую пару 6. Дно чаши бегунов состоит из отдельных плит с овальными отверстиями, размер которых выбирается в зависимости от степени измельчения и достигает от 6×30 до 12×40 мм. Чтобы отверстия не забивались, их делают уширенными книзу.

Катки бегунов измельчают, растирают глину и продавливают ее сквозь отверстия плит. К валу крепятся поводки со скребками, которые очищают борта и дно чаши от налипшей глины и равномерно подают ее

под катки. Глина, прошедшая сквозь отверстия, направляется в спускной лоток.

Бегуны для сухого помола имеют вращающуюся чашу и верхний привод.

Размер катков у таких бегунов от 600×200 до 1800×450 мм, масса до 7 т, производительность 0,5–10 т/ч, расход энергии от 2,2 до 4 кВт ч/т.

Катки 3, 4 бегунов расположены на горизонтальной оси 2 и вращаются на ней, увлекаемые силами трения при вращении чаши 5. Концы горизонтальной оси катков находятся в направляющих 7, по которым ось с катками может перемещаться вверх и вниз в зависимости от слоя материала в чаше или при попадании под каток недробимого тела.

На верхней части вертикального вала 1 расположена коническая зубчатая пара 6, получающая вращение от привода. В нижней части вала жестко крепится ступица чаши. Дно чаши у центра и под катками выложено сплошными плитами, а по периферии чаши укладывается кольцевое сито 8.

Скребокковые устройства равномерно подают поступающий сверху из загрузочной воронки исходный материал под катки, а измельченный – на кольцевое сито. Не прошедшие сквозь отверстия сита куски материала снова подаются скребками под катки. Просеянный материал поступает на неподвижный поддон, с которого подается скребком в сборный лоток.

У бегунов рассмотренной конструкции (15, а, б) частота вращения вертикального вала составляет всего 0,3–0,6 об/с, что обуславливает низкую производительность бегунов. Возрастание же числа оборотов вызовет увеличение центробежных сил и потребует в бегунах с неподнятой чашей более сложного крепления бандажей и ступиц бегунов к осям, а также более тщательной динамической балансировки вращающихся масс, а в бегунах с вращающейся чашей измельчаемый материал будет отбрасываться к бортам чаши.

На рис. 15, в показана схема бегунов, допускающих работу на более высоких скоростях (до 0,9 об/с). Такие бегуны применяются для сухого измельчения. Они имеют вращающуюся чашу. Измельченный материал выгружается под действием центробежных сил в зазор между дном 9 и бортом 10 чаши. Ширина зазора регулируется. Частицы, величина которых больше чем зазор, подаются скребками снова под катки. Производительность бегунов достигает 75 т/ч, расход энергии 0,7–1 кВт ч/т; масса катков 5–6,5 т, что обеспечивает интенсивное измельчение материала.

Оси 11 катков 3, 4 соединены тягами 12 с поперечиной 13, которая через пружину опирается на раму. Пружина рассчитана так, что, если в чаше нет измельчаемого материала, то зазор между катком и дном

чаши составляет 8–10 мм. При работе машины катки поднимаются, освобождая пружину (а значит и раму) от нагрузки.

Благодаря такой конструкции подвески катков облегчается пуск бегунов и снижаются нагрузки на оси катков. Привод бегунов может быть нижний или верхний.

2.3. Оборудование для тонкого помола материалов

При производстве цемента, извести, гипса, керамических изделий материалы измельчаются до частиц размером 5–100 мкм. Процесс помола отличается большой энергоемкостью и высокими затратами.

Для помола материалов используют барабанные, среднеходные, ударные, вибрационные и струйные мельницы. В промышленности строительных материалов преимущественное применение имеют мельницы непрерывного действия, сухого и мокрого помола, работающие в открытом или закрытом цикле. Мельницы периодического действия используют для тонкого помола глин и глазури в производстве тонкой керамики.

2.3.1. Трубные мельницы

Для организации непрерывного процесса тонкого помола материалов применяют одно и многокамерные трубные мельницы. Возможна организация процесса помола по сухому и мокрому способу.

Пример конструкции трубной мельницы приведен на рис. 16.

В состав мельниц входят загрузочная течка 10, цапфовые подшипники 5, торцовые крышки 2, барабан 1, разгрузочный патрубок 6, привод, смазочные устройства, электрооборудование.

Загрузочная течка 10 и патрубок 9 для подачи сушильных газов выполнены сварными из листовой стали. К течке болтами присоединена цилиндрическая горловина. Ее сопряжение с загрузочным трубошнеком осуществляется с зазором, который уплотняется асбестовой пропитанной набивкой. Дно течки и внутренняя поверхность горловины защищены от износа футеровкой из листовой стали.

Опорами вращающейся части мельницы служат два цапфовых подшипника 5 скольжения. Подшипник со стороны привода – фиксирующий, воспринимающий как радиальные, так и осевые усилия. Подшипник со стороны разгрузки – плавающий, воспринимающий только радиальные усилия. У обоих подшипников имеются чугунные сферические вкладыши 4. Выпуклой сферической поверхностью вкладыш опирается на вогнутую сферическую поверхность корпуса опоры 3, что

позволяет компенсировать неточности монтажа и равномерно распределить нагрузки на рабочую поверхность подшипника. На сферический вкладыш опирается стальной вкладыш с заливкой из баббита с углом охвата цапфы 120° . Смазка подшипников – жидкостная, смазочная система – циркуляционная.

