

000 3/5 103.0156
Б30

И.А.Булавин

МАШИНЫ
И
АВТОМАТИЧЕСКИЕ
ЛИНИИ
для производства
тонкой керамики

И. А. Булавин

МАШИНЫ
И АВТОМАТИЧЕСКИЕ
_____ЛИНИИ
для производства
тонкой керамики



МОСКВА «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1979

ББК 35.41

Б90

УДК 666.3.5 : 65.011.56

Булавин И. А.

Б90 Машины и автоматические линии для производства тонкой керамики. — М.: Машиностроение, 1979. — 325 с., ил.

В пер.: 1 р. 50 к.

В книге рассмотрены основные технологические схемы подготовки, переработки сырья и приготовления формовочных масс в производстве изделий тонкой керамики. Дано подробное описание конструкций и принципа действия машин, поточно-конвейерных и автоматических линий для производства изделий хозяйственной, технической и строительной керамики. Приведены расчеты отдельных машин и механизмов.

Книга предназначена для инженерно-технических работников заводов и проектных организаций промышленности тонкой керамики.

Б 30102-234
038(01)-79 234-79. 2802030000

ББК 35.41
6П7.3

БИБЛИОТЕКА
Днепропетровского
материального
университета

© Издательство «Машиностроение», 1979 г.

569817

ВВЕДЕНИЕ

На многих заводах, выпускающих изделия из тонкой керамики, производственный цикл охватывает все операции от обработки сырья до получения готовых изделий. На одном предприятии измельчается и обогащается минеральное сырье, готовится литейный шликер, пластичная масса (точнее паста) или пресс-порошок, отливаются, формуются или прессуются изделия, обрабатывается и глазуруется их поверхность. Некоторые заводы, изготавливающие техническую тонкую керамику в небольшом количестве, исходное сырье не обрабатывают, а используют продукцию химической промышленности.

Одной из основных задач, стоящих перед промышленностью тонкой керамики, является механизация и автоматизация производства. В девятой пятилетке были освоены и внедрены полуавтоматы и автоматы для механизации трудоемких работ. На крупных заводах силами проектных организаций, исследовательских институтов и заводских конструкторов организованы технологически эффективные механизированные и частично автоматизированные линии. Они еще не доведены до серийного изготовления и распространения на всех заводах родственного профиля. Эта работа проводится в десятой пятилетке.

В «Основных направлениях развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы» отмечается необходимость «последовательно осуществлять переход от создания и внедрения отдельных машин и технологических процессов к разработке, производству и массовому применению высокоэффективных систем машин, оборудования, приборов и технологических процессов, обеспечивающих механизацию и автоматизацию всех процессов производства, и особенно вспомогательных, транспортных и складских операций»¹.

В разнообразных по технологии производствах тонкой керамики имеются большие возможности для организации процессов

¹ Основные направления развития народного хозяйства СССР на 1976—1980 годы. М., Политиздат, 1976.

методами непрерывно-поточной работы в механизированных и автоматизированных линиях. Из факторов, благоприятствующих механизации и автоматизации производства, необходимо отметить следующие:

- 1) массовый выпуск однородной продукции;
- 2) конструктивная простота изделий;
- 3) однотипная (в основном) обработка всех изделий;
- 4) большая экономическая эффективность, которая достигается при ликвидации или уменьшении количества ручных операций по доставке и многочисленным переключкам полуфабрикатов в ящики и на планки, а также скрытых мелких простоев, при снижении боя изделий и прочих потерь, резко уменьшающихся при непрерывно-поточной работе;

5) устранение многочисленных запасов полуфабрикатов и связанное с этим уменьшение оборотных средств;

6) небольшая масса изделий и удобство их транспортирования стопками, в ящиках или на поддонах.

Приведенные особенности производства разных видов тонкой керамики дают широкие возможности для целесообразного планирования производственных процессов при введении механического транспорта. Большой выпуск изделий обуславливает организацию поточных линий с механизацией транспортирования полуфабриката по двум типичным схемам.

Первая схема (рис. 1, а) представляет так называемую работу на ленте и может широко применяться при кратковременных производственных операциях и несложных установках. Рабочие места 1 расположены рядом с конвейером 2, и полуфабрикат, снятый с ленты или полки, после обработки устанавливается обратно и транспортируется для выполнения последующих операций. По этой схеме можно организовать обработку изделий, сортировку, чистку, простые живописные разделки и подобные работы.

При работах, требующих применения сложных машин или разделения труда, целесообразно использовать вторую схему (рис. 1, б), при которой обслуживание операций осуществляется двумя транспортерами. Один из них (1) подает полуфабрикат к ряду боковых разветвлений потока 2, в котором расположены

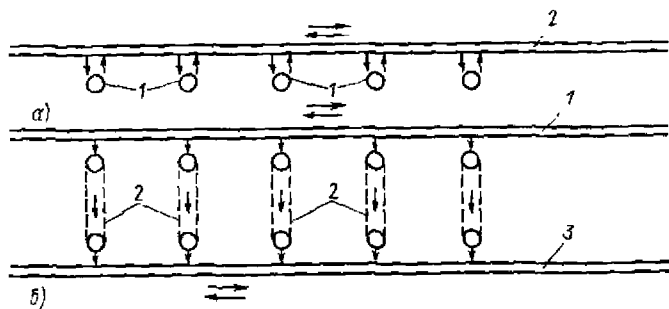


Рис. 1. Типичные схемы поточных линий

оборудование и рабочие места для выполнения данного цикла обработок, а второй (3) собирает и передает изделия для дальнейшей обработки. Эту схему можно широко использовать в тех цехах, где свойства транспортируемых продуктов резко изменяются после обработки, благодаря чему требуются конвейерные установки разных конструкций (например, в формочном цехе, куда подается керамическая масса, а выпускается сырец, проходящий через сушилки и требующий более осторожного транспортирования).

В боковых разветвлениях потока 2 могут производиться самые разнообразные механические и технологические обработки, например формовка, сушка в непрерывнодействующих сушилках, монтаж, чистка и другие, охватывающие более продолжительный цикл смежных производственных операций.

Поточная работа в формовочных и горновых цехах связана с тепловой обработкой, сушкой и обжигом, поэтому при организации механизированных линий сушилки и печи периодического действия заменяют на непрерывнодействующие туннельные и конвейерные. При этом отделочные и подготовительные операции, предшествующие тепловой обработке, организуют поточным методом с применением ленточных или люлечных конвейеров, и в процессе тепловой обработки поточность и принятый темп производства не нарушаются. Для такой линии потребуются лишь две перегрузочные операции (загрузка и разгрузка теплового агрегата), совмещаемые при правильной организации труда со смежными операциями без излишних затрат времени.

В отдельных производствах уже достигнута высшая ступень поточной работы (когда, например, тепловая обработка облицовочных плиток осуществляется вместе с предшествующими и последующими операциями на одном конвейере).

АВТОМАТИЧЕСКИЕ, МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОТОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ И ПРИГОТОВЛЕНИЯ КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС

К изделиям из тонкой керамики предъявляют высокие требования в отношении прочности, термостойкости, цвета, диэлектрических и других характеристик, поэтому для приготовления тонкокерамических масс используют наиболее чистые сорта пластичных глин, каолинов, кварца, плавней, которые подвергают иногда довольно сложной обработке.