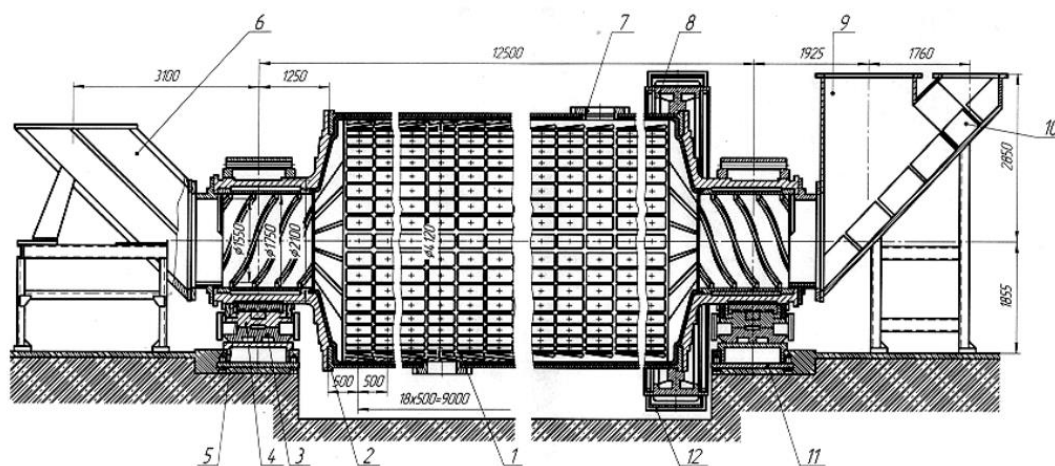


Рис. 16. Трубная однокамерная мельница

Сферические поверхности вкладыша и корпуса опоры, а также рабочая поверхность цапфового подшипника пришабриваются по сопрягаемым деталям. В баббитовой наплавке подшипников имеется карман, в который подается масло под давлением 10 МПа, при этом обеспечивается работа подшипника в режиме гидроподпора, что необходимо для снижения потерь мощности на трение в подшипниках в моменты пуска и остановки мельницы, а также для предохранения баббита от задиров. Корпус подшипника закреплен на фундаментной раме 11 сварной конструкции с обработанной верхней плоскостью, которая является базой для выверки. Рама прикреплена к фундаменту анкерными болтами. Положение подшипника в вертикальной плоскости регулируется отжимными болтами. Выверка положения корпуса опоры на фундаментной раме в горизонтальной плоскости проводится с помощью регулировочных болтов. На корпусе имеются люки 7.

Барaban мельницы сварной конструкции. Для предохранения внутренней поверхности от изнашивания барабан футеруют износостойкими бронеплитами, а для предохранения от повреждения и уменьшения шума и теплотерь под ними прокладывают асбестовую ткань или другой подобный материал.

Мельница размером $4,2 \times 10,0$ м является однокамерной: междукамерную перегородку в барабане не устанавливают.

Загрузочная и разгрузочная торцовые крышки 2 представляют собой стальные отливки, выполненные заодно с пустотелыми цапфами и присоединяемые к фланцам барабана болтами. Внутренняя поверхность торцовых крышек также футерована литыми бронеплитами.

Загрузочный и разгрузочный трубошнеки имеют сварную конструкцию.

Спираль в загрузочном трубошнеке способствует загрузке мельницы материалом, а спираль в разгрузочном трубошнеке служит для возврата недомолотых частиц материала и мелющих тел в барабан.

Разгрузочный патрубок 6, имеющий эллипсоидное сечение, выполнен сварным из листовой стали. Для исключения завала материала его устанавливают на тумбе под углом 45° . К патрубку болтами присоединяют цилиндрическую разгрузочную горловину, внутреннюю поверхность футеруют листовой сталью.

Привод обеспечивает рабочее вращение мельницы с частотой 15,6 об/мин и медленное вращение при ремонтных работах с частотой 0,176 об/мин. Рабочее вращение передается от электродвигателя главного привода через промежуточное соединение и подвенцовую шестерню к зубчатому венцу 8, который при помощи болтов закреплен на барабане мельницы. Медленное вращение передается от электродвигателя вспомогательного привода через тормозную муфту, вспомогательный редуктор, кулачковую муфту, ротор двигателя главного привода, промежуточное соединение и венцовую пару к мельнице.

Одновременное включение и работа обоих электродвигателей исключаются электроблокировкой. Вспомогательный привод включается и выключается с помощью кулачковой муфты при воздействии на ручной механизм. Наличие тормоза в системе вспомогательного привода позволяет фиксировать мельницу в любом положении.

Привод мельницы выполнен периферийным с открытой зубчатой передачей, для того чтобы можно было оставить разгрузочную цапфу свободной для пневматической разгрузки мельницы. Зубчатый венец, состоящий из двух половин, соединяемых болтами и стяжными кольцами, крепится к фланцу крышки стяжными и призонными болтами. Подвенцовая шестерня с валом установлена в корпус на роликовых сферических подшипниках, смонтированный на фундаментной раме. Регулирование и фиксация положения подвенцовой шестерни относительно венца при монтаже и в процессе эксплуатации по мере изнашивания зубьев производятся винтовыми упорами. Венцовая пара закрыта металлическим секционным кожухом 12, имеющим двустороннее уплотнение от попадания пыли. Вал подвенцовой шестерни имеет два одинаковых выходных конца, позволяющих поворачивать ее при изнашивании одной стороны зуба.

Оптимальный набор мелющих тел (шаров) выбирают в процессе эксплуатации мельницы, поскольку он зависит от физико-механических свойств и влажности размалываемого материала, качества металлов шаров, интенсивности их изнашивания. Масса мелющих тел периодически пополняется; при их полной замене выдерживается соотношение масс шаров каждого размера. На значительной длине барабана мельницы установлены конусоволнистые бронефутеровочные плиты, которые способствуют самосортированию мелющих тел: крупные шары смещаются в сторону загрузочной части и участвуют в дроблении и измельчении наиболее крупных кусков материала, мелкие смещаются в сторону разгрузочной части и участвуют в дроблении и измельчении мелких частиц материала. Со стороны загрузочного конца установлена бронефутеровка из крупносортового проката.

Сырьевая шихта, состоящая из смеси известняка и глины и корректирующих добавок, подается через шлюзовой затвор в загрузочную течку 10 мельницы, откуда ссыпается в трубошnek, смонтированный внутри полой загрузочной цапфы, и транспортируется в помольную камеру барабана 1. Сюда же через газоход 9 в загрузочной течке подаются горячие дымовые газы, отходящие от печного агрегата технологической линии. В случае остановки последнего при работающей мельнице сушильные газы в нее подаются из топки, которая входит в состав помольного агрегата.

Материал измельчается за счет дробящего и истирающего воздействия на него мелющих тел (шаров), находящихся в помольной камере. При вращении барабана мельницы мелющие тела и материал под действием центробежных сил и сил трения поднимаются вверх до тех пор, пока радиальная составляющая силы тяжести не превысит центробежную силу, после чего куски материала и шары падают вниз, устанавливается постоянное перемещение материала вверх-вниз, во время которого происходит его измельчение путем раскалывания, раздавливания и истирания. Одновременно материал подсушивается.

Размолотый и подсушенный, он выносится вместе с потоком газа из мельницы через торцевую крышку 2 и разгрузочный патрубок 6 в проходной сепаратор, где разделяется на готовый продукт, который подается в силос сырьевой муки, и крупку, которая возвращается в мельницу на домол.

Многокамерные трубные мельницы применяются в технологических линиях мокрого и сухого способов производства: для мокрого помола сырьевых материалов с корректирующими добавками, а также для помола клинкера с добавками (рис. 17).