Для производства керамических масс характерны следующие технологические процессы обработки сырья; 1) сортировка и очистка сырья промыванием или отмучиванием; 2) дробление материалов; 3) грубый и тонкий помол отошающих материалов; 4) распускание (диспергирование) глин и каолинов в воде; 5) разделение (классификация) материалов по величине зерна механическими, гидравлическими и пневматическими способами; 6) электромагнитная очистка сырья от примесей железа или железосодержащих минералов.

Сырье на заводах тонкой керамики перерабатывают в относительно небольших количествах, для чего до последних лет использовали машины непрерывного и периодического действия. Высокая трудоемкость обслуживания машин периодического действия на крупных заводах и комбинатах послужила причиной разработки и внедрения новых конструкций машин и аппаратов непрерывного действия и создания непрерывных поточных автоматических линий в цехах обработки сырья и приготовления керамической массы.

Наряду с механизацией производства керамической массы непосредственно на заводах тонкой керамики большое распространение получила (например, в США) централизованная обработка сырья на помольно-обогачительных заводах, благодаря которой на керамических предприятиях можно использовать наиболее производительное оборудование непрерывного действия и, кроме того, избавить транспорт от перевозки отходов, получающихся при обогащении сырья. Техничко-экономическая эффективность централизованного обогащения и помола сырья при наиболее

удачном расположении помольно-обогащительных заводов по отношению к сырьевым ресурсам и источникам дешевой электроэнергии очевидна.

В зависимости от принятого в данном районе порядка обеспечения действующих и новостроящихся керамических заводов сырьем применяют разные технологические схемы его обработки и приготовления керамических масс. На фарфоровых заводах СССР и Западной Европы используют обогащенный каолин и чистые пластичные глины лучших сортов, поэтому при обработке пластичных материалов ограничиваются их дроблением и распусканием с водой в мешалках, очисткой от небольших количеств песка, случайных включений и частиц железа при помощи сит и электромагнитных сепараторов.

Отощающие материалы — кусковой кварц или кварцевый песок, полевой шпат или пегматит поступают на заводы тонкой керамики без предварительного обогащения и помола, поэтому в массозаготовительных цехах используют разнообразное, небольшой мощности дробильно-помольное оборудование для обработки отошающих материалов. Выполнение функций обогащительного завода при помощи машин периодического действия осложняет работу массозаготовительных цехов и заводских лабораторий. В дальнейшем, с созданием помольно-обогащительных заводов для централизованной обработки кварцевого и полевошпатового сырья заводы тонкой керамики будут освобождены от обогащительных процессов, не имеющих прямого отношения к технологии производства тонкой керамики.

Технологические схемы, показанные на рис. 2, отражают процессы приготовления фарфоровых и фаянсовых масс, типичные для современного технического уровня наших заводов тонкой керамики. Если в производстве фарфоровой массы по схеме, изображенной на рис. 2, а, используют кварцевый песок и чистые разновидности пегматита или полевого шпата, то предварительный обжиг отошающих материалов не применяют, а кварцевый песок подают непосредственно в виброгрохот на просеивание. При использовании кускового пегматита или гранита, имеющих вредные включения железистых минералов, предварительный обжиг облегчает отсортировку этих включений и в дальнейшем помол отошающих материалов.

Продолжительность помола отошающих и пластичных материалов неодинакова, поэтому при заготовке пластичной массы по схеме, показанной на рис. 2, б, сначала в шаровую мельницу загружают раздробленные полевой шпат и кварц, затем добавляют глину и каолин. Пластичные материалы для сокращения потерь времени на загрузку и помол кусков в мельнице предварительно распускаются в мешалках и мерными баками заливаются в шаровые мельницы, в которых заканчивается приготовление жидкой керамической массы.

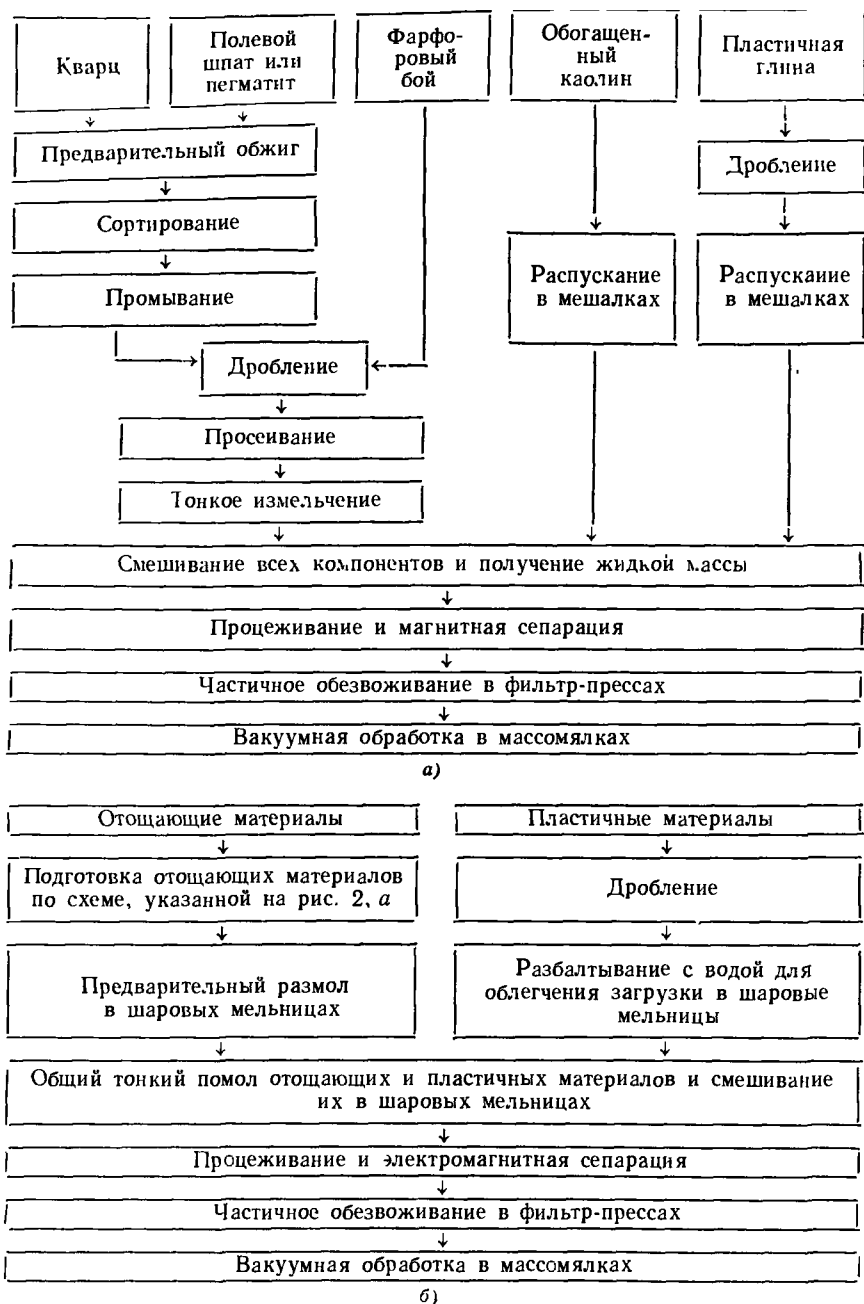


Рис. 2. Технологическая схема производства:

а — керамической массы по способу раздельного помола отошающих и пластичных материалов; б — фарфоровой массы по способу совместного помола

На некоторых заводах дозировка отощающих (каменистых) материалов выполняется на втором этаже весовыми вагонетками и загрузочными бункерами, которые расположены над шаровыми мельницами, установленными на первом этаже массозаготовительного цеха.

ЛИНИИ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ И ОБОГАЩЕНИЯ СЫРЬЯ

Автоматическая линия для измельчения отощающих материалов при производстве плиток. На реконструируемых заводах измельчение отощающих материалов выполняется в автоматической, а приготовление жидкой массы — в механизированных линиях (рис. 3).

Отощающие и пластичные материалы по эстакаде 21 подаются в вагонах на склад сырья, где разгружаются из открытых вагонов грейферным краном, а из закрытых — машиной МВС-3 по отдельным отсекам, при этом исключается возможность загрязнения сырья при разгрузке и хранении. Отощающие материалы (пегматит, полевоы шпат) другим грейферным краном 1 подаются через бункер 12, лотковый питатель 13 в щековую дробилку 20. Дробленый пегматит при помощи ленточного транспортера 22 через ковшовый элеватор 2 поступает в бункер 11, а затем через дисковый питатель 10 в бегуны 14 крупного помола. В отличие от механизированных линий, работающих по схеме, показанной на рис. 2, б, отощающие материалы из бегунов подаются ковшовым элеватором 3, ленточными транспортерами 4 и 7 в бункер 8. Кварцевый песок проходит через трубную сушилку, молотковую дробилку (для разбивания плотных комков) и подается ковшовым элеватором 6 и ленточным транспортером 5 в бункер 9.

Отощающие материалы дозируются автоматическими весами 15 и поступают в бункер 19, снабженный поворотной точкой 18 для поочередной подачи смеси в пропеллерные мешалки 17. В последние мембранными насосами подается суспензия из пластичных материалов — глины и каолина. Из мешалок суспензия,

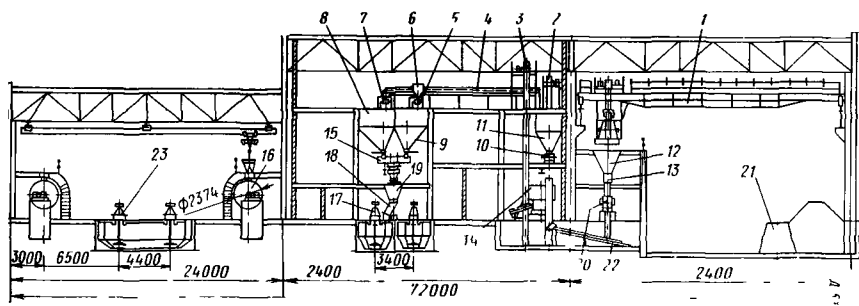
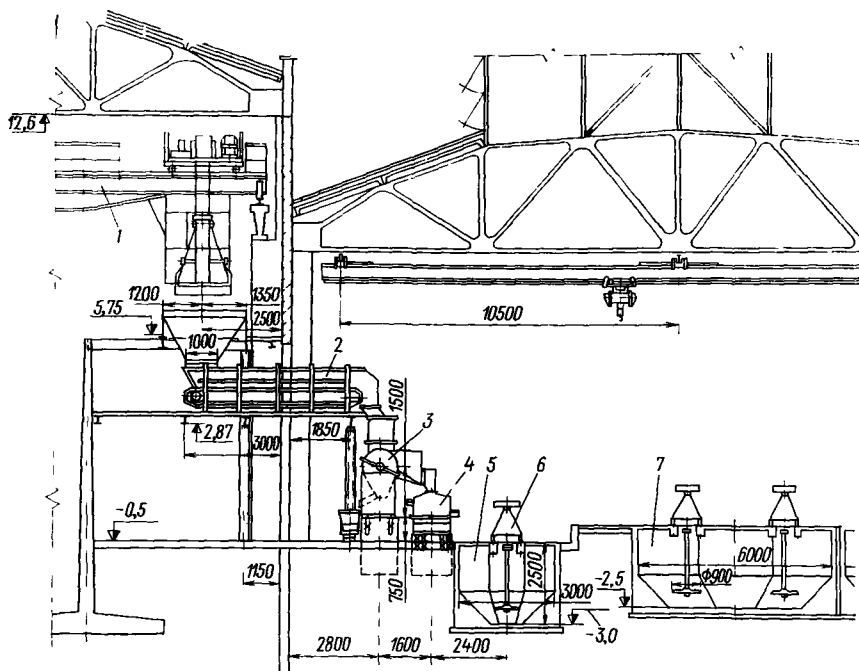


Рис. 3. Автоматическая линия для дробления и грубого помола отощающих материалов



составленная из всех компонентов массы, поочередно перекачивается мембранными насосами в шаровые мельницы 16 для совместного тонкого помола. Жидкая фаянсовая масса (шликер) сливается из мельниц в сборник 23, оборудованный тихоходными пропеллерными мешалками для удержания частиц отощающих материалов во взвешенном состоянии. В этой линии при добавлении к отощающим материалам глинистого шликера можно получить транспортабельную суспензию и подавать ее насосом в шаровые мельницы.

шликера из каолина и глины оборудовано монтажным краном-балкой.

В основное оборудование линии входят мостовой грейферный кран грузоподъемностью 5 т; разгрузчик сырья из полувагонов грузоподъемностью 5 т; машина для разгрузки крытых вагонов МВС-3; питатель КТ-5; щековая дробилка С-1823 (СМД-31); ленточные конвейеры; ковшовые элеваторы ЛГ-160; ленточный питатель ПЛ-10; бегуны с самоотсевом СМ-401 М; дисковый питатель ДЛ-6А; трубная сушилка; молотковая дробилка СМД-112; автоматические весы ДПО-100-И; пропеллерные мешалки СМ-489 А; песковые насосы ЗПСР-6; глинорезка (стругач) 615-П; роторная мельница-мешалка системы Сладкова; магнитный сепаратор для сухих материалов; магнитный сепаратор для шликера; насос-дозатор НД-630/10; вибросито; шаровая мельница ТМР-24/2 периодического действия; мембранный насос 2-СД-5/30.

Количество механизированных линий на крупных заводах и комбинатах определяется заданным выпуском продукции, а количество машин в каждой линии зависит от производительности наиболее крупных моделей серийного оборудования.

Автоматизированная линия для дробления и крупного помола отошающих материалов на заводе высоковольтных изоляторов. При реконструкции и расширении Славянского арматурно-изоляторного завода им. Артема автоматизированные линии оборудовали с использованием еще не амортизированного работавшего оборудования и с учетом возможного получения нового оборудования.