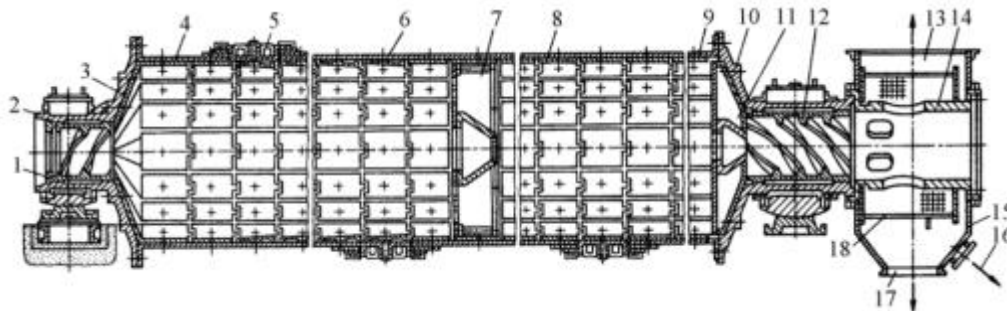


Рис. 17. Трубная многокамерная мельница:

1 – загрузочный трубошnek; 2 – загрузочная крышка; 3 – футеровка загрузочной крышки; 4 – корпус барабана; 5 – люк; 6 – футеровка первой камеры; 7 – междукамерная перегородка; 8 – футеровка второй камеры; 9 – крепление футеровки; 10 – разгрузочная крышка; 11 – диафрагма; 12 – разгрузочный трубошnek; 13 – патрубок для выхода аспирационного воздуха при работе мельницы на помоле клинкера с добавками; 14 – разгрузочный патрубок; 15 – разгрузочная камера; 16 – выгрузка недомолотого продукта, осколков мелющих тел и т.д.; 17 – течка для выгрузки готового продукта; 18 – сито

Все мельницы аналогичны по основным конструктивным и компоновочным решениям, которые включают:

- загрузочную часть (загрузочная крышка 2 с цапфой, трубошnek 1, бронефутеровочная плита 3, течка);
- цапфовые подшипники (корпус подшипника, корпус вкладыша, вкладыш, рама);
- среднюю часть (корпус 4, барабан с люками 5, междукамерная перегородка 7, плиты бронефутеровочные 6, 8);
- разгрузочная часть (разгрузочная крышка 10, диафрагма 11, секторы разгрузочной решетки, разгрузочный трубошnek 12, разгрузочный патрубок 14);
- разгрузочную камеру 15;
- сито 18;
- привод (промежуточное соединение, редуктор главного привода, редуктор вспомогательного привода);
- смазочную систему: электрооборудование (синхронный электродвигатель главного привода и электродвигатели вспомогательных механизмов, приборы контроля за состоянием смазочного материала и температурой подшипников).

В конструкцию мельниц, предназначенных для помола клинкера с добавками, могут быть также включены (по договоренности заказчиком) установки для ввода в мельницу поверхностно-активных веществ (ПАВ) и впрыска в мельницу воды.

Каждая мельница представляет собой пустотный барабан 4, защищенный изнутри от изнашивания бронефутеровочными плитами 6, 8. Барабан разделен на две камеры междукамерной перегородкой 7.

Футеровочные плиты обеих камер отлиты из высококачественной, высоколегированной стали; футеровка второй (по ходу движения материала) камеры мельниц, работающих на мокром помоле сырья, может выполняться из резины специальных сортов.

К фланцам барабана на болтах крепятся две торцевые крышки (загрузочная и разгрузочная), выполненные заодно с пустотными цапфами, которыми мельница опирается на два самоустанавливающихся цапфовых подшипника скольжения. Мельница приводится во вращение синхронным электродвигателем главного привода через муфту, редуктор главного привода, промежуточное соединение и разгрузочный патрубок, соединенный болтами с фланцем разгрузочной цапфы. При ремонте мельница проворачивается асинхронным электродвигателем вспомогательного привода через тормозную муфту, вспомогательный редуктор, кулачковую муфту с принудительным включением, редуктор главного привода и промежуточное соединение.

Одновременное включение в работу обоих электродвигателей исключается электроблокировкой. Включение и выключение вспомогательного привода осуществляется при помощи кулачковой муфты, имеющей ручной механизм переключения. При включении кулачковой муфты конечный выключатель разрывает цепь электродвигателя главного привода. Для облегчения срабатывания муфты предусмотрена возможность реверса электродвигателя вспомогательного привода. Наличие тормоза в системе вспомогательного привода позволяет фиксировать мельницу в любом положении.

Материал, подлежащий измельчению, подается в загрузочную точку, из нее он ссыпается в трубошnek 1, закрепленный в полый загрузочной цапфе, выполненной заодно с загрузочной крышкой 2.

Вода, необходимая при мокром помоле сырьевых материалов, также подается в загрузочную точку. При вращении мельницы винтовые лопасти трубошнека перемещают материал в первую помольную камеру; в нее загружены мелющие тела – стальные шары, при помощи которых осуществляется дробление и предварительный помол материала. После этого он подается через междукамерную перегородку 7 во вторую помольную камеру, в которую загружены цилиндрические мелющие тела – цилиндрокорнцы, при их помощи осуществляется окончательный помол материала.

Через щели в загрузочной решетке – диафрагме 11, установленной в конце второй камеры, и разгрузочный трубошnek размолотый матери-

ал попадает в разгрузочный патрубок 14. При вращении мельницы через окна патрубка он поступает на круглое сито 18, которое жестко закреплено на разгрузочном патрубке и вращается вместе с ним.

Готовый материал проходит через ячейки сита и выгружается через центральную точку 17 разгрузочной камеры 15.

Недомолотый материал и остатки мелющих тел, прошедшие через щели разгрузочных секторов, специальной лопастью из сита направляются в карман приемной камеры и через боковую точку 16 удаляются по мере их накопления.

Основная работа по измельчению материала в мельнице производится при ударе свободно падающих мелющих тел. Шары под действием центробежных сил и трения о внутреннюю отфутерованную поверхность корпуса поднимаются вместе с корпусом мельницы на значительную высоту, а затем отделяются от корпуса и падают вниз на футеровку и слой материала и шаров.

Аналогичные процессы происходят во второй, цельпесной, камере.

Падение мелющих тел сопровождается ударами и дроблением, а также истиранием их о футеровку и мелющие тела. Оптимальный набор мелющих тел устанавливается в процессе эксплуатации мельниц, так как он зависит от свойств размалываемого материала, качества материала шаров и степени их изнашивания. Масса мелющих тел пополняется периодически догрузкой их приблизительно через 100 часов работы. Полная замена мелющих тел новыми производится через 1 800–2 000 часов работы.