В этих условиях первичное дробление пегматита выполняется в щековой дробилке с зевом 250×400 мм. Далее он подается ленточным транспортером 1 (рис. 5) в бункер 2, через ленточный питатель 12 в валковую дробилку 11, а затем ковшовым элева-

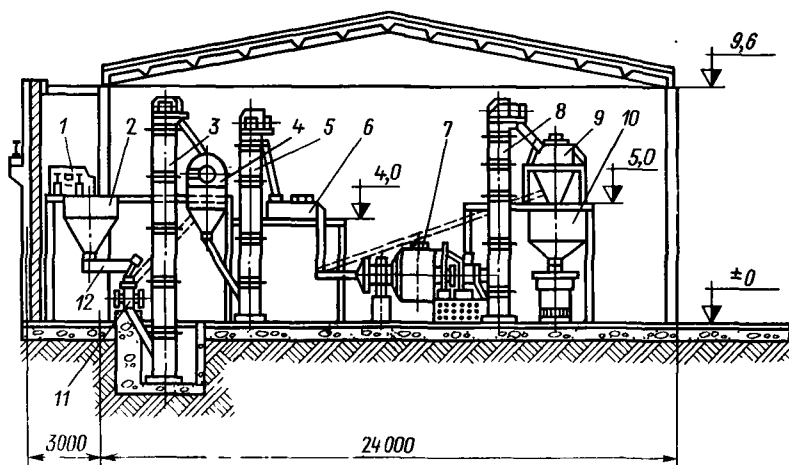


Рис. 5. Автоматическая линия дробления и грубого помола отошающих материалов при производстве высоковольтных изоляторов

тором 3 в сито-бурат 4. Мелкодробленый материал направляется элеватором 5 через магнитный сепаратор 6 в коническую мельницу 7 непрерывного действия типа «Harding» для грубого помола.

Мельница 7 сухого помола работает с помощью элеватора 8 и возвратного лотка по замкнутому циклу с воздушным сепаратором 9. Груборазмолотый отощающий материал — пегматит или полевой шпат из бункера 10 дозирующей вагонеткой доставляется в отделение тонкого помола для приготовления пластичной фарфоровой массы.

Таким образом, линия работает автоматически от загрузки рейфером кускового сырья в бункер первичной дробилки до выдачи размолотого материала в дозирующую вагонетку в соответствии с заданным рецептом фарфоровой массы. Существенным преимуществом линии является использование конической мельницы непрерывного действия для грубого помола отощающих материалов вместо бегунов, еще применяемых на многих заводах. Конические мельницы для грубого помола разгружаются как механическим, так и пневматическим способом, их легко герметизировать для устранения выделения пыли в окружающую среду.

При автоматизации последующих процессов — мокрого тонкого помола в мельницах непрерывного действия и фильтр-прессования в автоматах ФПАКМ — эта линия будет первой частью полностью автоматизированной линии для приготовления пластичной массы.

Комбинирование непрерывнодействующих мельниц для грубого и тонкого помола с прямоточным открытым циклом должно дать самую простую, наиболее надежную линию с минимальным количеством транспортных операций и, как следствие, с минимальным загрязнением массы от изнашивающихся стальных деталей.

Автоматическая линия для помола и обогащения полевого шпата на заводе «Western Feldspar Milling Co» (США). Организация специализированных заводов для обогащения и тонкого помола керамического сырья дает большие возможности для бережного комплексного использования керамического сырья, отвечающего требованиям производства разных видов тонкой керамики, стекла, эмалированных изделий.

Обогащение кварцевого и полевошпатового сырья на централизованных помольно-обогащительных заводах позволяет освободить заводы тонкой керамики от эксплуатации малопроизводительного и неэкономичного оборудования периодического действия и резко повысить производительность массозаготовительных цехов без больших капиталовложений. Получение с централизованных обогащительных заводов маркированного сырья стабильного состава дает резкое повышение качества продукции и рентабельности заводов тонкой керамики.

Обогащение кварцевого песка обычно выполняется электромагнитными сепараторами, а тонкий помол — непрерывнодей-

ствующими шаровыми мельницами сухого помола в простых автоматических линиях.

Более сложные задачи возникают при обогащении и тонком помоле полевого шпата. Месторождения с высоким содержанием полевых шпатов в пегматитовых жилах встречаются редко, поэтому для процесса отделения кусков полевого шпата от кусков с вкрапленным кварцем, слюдой или другими минеральными примесями на рудоразборных лентах характерна высокая затрата ручного труда.

Содержание калиевого и натриевого полевых шпатов в поступающих на обогатительный завод кусках колеблется в широких пределах, в связи с чем возникает необходимость усреднения состава материала, направляемого на измельчение и обогащение. Усреднение можно выполнять на складе при помощи эстакады, с которой материал послойно, в установленном порядке сваливается под откос. Получается длинный «слоеный пирог», с торца которого материал отбирают на дробление. Таким способом на завод попадает смесь кусков, взятых с разных участков карьера без дополнительных затрат на громоздкое оборудование. Устройство смесительных бункеров большой емкости требует больших затрат и обычно обусловлено климатическими условиями или иными особенностями разрабатываемого месторождения.

Рассмотрим линию для дробления и помола полевого шпата однородного состава, не имеющего железосодержащих включений. Грубое дробление выполняется в щековой, среднее — в валковой дробилках (рис. 6, а). Помол производится в конической мельнице с расчетом на выпуск крупнозернистой фракции для стекольных заводов с выделением воздушным сепаратором тонкой фракции для керамических заводов. Шпат, предназначенный для стекольных заводов, разделяется виброситом на два сорта (плюс и минус 20 меш). Мельница футеруется кремниевыми или базальтовыми плитами и заполняется кремневой галькой, при этом исключается недопустимый в производстве стекла и тонкой керамики намол железа, неизбежный при использовании стальных шаров.

Все используемое в линии оборудование — непрерывного действия, линия полностью автоматизирована.

Автоматическая линия для помола и обогащения полевого шпата с промывкой исходной породы завода «United Feldspar Corporation» (США). Эта линия отличается от предыдущей промывкой полевого шпата после первичного дробления в щековой дробилке (рис. 6, б) и последующим трехстадийным дроблением во второй щековой и двух валковых дробилках для мелкого дробления. После первой валковой дробилки материал сушится и отбираются пробы из смесительных бункеров для регулирования автоматических дозирующих весов перед загрузкой во вторую валковую дробилку, которая работает в замкнутом цикле с многоярусным ситом. Фракция крупнее 14 меш возвращается