Для уменьшения шума во время работы мельницы между бронифутеровочными плитами и корпусом барабана при монтаже помещают прокладку из асбестовой ткани или другого подобного материала; по требованию заказчика вторая камера может оснащаться резиновыми футеровочными плитами. Их применяют только при мокром помоле сырьевых материалов с нейтральной, слабокислой или слабощелочной средой, температура которой не превышает 70 °С.

Резиновые плиты крепят к корпусу барабана прижимными брусками (лифтерами) с помощью металлических планок (зажимов), входящих в пазы Т-образной формы, имеющиеся в лифтерах. Зажимы болтами прикрепляются к корпусу мельницы.

Смазка главных редукторов привода – жидкостная; смазывание – циркуляционное; смазка редукторов вспомогательных приводов – жидкостная.

Вода, вводимая в мельницу путем впрыска с помощью специальной установки, предназначена для понижения температуры цемента и снятия с его частиц электрического заряда, получаемого в процессе истирающего воздействия на них мелющих тел и бронифутеровочных плит.

Это позволяет повысить эффективность помола и в конечном итоге – производительность мельниц.

При мокром помоле сырья готовый шлам, вытекающий из мельниц, поступает в приемное устройство установки шламовых насосов, которые перекачивают его в бассейны шламовых смесителей. При помоле клинкера с добавками готовый материал – цемент просеивается через разгрузочное сито 18 и поступает по течке 17 для дальнейшего транспортирования в приемное устройство пневмокаменного или пневмовинтового насоса. В этом случае производится аспирация мельниц через патрубок 13 для устранения пыления, отбора теплоты и непрерывного удаления из камер помола готового продукта. Аспирационная система включает аспирационную шахту, циклоны, рукавный фильтр или электрофильтр, дымосос, устройства для сбора и транспортирования уловленного цемента.

2.3.2. Мельницы для мокрого самоизмельчения сырьевых материалов

Для мокрого самоизмельчения сырьевых материалов используют мельницы типа «Гидрофол» в технологических линиях производства цемента мокрым способом для предварительного измельчения мягких пластичных сырьевых материалов (глины, мела, лесса) с домолом в крупных мельницах.

Технологическое назначение мельниц типа «Гидрофол» такое же, как и глиноболтушек, вместо которых они в последнее время все чаще используются на цементных заводах. Мельницы аналогичны по конструктивным решениям и различаются только размерами.

Подлежащий измельчению материал подается ленточным конвейером или питателем в загрузочную откатную течку 1 мельницы (рис. 18), откуда он сыпается в полую загрузочную цапфу 2, оснащенную трубошнеком, при помощи которого материал транспортируется внутри цапфы в барабан мельницы. Необходимая для мокрого помола вода подается в мельницу также через загрузочную течку 1.

На внутренней поверхности цилиндрической части барабана 5 закреплены бронеплиты и лифтеры, выполненные из износостойкой стали. Материал под действием центробежных сил, возникающих при вращении барабана 5, и с помощью лифтеров поднимается на значительную высоту, откуда падает вниз, измельчаясь при этом в результате удара и истирания о слой материала, который в это время находится в нижней части барабана, а также о бронефутеровочные плиты и лифтеры. Для повышения эффективности помола в мельницы загружаются

в небольшом количестве мелющие тела (стальные шары диаметром 80–100 мм). Торцевые стенки барабана имеют конусную форму. Снаружи они оснащены отдельными радиальными ребрами, а изнутри отфутерованы бронефутеровочными плитами из износостойкой стали. Со стороны разгрузки рабочее пространство барабана в месте примыкания его к разгрузочной цапфе ограничено вертикальной перегородкой с концентрически расположенными коническими отверстиями для пропуска готового материала. Полученная пульпа выдается из мельницы через полу разгрузочную цапфу 9 и закрепленную на ее продолжении разгрузочную трубу 10. Только от 20 до 40 % выдаваемого мельницей измельченного продукта является готовым, для домола он направляется в трубные мельницы.

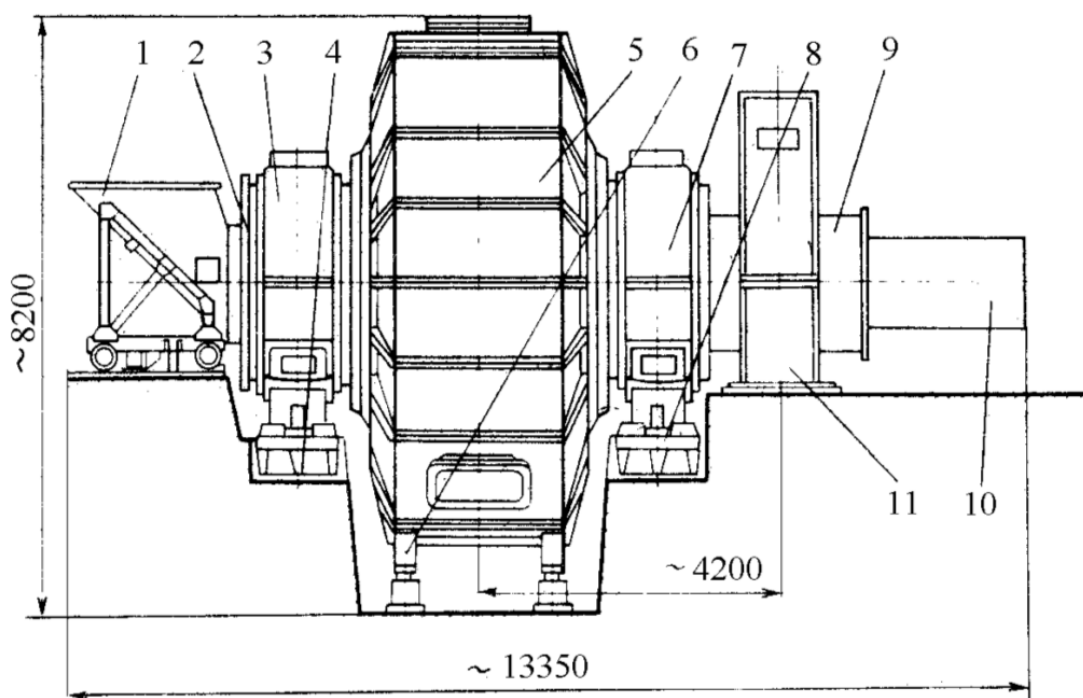


Рис. 18. Мельница типа «Гидрофол»

Установка на тракте транспортирования измельченного материала от мельницы типа «Гидрофол» к трубным мельницам гидроклассификатора, при помощи которого из пульпы можно выделить готовый продукт, позволяет существенно уменьшить количество материала, направленного на доمول в трубные мельницы, и при этом повысить их производительность.

На фундаментные рамы 4 и 8 мельница опирается через цапфовые подшипники скольжения, заключенные в корпуса 3 и 7; для компенса-

ции возможных неточностей монтажа, неравномерной посадки фундаментов под опорами, деформации корпуса мельницы вкладыш цапфовых подшипников устанавливается на сферических опорах.

Привод *11* мельницы – периферийный с зубчатым венцом, закрепленным на консоли разгрузочной цапфы; в зацепление с ним входит подвенцовая шестерня, которая получает вращение от электродвигателя через редуктор. Для проворачивания мельницы на небольшой скорости при ремонтах и футеровочных работах предусмотрен вспомогательный привод с электродвигателем и редуктором, тихоходный вал которого соединен муфтой с быстроходным валом главного редуктора. Эта муфта включается лишь при работе вспомогательного привода. Главный электродвигатель в этих условиях не работает.

Смазка цапфовых подшипников и редуктора главного привода – жидкостная, смазывание – циркуляционное. Для подъема корпуса мельницы при ремонтах предусмотрены гидравлические домкраты *б*.

Производительность мельниц зависит от размалываемого материала, наличия в нем трудноизмельчаемых включений, влажности пульпы и других сопутствующих факторов.

2.3.3. Агрегаты для помола клинкера с добавками

Для помола клинкера с добавками в замкнутом цикле с целью получения цемента высокой степени измельчения (с удельной поверхностью 3000–3200 см²/г и выше) используются комплексные агрегаты СММ-154 и СММ-154.1. Их можно применять в технологических линиях производства цемента сухим и мокрым способами.

Конструкция агрегата СММ-154.1 (рис. 19) включает: мельницу *5* размером 4,0×13,5 м, циклонный сепаратор *8*, ковшовый элеватор *б*, камерные пневматические насосы *16*, *21* и аэрожелоба *7*, *9*, *18*, весовые дозаторы *12–14*, дымосос *2*, другое оборудование.

Аспирационный воздух, выходящий из мельницы, подвергается трехступенчатой очистке от содержащегося в нем цемента: в аспирационной шахте *4*, батарее циклонов *3* и в фильтрах *1*, *10*. Для аспирации аэрожелобов, элеватора, мест пересыпки материала предусмотрен отдельный рукавный фильтр. Кратность циркуляции материала в системе при работе агрегата по замкнутому циклу принимается равной 4–6. С учетом этого и рассчитывают производительность транспортирующих систем.

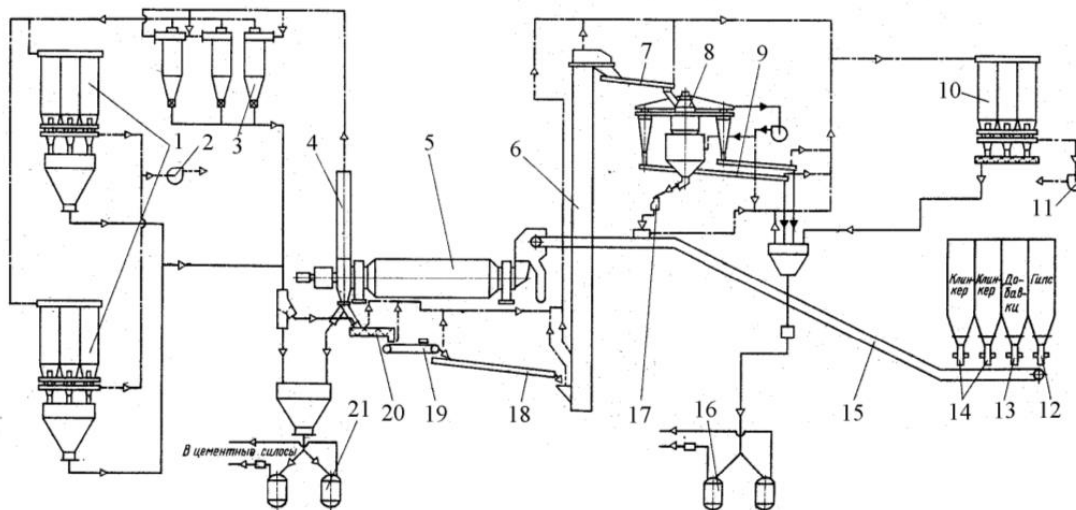


Рис. 19. Схема агрегата для помола клинкера с добавками

2.4. Оборудование для классификации, дозирования и гомогенизации

В технологии силикатных материалов приходится решать задачи по разделению материалов, исходя из фракционного состава частиц.

Исходная сырьевая масса, поступающая из карьеров на дробильно-сортировочное предприятие, и продукт дробления дробилок представляют собой зерновые смеси, состоящие из различных по размеру частиц – от пылевидных до кусков размером 300–1200 мм.

Зерновые смеси разделяют на фракции по крупности частиц.

Разделение осуществляется двумя методами:

- сортировкой на просеивающей поверхности с калиброванными отверстиями – грохочением;
- сортировкой в жидкой или газообразной среде в результате различной скорости осаждения частиц разной крупности – классификацией.

Грохочение применяется в промышленности для разделения частиц и кусков размером более 3 мм, редко до 1 мм; классификация – для разделения песков на фракции, т.е. для частиц размером менее 3 мм. Соответствующее этим процессам оборудование получило название грохоты и классификаторы.

2.4.1. Грохоты

В силикатной промышленности применяют одномассовые инерционные грохоты с дебалансным вибровозбудителем. Грохоты предназначены для грохочения сыпучих материалов с насыпной плотностью до

2,8 т/м³. В зависимости от насыпной плотности сортируемого материала 1,4; 1,8 и 2,8 т/м³ грохоты соответственно разделяют на три типа: лёгкие (Л), средние (С) и тяжелые (Т). Грохоты также принято подразделять по траектории движения: с круговыми или близкими к ним (И) колебаниями и с прямолинейными (С) колебаниями. Грохоты с круговыми колебаниями или близкими к ним выполняют наклонными (10–30°), а с прямолинейными и близкими к прямолинейным – горизонтальными или слабонаклонными (0–5°).

Колосниковый инерционный грохот тяжелого типа (ГИТ) СМД-113 (рис. 20) состоит из корпуса 1; колосников 2, установленных двумя ступенями; вибровозбудителя 5; привода 4 и пружинных опор 3.