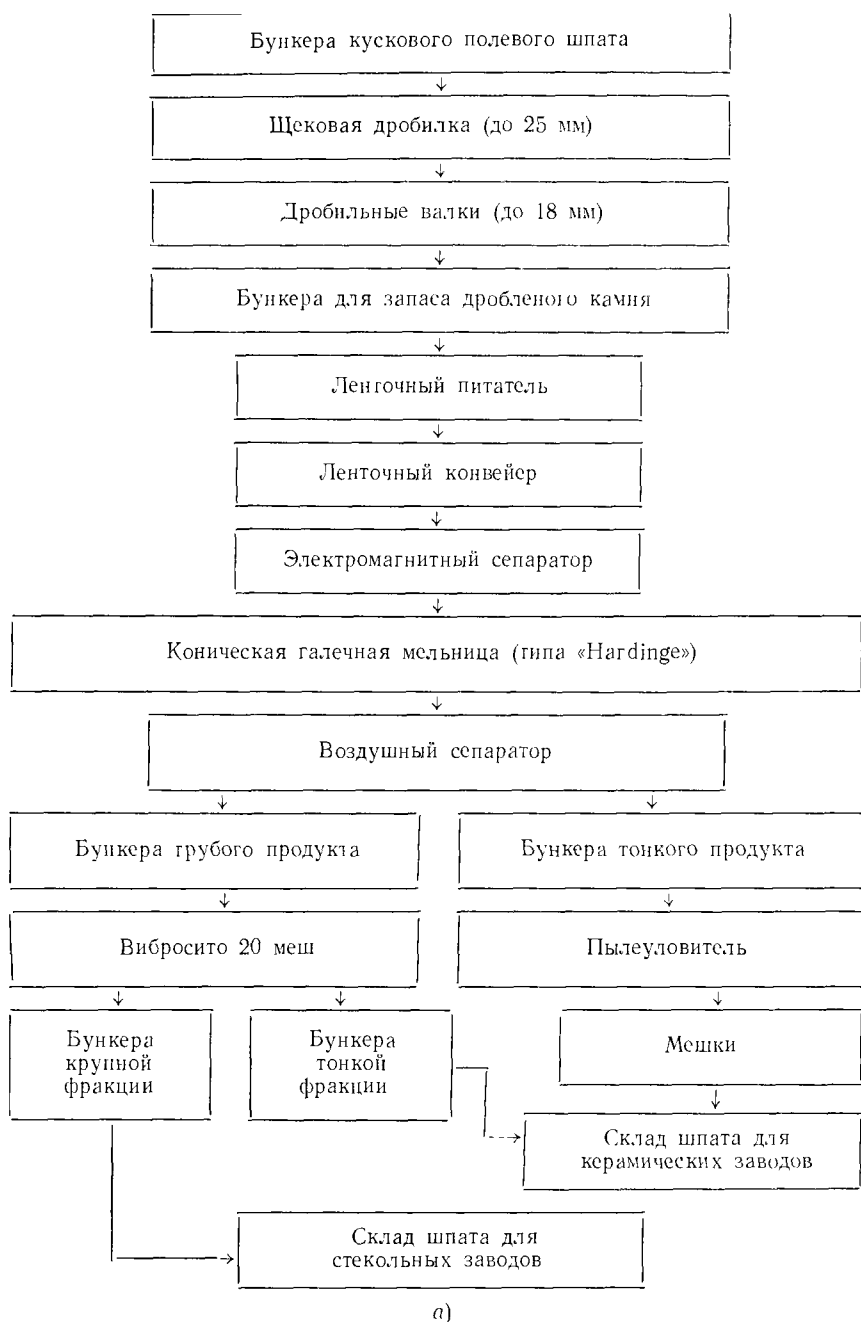
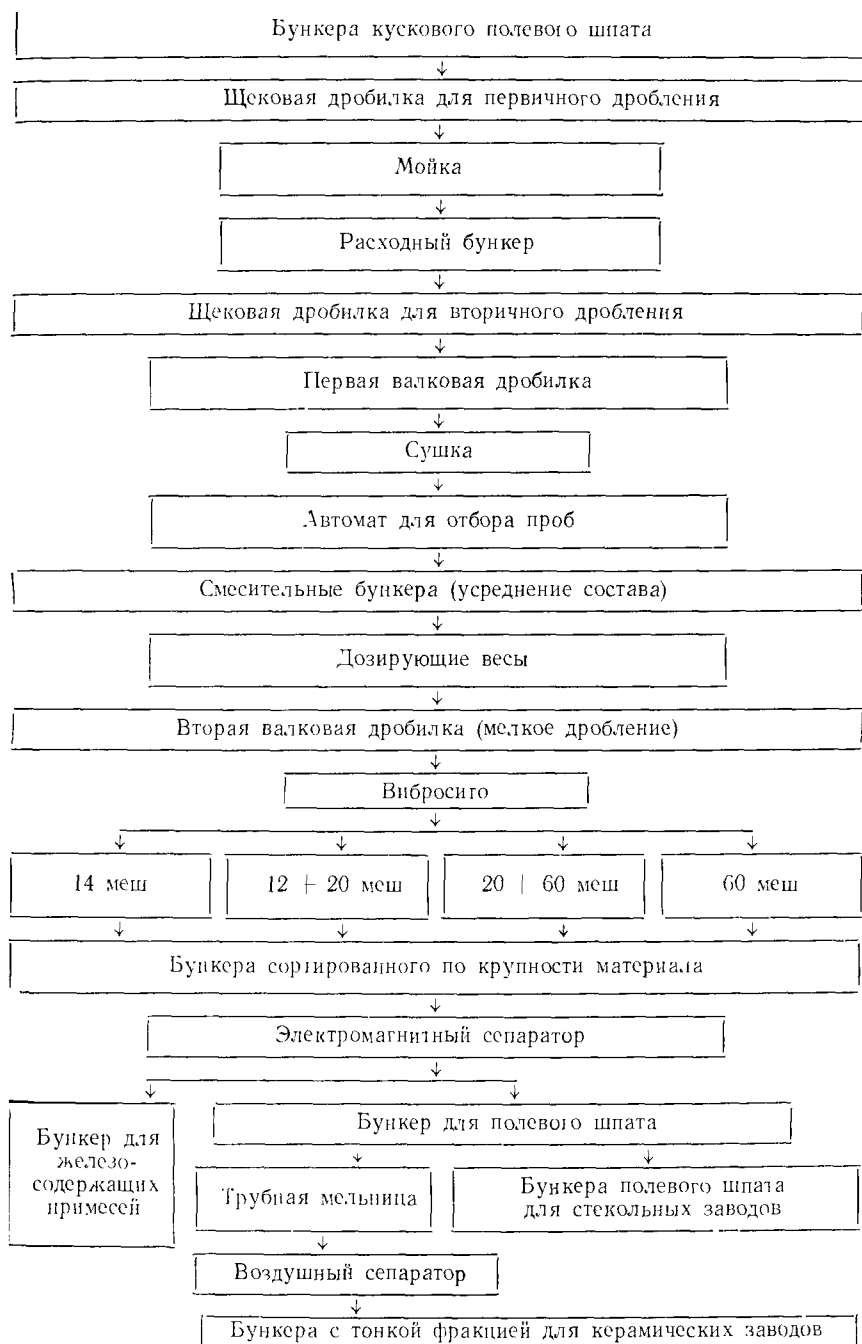