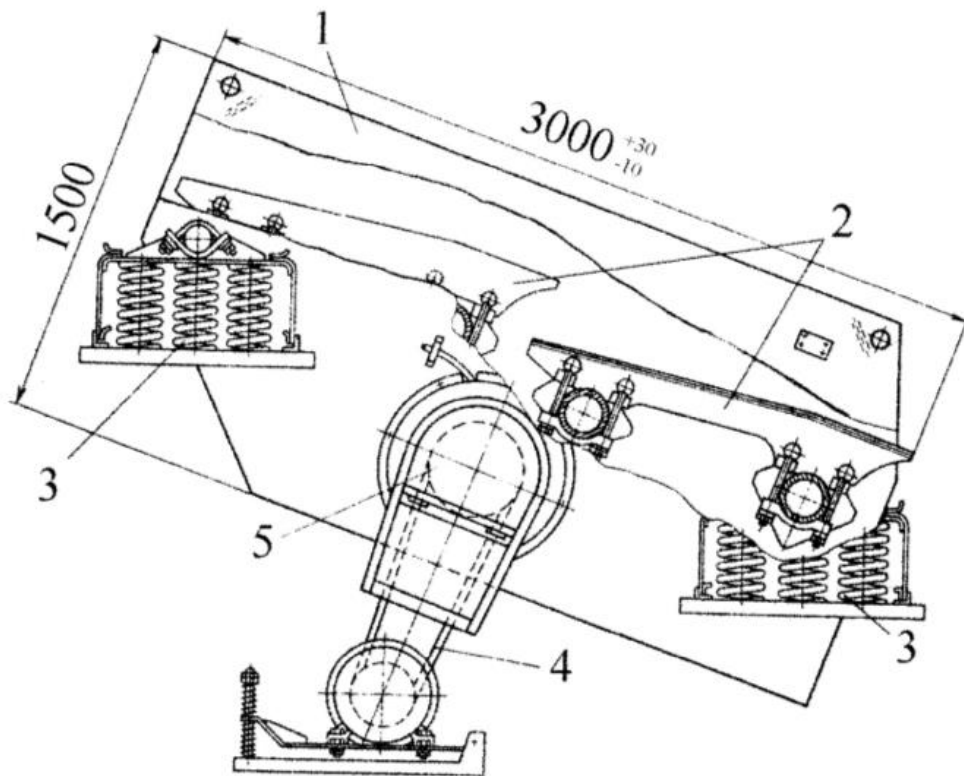


Рис. 20. Колосниковый инерционный грохот тяжёлого типа

Короб металлический, коробчатой формы; боковые стенки соединены между собой поперечными связями и трубой вибровозбудителя.

Последняя служит также защитой вала от изнашивания.

Колосники крепят в коробе специальными скобами, обеспечивающими быстрый их съём и установку. Щель между колосниками в направлении движения материала расширяется, благодаря чему они не забиваются камнями. Подвеска из цилиндрических пружин расположена в специальных поворотных кронштейнах, закрепленных на коробе.

Этим достигается возможность установки грохота под различным углом наклона.

Наклонные среднего типа виброгрохоты (ГИС) предназначены для окончательной сортировки щебня. Их конструкция отличается просеивающей поверхностью и способами ее крепления. В качестве просеивающих поверхностей используют сита, выполненные из металлической сетки, или решета – из синтетических материалов.

Грохоты с прямолинейными колебаниями типа ГСС и горизонтальным расположением сит отличаются в основном конструкцией вибровозбудителя, который состоит из двух валов с дебалансными грузами, вращающимися синхронно и синфазно в противоположных направлениях. Валы могут быть связаны между собой с помощью зубчатой передачи или чисто динамически. В первом случае грохоты называются самобалансными, имеющими привод на один из валов, во втором – самосинхронизирующимися, имеющими привод на каждый из валов. При вращении валов на коробе грохота возбуждаются гармонические прямолинейные колебания, направленные под углом к поверхности сита 35–45°.

2.4.2. Классификаторы

Классификаторы предназначены для разделения исходного материала на две или несколько фракций различной крупности с помощью жидкой или газообразной среды. Процесс разделения материала происходит благодаря различию скоростей стесненного падения крупных и мелких частиц, взвешенных в покоящейся или движущейся среде. Водная классификация осуществляется в механических и гидравлических классификаторах; воздушная – в пневматических классификаторах или воздушных сепараторах.

Классификаторы в промышленности нерудных строительных материалов предназначены в основном для разделения песков по крупности или выделения из песков мелкой фракции (0,14 мм), а также для промывки и обезвоживания мелкозернистого материала. Среди механических наибольшее распространение получили спиральные классификаторы, которые состоят из промывочной ванны, устанавливаемой наклонно, и одной или двух спиралей, размещаемых в ванне. На верхнем конце вала спирали устанавливают привод, на нижнем – механизм подъема спирали.

Подъем спирали позволяет производить пуск классификатора под нагрузкой без очистки ванны от песков.

Исходный материал подают вместе с водой в нижнюю часть ванны.

Крупные частицы оседают на дне; мелкие, взмучиваемые вращением спирали, – непрерывно выносятся с потоками воды через порог ванны в слив. Крупные частицы спиралью перемещаются в верхнюю часть ванны, обезвоживаются и разгружаются через отверстие на дне ванны.

2.4.3. Электромагнитный барабан сепаратор

Электромагнитный барабан (рис. 21) применяют для очистки от магнитных частиц молотой глины, кварц-полевошпатовых материалов или шихты. Очищаемый материал лотком 1 подают равномерным слоем на вращающийся барабан 2, изготовленный из латуни или стали, теряющей магнитные свойства по выходе из магнитного поля. Внутри вращающегося барабана неподвижно закреплена электромагнитная система 3, состоящая из катушек и магнитов и установленная так, что магнитное поле находится на той стороне барабана, по которой перемещается материал.

Перемещаясь вместе с барабаном, материал 6, очищенный от железосодержащих примесей, соскальзывает с барабана, не доходя до разделительной стойки, а железосодержащие примеси 4 выпадают за разделительной стойкой 5, выходя из сферы влияния магнитного поля.

В приводном барабане провода от электромагнита выведены через полый конец вала к контактной коробке, а затем через кольца и щетки присоединяются к электрической сети. Как только транспортируемый материал подходит к зоне действия магнитного поля, железосодержащие минералы и металлические частицы притягиваются к ленте и удерживаются на ее поверхности до тех пор, пока магнит не займет нижнюю точку в круговом вращении барабана и не перестанут действовать магнитные силы.