Рис. 6. Схемы автоматических линий помольно-обогащительных заводов США



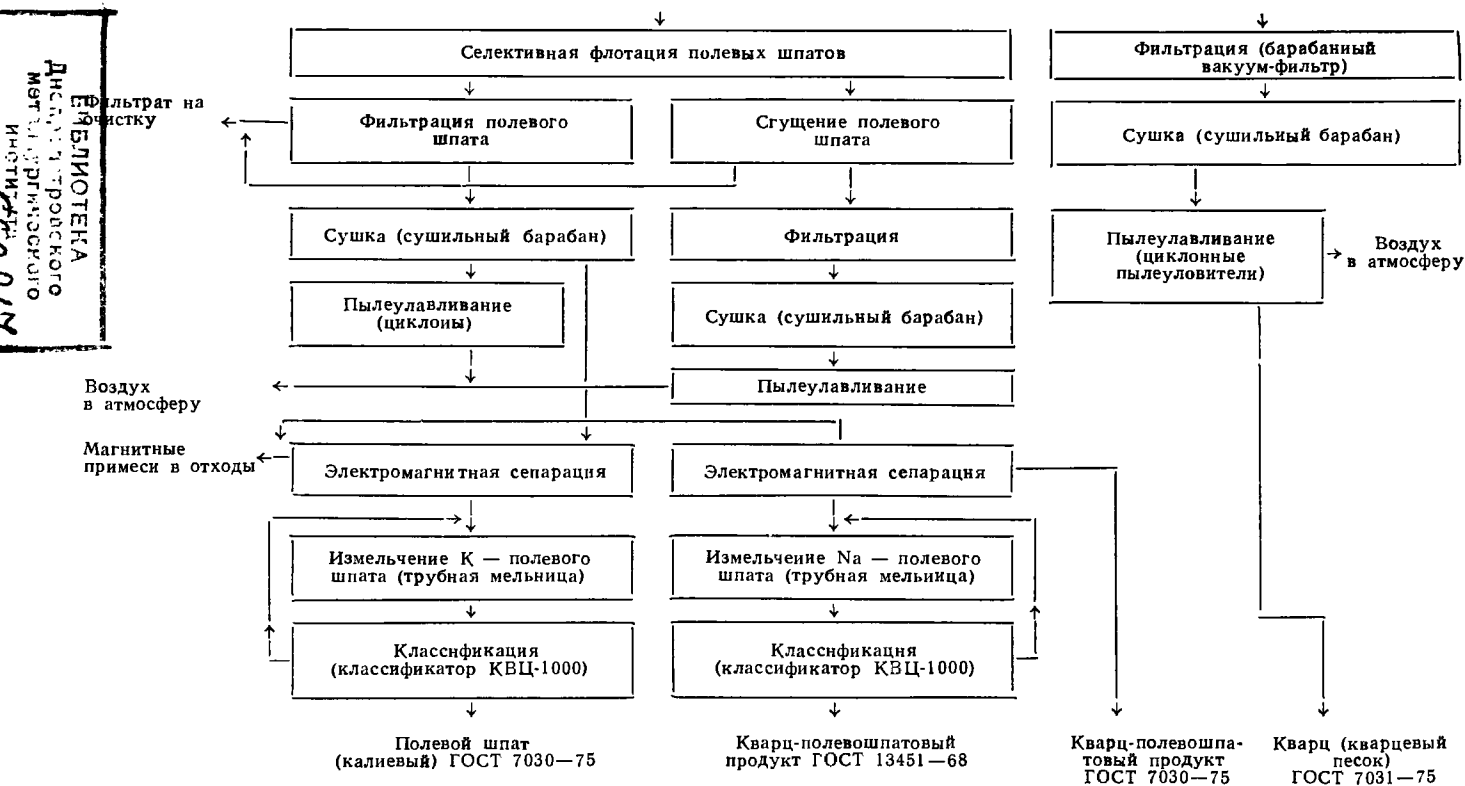
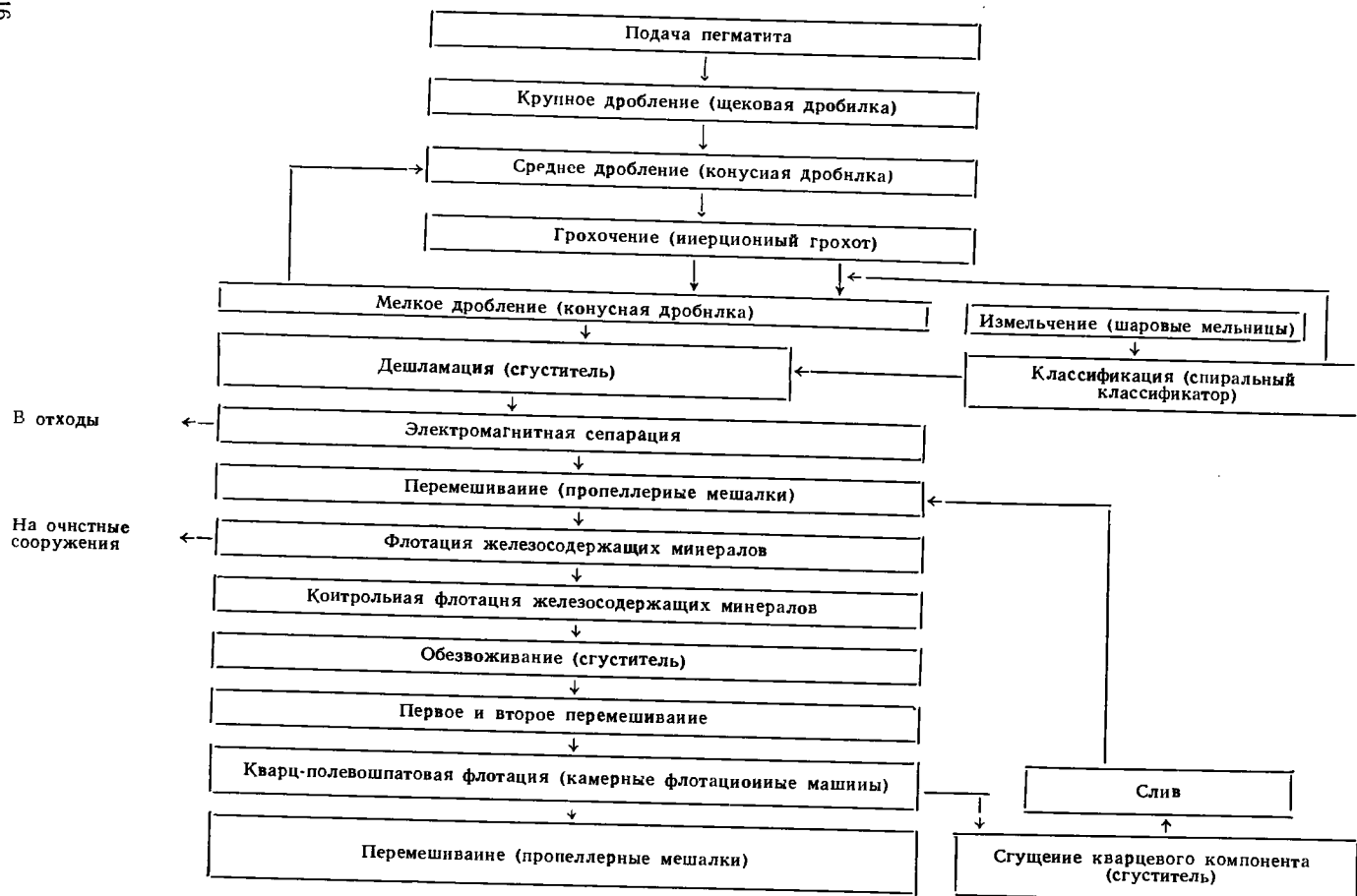


Рис. 7. Схема автоматических линий Енской помольно-обогатительной фабрики

на валки для домалывания, а три мелкие собираются в бункерах и после очистки в электромагнитных сепараторах направляются на стекольные заводы и на тонкий помол в трубной мельнице для керамических заводов.

Эту автоматическую линию можно использовать для переработки полевых шпатов, пегматитов и других отошающих материалов из месторождений с разнообразным составом залегающих горных пород.

Автоматические линии Енской помольно-обогажительной фабрики. Большой разрыв между быстро растущей потребностью в полевом шпате и сокращающимися запасами этого сырья в разрабатываемых месторождениях обусловил широкое использование заменителей: пегматитов, сиенитов, гранитов, перлита, что в производстве строительной тонкой керамики дает достаточно удовлетворительные результаты. В производствах высоковольтного электрофарфора и хозяйственного фарфора высокое качество продукции обеспечивается при использовании калиевого полевого шпата. Таким образом возникла необходимость выделять калиевый полевой шпат с возможно меньшим содержанием альбита и плагиоклаза. В результате исследований были разработаны методы и запроектированы автоматизированные линии для выделения из пегматита кварцевого продукта с содержанием SiO_2 до 97% и трех сортов полевого шпата для разных отраслей силикатной промышленности. В этих линиях, кроме применяемого на других обогажительных фабриках оборудования, используются машины для выделения из пульпы отдельных минералов методами флотации.