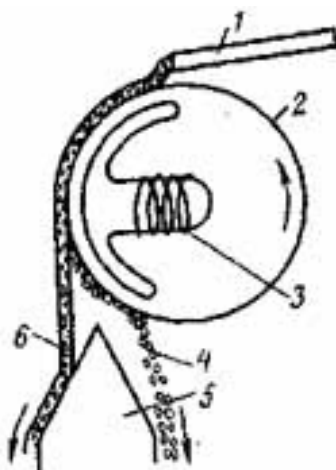


Рис. 21. Электромагнитный барабан сепаратор

После этого указанные включения отделяются от ленты и падают в отдельный бункер. Немагнитный материал с ленты сходит раньше и сыпается в другой бункер. Электромагнитные сепараторы изготовляются марок 167-Е-СЭ, 171-СЭ и имеют производительность до 56 т/ч.

2.4.4. Барабанное сито-бурат (барабанный грохот)

Выбор типа оборудования для просеивания зависит от характеристики материала, его физико-механических свойств, размеров и формы частиц, зернового состава, влажности, абразивности, липкости, способности слеживаться, смерзаться, угла естественного откоса.

Сито-бурат (рис. 22) представляет собой конический барабан 2, расположенный горизонтально, по образующей которого закреплены сита 3 от мелкого к крупному, начиная от основания с меньшим диаметром. Материал за счет конусности вращающегося барабана продвигается к выходному концу (у основания с большим диаметром) и по пути рассеивается на число фракций, соответствующее числу сит. Не прошедшая через самое крупное сито фракция возвращается на помол или удаляется как отходы.

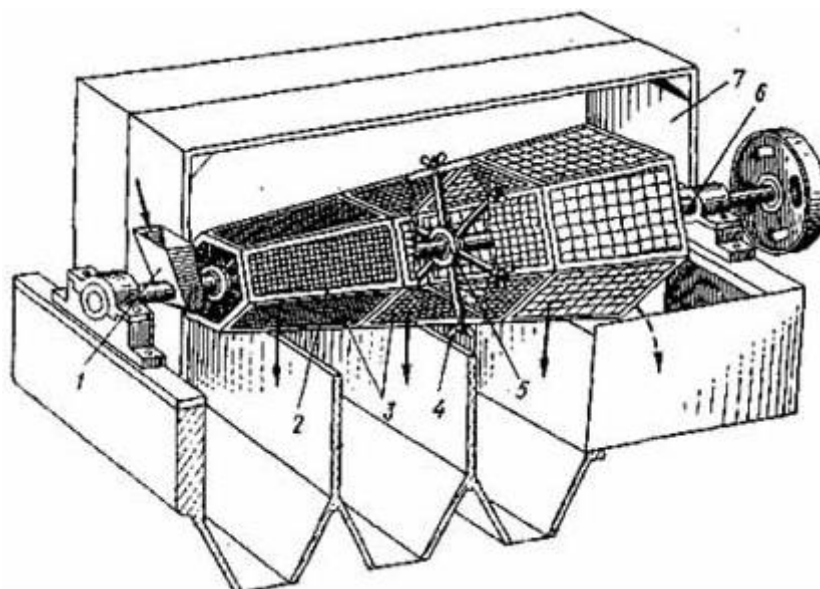


Рис. 22. Сито-бурат

2.4.5. Воздушный сепаратор

По технологическим признакам воздушные сепараторы подразделяются на две группы: проходные и циркуляционные. Проходные сепараторы (рис. 23) принимают исходный материал в виде аэромеси, а тонкий продукт вместе с воздухом или газом отводится в пылеосади-

тельные устройства – циклоны и фильтры. Данные сепараторы не применяются в цементной промышленности. Главным их недостатком является повышенное энергопотребление на пневмотранспорт материала из мельницы в сепаратор.

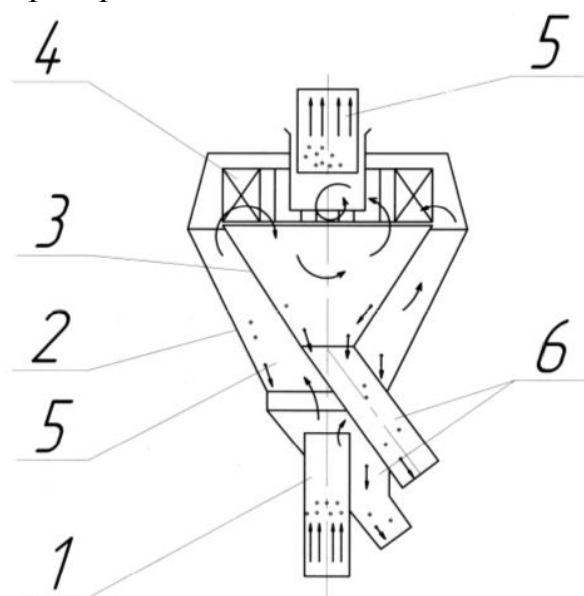


Рис. 23. Схема проходного сепаратора

Отличительной особенностью циркуляционных сепараторов (рис. 24) является то, что в одном агрегате объединены вентилятор, распылитель для образования пылевоздушной смеси, сепарирующие и пылесадочные устройства. Исходный материал подается в сепаратор механическим путем.

У циркуляционных сепараторов по сравнению с проходными в 2–4 раза меньше энергопотребление, они более удобны и у них более высокая точность разделения фракций смеси. Эти преимущества способствовали широкому распространению циркуляционных сепараторов в высокопроизводительных установках промышленности строительных материалов, в частности при производстве цемента.

В проходных сепараторах воздух с исходным материалом поступает по патрубку 1 в корпус сепаратора 2. Вследствие расширения канала, в котором движется смесь, скорость потока падает и крупные частицы выпадают из смеси под действием силы тяжести.

Мелкие частицы проходят вместе с воздухом по направляющим лопаткам 4 во внутренний конус 3, где поток закручивается и из него выпадают частицы средней крупности в результате воздействия на них центробежных сил. Крупные частицы отводятся из сепаратора по патрубкам 6, а мелкие выносятся по трубе 5 в осадитель.

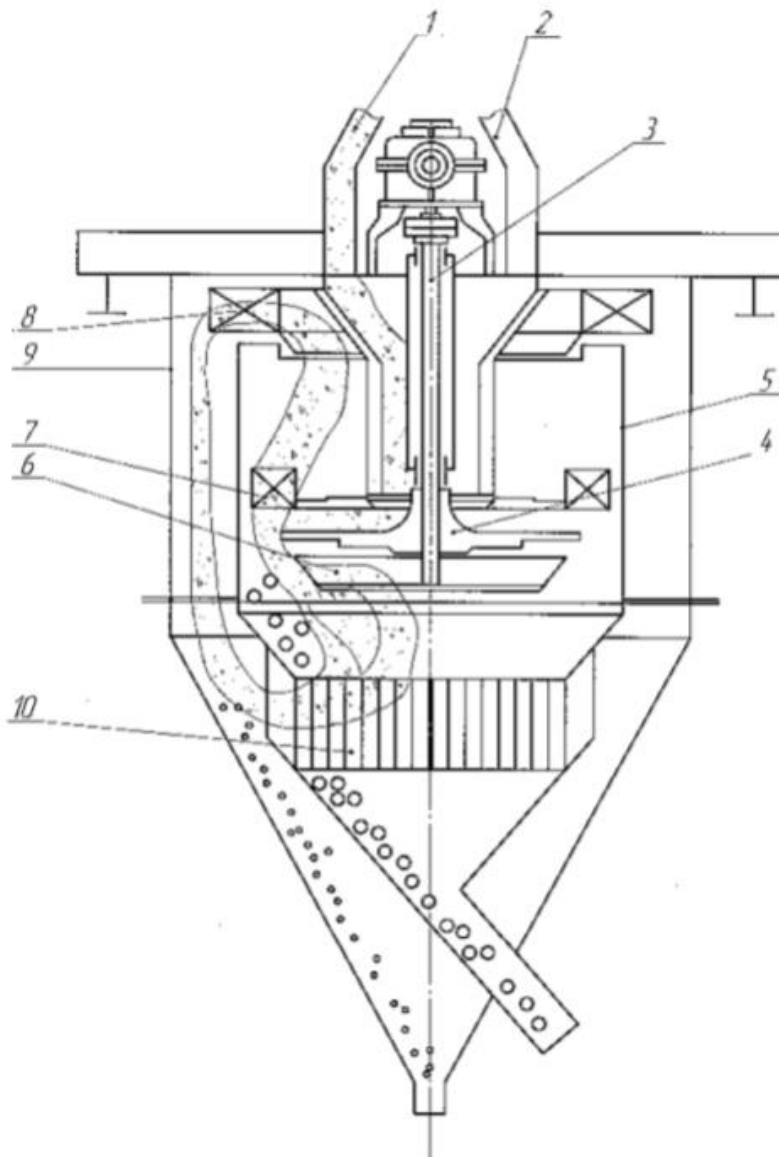


Рис. 24. Схема циркуляционного сепаратора

Граница разделения регулируется дросселированием входящего потока или путем изменения угла поворота лопаток 4. Недостатком сепараторов является повышенный расход сжатого воздуха. Такие сепараторы рационально применять в установках, где сжатый воздух используется как рабочее тело (в системах пневмотранспорта).

Отечественная промышленность выпускает проходные сепараторы диаметром от 2,5 до 5,5 м, с пропускной способностью по воздуху 20–30 тыс. м³/ч.

В циркуляционных воздушных сепараторах исходный материал поступает по патрубкам 1 и 2 на вращающийся на валу 3 диск 4, с которого сбрасывается под действием центробежной силы. Крупные части-

цы под действием силы тяжести падают или под действием центробежной силы отбрасываются к стенкам внутреннего корпуса 5, где теряют скорость и также сползают вниз, образуя «крупный продукт». Вентилятор 6 и крыльчатка 7, вращаемые вместе с диском 4, засасывают воздух из нижней зоны, который пересекает материал, сбрасываемый с диска, захватывает средние и мелкие частицы и выносит их в зону вращения крыльчатки 8. В этой зоне под действием центробежных сил вращающегося потока средние частицы отбрасываются к стенкам корпуса 5 и стекают вниз в крупный продукт. Мелкие частицы вместе с воздухом проходят сквозь вентилятор 6 в пространство между наружным и внутренним корпусами, где воздух движется вниз по спирали (циклонная зона осаждения).

Окружная скорость потока воздуха в этой зоне максимальная, вследствие чего имеющиеся в потоке мелкие частицы отбрасываются центробежной силой к стенкам корпуса 9, теряют скорость и стекают вниз, образуя «мелкий продукт». Воздух снова сквозь жалюзи 10 поступает во внутренний кожух, захватывая случайно попавшие в крупный продукт мелкие частицы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 11-01–95. Инструкция о порядке разработки, согласования, утверждения и составе проектной документации на строительство предприятий, зданий и сооружений. – М.: Госстрой России, 2001.
2. Архитектурное проектирование промышленных предприятий: учебник для вузов / С.В. Демидов, А.С. Фисенко, В.А. Мыслин и др.; под ред. С.В. Демидова, А.А. Хрусталева. – М.: Стройиздат, 1984. – 391 с.
3. Ерёмин Н.Ф. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов / Н.Ф. Ерёмин. – М.: Высшая школа, 1985. – 280 с.
4. Борщ И.М. Процессы и аппараты в технологии строительных материалов / И.М. Борщ. – Киев: Высшая школа, 1981.
5. Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций / С.Г. Силенок, А.А. Борщевский, Н.Н. Горбурец. – М.: Машиностроение, 1990. – 412 с.
6. Борщевский А.А. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий / А.А. Борщевский, А.С. Ильин. – М.: Высшая школа, 1987.
7. Бауман В.А. Механическое оборудование предприятий строительных изделий и конструкций / В.А. Бауман [и др.]. – М.: Машиностроение, 1981.
8. Гальперин М.И. Строительные машины / М.И. Гальперин, Н.Г. Домбровский. – М.: Высшая школа, 1980.
9. Борщевский А.А. Механическое оборудование для производства строительных материалов и изделий: учебник для вузов / А.А. Борщевский, А.С. Ильин. – М.: Высшая школа, 1987. – 368 с.
10. Кондратенко В.А. Керамические стеновые материалы: оптимизация их физико-технических свойств и технологических параметров производства / В.А. Кондратенко. – М.: Композит, 2005. – 512 с.
11. Оборудование для производства строительных материалов и работ: справочник / гл. ред. А.Д. Жуков. – М.: Стройинформ, 2006. – 440 с.

Учебное издание

ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И ОБОРУДОВАНИЕ ЗАВОДОВ ТНСМ

Конспект лекций

Составитель
АБАКУМОВ Александр Евгеньевич


В авторской редакции

Компьютерная верстка *Л.А. Егорова*



Национальный исследовательский
Томский политехнический университет
Система менеджмента качества
Издательства Томского политехнического университета
Сертифицирована в соответствии с требованиями 9001:2008



ИЗДАТЕЛЬСТВО  **ТПУ**. 634050, г. Томск, пр. Ленина, 30.
Тел./факс: 8(3822)56-35-35, www.tpu.ru