Автоматические линии Енской помольно-обогажительной фабрики рассчитаны на дробление и тонкий помол пегматита, очистку сырья при его обработке от железосодержащих минералов и разделение получаемой тонкой фракции (0—56 мкм) на четыре ценные для производства тонкой керамики сорта отошающих материалов и плавней.

В зависимости от состава исходного пегматита обогащенное сырье имеет следующее содержание полевых шпатов и кварца: сорт Ш1-М по ГОСТ 7030—75 и сорт ПС-1 по ГОСТ 13451—68 содержат полевого шпата 11—12% и SiO_2 63—64%; кварц-полевощпатовый продукт КПМ-1 по ГОСТ 15045—69 содержит полевого шпата около 8% и свободного кварца около 35%, кварцевый продукт первого сорта по ГОСТ 7031—54 содержит SiO_2 около 97% и полевого шпата около 1%.

Выделение отмеченных продуктов потребовало, кроме процессов, характерных для описанных выше помольно-обогажительных линий, выполнения многократной флотации после мокрого тонкого помола исходного пегматита. В приведенных на рис. 7 автоматических линиях выполняется около 40 разных процессов с использованием оборудования непрерывного действия. Из-за сложности технологии на схеме дано основное оборудование и не

показаны многочисленные ленточные конвейеры, ковшовые элеваторы, питатели и бункера, связывающие в единую цепь дробильные, помольные и флотационные установки. Крупное и среднее дробления заканчиваются мокрым тонким помолом в шаровых мельницах, работающих в замкнутом цикле, при этом полностью устраняются потери материала и загрязнение окружающей среды, в какой-то мере неизбежные при сухом помоле. Флотация применяется дважды: при удалении железосодержащих минералов и при выделении четырех вышеупомянутых сортов продукта.

Завершается технологический процесс сгущением и фильтрацией суспензий, получаемых из флотационных машин, сушкой, электромагнитной сепарацией и размельчением сухих лепешек до кондиционной дисперсности в трубных мельницах непрерывного действия.

Основное оборудование автоматических линий Ениской фабрики включает щековую дробилку, работающую в открытом цикле; конусную дробилку, работающую в замкнутом цикле с инерционным грохотом; шаровые мельницы мокрого помола, работающие в замкнутом цикле со спиральным классификатором; сгуститель суспензии; электромагнитный сепаратор; пропеллерные мешалки для перемешивания с флотореагентами; флотационные машины; вакуум-фильтры; сушильные барабаны; циклонные пылеуловители; трубные мельницы сухого помола, работающие в замкнутом цикле с классификаторами КВЦ-1000; питатели и дозаторы для подачи сухих и жидких материалов; ленточные конвейеры; ковшовые элеваторы; песковые насосы; вентиляционные установки для воздушной сепарации и пылеуловителей.

Оборудование автоматических линий подобного типа обеспечивает комплексное, экономически эффективное использование многочисленных месторождений высококачественного сырья. Минимальные затраты рабочей силы при эксплуатации дает резкое снижение капиталовложений на жилищное строительство при организации новых помольно-обогащительных заводов в необжитых районах.

МАШИНЫ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ И ГРУБОГО ПОМОЛА ОТЩЕКАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Материалы, используемые для приготовления тонких керамических масс и глазурей, путем дробления, помола и диспергирования доводятся до мельчайших зерен с размерами от 60 до нескольких микрометров. В зависимости от величины кусков или зерен получаемого материала различают крупное (до кусков размером 200—250 мм), среднее (до 20—100 мм) и мелкое (до 3—20 мм) дробление, а также грубый (до зерен размером 0,1—3 мм) и тонкий (менее 0,1 мм) помолы.

Наибольшее распространение на заводах тонкой керамики получили среднее и мелкое дробление, грубый и тонкий помол. Однако

с организацией мощных централизованных дробильно-помольных заводов при обработке керамического сырья будут использовать высокопроизводительные машины для крупного дробления, снижающие расход ручного труда на первой стадии измельчения крупногабаритных кусков и при тонком помоле материалов.

Измельчение материалов в дробилках и мельницах выполняется разными методами. В сложных условиях взаимодействия рабочих органов машины и кусков загружаемого материала обычно сочетаются несколько методов измельчения последнего.

Измельчение раздавливанием происходит, когда кусок материала сжимается двумя сближающимися поверхностями деталей дробильной машины или смежными более крупными кусками материала. Раскалывание куска материала производится при нажиме на него клиновидных или конических тел.

Измельчение истиранием достигается за счет трения, возникающего между кусками материала и мелющими телами машины, а также между смежными кусками материала.

Измельчение материала ударом выполняется при ударе дробящего тела по куску материала, расположенному на неподвижной поверхности, или перемещающихся с высокими скоростями кусков материала и дробящих тел машины, а также движущихся навстречу один другому кусков материала (в мельницах, работающих без шаров, путем измельчения мелких кусков материала крупными).

В любой установке наряду с основным, характерным для данной машины, методом реализуются и другие методы измельчения, имеющие подчиненное значение.

На рис. 8 показаны схемы работы типичных дробильно-помольных машин, применяемых для переработки керамического сырья.

В щековых дробилках (рис. 8, а) при сближении щек куски материала раздавливаются, процесс сопровождается незначительным истиранием.

В конусных дробилках (рис. 8, б) куски материала раздавливаются при эксцентричном перемещении внутреннего конуса в конической полости, а в валковых (рис. 8, в) — при захвате кусков материала двумя гладкими или зубчатыми валками, вращающимися в противоположных направлениях.

В бегунах (рис. 8, г) материал измельчается под действием веса катков, катящихся по окружности вращающейся тарелки. Из-за разности скоростей скольжения катков по тарелке попутно с раздавливанием кусков происходит интенсивное истирание материала с получением мелких фракций в конечном продукте. Метод истирания и раздавливания широко используют при тонком помоле керамического сырья в машинах разных конструкций, например в шаровых мельницах (рис. 8, и), роликовых (рис. 8, е) и вибрационных мельницах (рис. 8, к), при сверхтонком измельчении до зерен размером 1 мкм и ниже в коллоидных мельницах

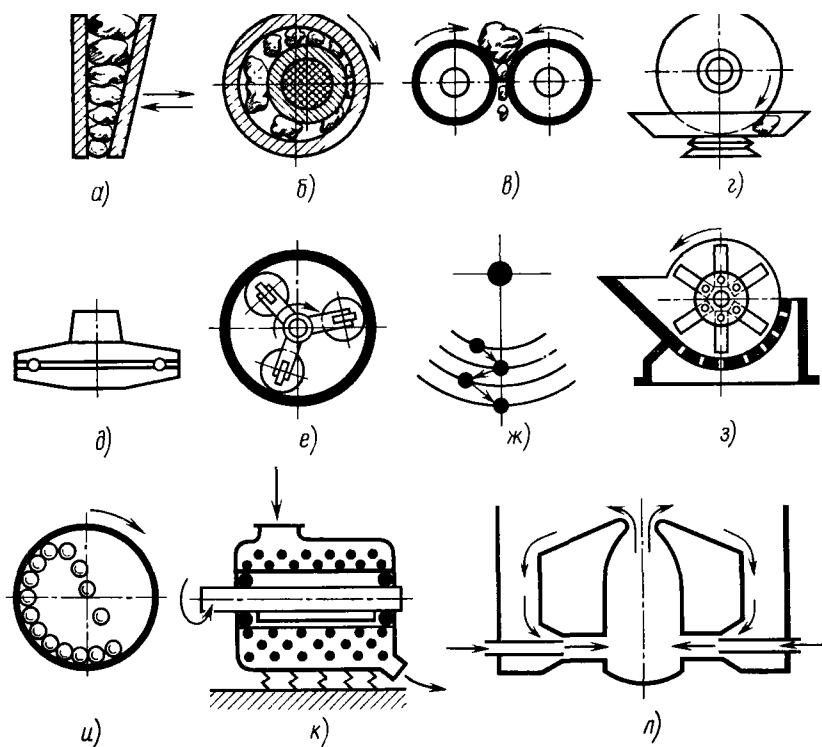


Рис. 8. Схемы дробления и размола в разных машинах

(рис. 8, д), соударением кусков материала в шаровых мельницах самоизмельчения и пневматических мельницах (рис. 8, л). Измельчение ударом эффективно применяют в молотковых дробилках (рис. 8, з) и дезинтеграторах (рис. 8, ж).

Выбор метода измельчения и наиболее эффективного оборудования определяется свойствами материала, заданной степенью измельчения и сопоставлением эксплуатационных показателей, важнейшими из которых являются удельный расход энергии, надежность в работе и небольшие расходы по обслуживанию.

Процессы дробления и особенно тонкого помола являются очень энергоемкими, поэтому исследованиями в области дробления, помола и, в частности, определения расхода энергии посвящено много экспериментальных и теоретических работ. Большой вклад в теорию дробления и помола внесли ученые В. Л. Кирпичев, Ф. Кик, Л. Б. Левенсон, Риттингер и другие, разработавшие основы для расчета дробильно-помольных машин.

Как показало проведенное во ВНИИСтройдормаше экспериментальное определение расхода энергии в процессе дробления с разной степенью измельчения, теоретический расход энергии

с наибольшим приближением к практически наблюдаемому получается при расчетах на основе гипотезы объемов, предложенной в 1874 г. В. Л. Кирпичевым, а затем Ф. Киком, исходившими из разных предпосылок. При тонком помоле, по данным Гиппроцента (г. Ленинград) [4], наиболее близкие к фактическому расходу энергии дают расчеты, выполняемые на основе гипотезы поверхностей, предложенной Риттингером в 1867 г.

Гипотеза объемов. Проф В. Л. Кирпичев применил предложенную им теорему «о подобии при упругих явлениях при определении энергии, необходимой для деформации геометрически подобных и однородных тел». На основании ее работа, затрачиваемая на дробление, пропорциональна объемам деформируемых тел или их массам:

$$A = \sigma^2 V / (2E),$$

где σ — предел прочности материала; V — объем материала; E — модуль упругости.

Удельная работа на единицу объема

$$A_{уд} = \sigma^2 / (2E). \quad (1)$$

При определении расхода энергии по гипотезе объемов не учитываются затраты энергии на образование новых поверхностей, поэтому приведенные выше формулы применимы для крупного и среднего дробления при невысоких степенях измельчения, когда влияние вновь образующихся поверхностей не столь значительно, как при грубом и тонком помоле.

Необходимо также отметить, что эти формулы справедливы лишь для напряжений, не превышающих предела прочности данного материала. В действительности материал разрушается при напряжении, соответствующем пределу прочности. Однако приведенная формула для многих горных пород дает результаты, близкие к истинным.

Задавшись из табл. 1 или на основе опытов значениями разрушающего напряжения σ и модуля упругости E , для данного материала можно определить удельную работу по формуле (1).

1. Предел прочности (кгс/см²) и модуль упругости (кгс.см²) горных пород

Порода	Предел прочности	Модуль упругости
Гранит	1200—1500	515 000—614 000
Известняк	400—1000	350 000
Базальт	2000—3000	562 000—973 000
Диабаз	1900—2500	612 000—790 000
Песчаник	500—1000	340 000—500 000
Порфир	1500—2800	680 000
Мрамор	550—1500	565 000

Гипотеза поверхностей. Отощающие материалы, вводимые в состав тонкокерамических масс, подвергаются размолу до прохождения через сито № 63 ГОСТ 3584—73, а иногда до зерен размером 3—5 мкм. Такая высокая степень измельчения сырья достигается обработкой его в две-три стадии на разных машинах. При этом суммарная поверхность возрастает в сотни раз с соответствующей затратой энергии на образование новых поверхностей. Путем математического анализа установлено, что работа дробления прямо пропорциональна поверхности разделения, т. е. поверхности, вновь образуемой при дроблении, или

$$A_n/A_m = n/m,$$

где A_n и A_m — работа, затрачиваемая на измельчение до степени n и m соответственно; n и m — отношение размеров зерен материала до и после измельчения.

Изложенные теоретические соображения дают возможность сравнивать расход энергии на дробление при различных степенях измельчения, фактически же расход энергии на дробление материалов определяется преимущественно на основе проверенных практических данных или результатов специальных опытов.

ЩЕКОВЫЕ ДРОБИЛКИ

Для первичного грубого и среднего дробления кварца, полевого шпата, доломита и шамота (в виде капсульного боя) в виде кусков размером 70 мм и выше применяют щековые дробилки с простым и сложным качанием щеки (табл. 2).

Щековая дробилка с простым качанием щеки (рис. 9, а) состоит из массивной станины-рамы 11, внутри которой укреплены неподвижная ребристая плита (щека) 1 и подвижная щека 2, качающаяся около шарнира 3, расположенного вверху станины. Качательное движение подвижной щеки осуществляется эксцентриковым валом 4, который со шкивом и маховиком вращается в подшипниках станины.

При повороте эксцентрикового вала 4 и подъеме шатуна 5 концы распорных плит 9 поднимаются, нижний конец щеки 2 перемещается влево и раздавливает материал, находящийся между щеками. При дальнейшем повороте эксцентрикового вала и опускании шатуна плиты 9 ставятся в наклонное положение, щека отходит под действием пружины 8 и тяги 10 вправо, раздробленный материал вываливается, а материал, находящийся в верхней части зева дробилки, опускается вниз и дробится при следующем качании подвижной щеки. Размеры выходящих из дробилки кусков регулируются изменением размера выходной щеки при подъеме или опускании клина 7 с помощью винтов 6.

Помимо дробилки с простым качанием щеки применяют дробилки со сложным качанием щеки (рис. 9, б). Щека 13 подвешена на эксцентриковом валу 14, благодаря чему обеспечивается круго-

2. Техническая характеристика щековых дробилок

Показатель	С простым качанием щеки				СМ-19
	Щ-5	Щ 7	Щ 9	СМ-204А	
Размеры загрузочного отверстия (зева), мм	250×400	330×600	500×800	600×900	175×2
Наибольший размер поступающих кусков материала, мм	220	300	400	500	150
Мощность электродвигателя, кВт	15	18	40	80	10
Ширина разгрузочной щели, мм	35—80	45—85	60—125	100—200	20
Производительность, м ³ /ч	7—16	13—20	25—60	70	2,5
Число качаний щеки в мин	220—275	220—275	220—275	225	330
Эксцентриситет вала, мм	—	—	—	—	6
Масса, т	4,5	11,0	19,5	23,3	1,28
Габаритные размеры, мм:					
длина	2300	3050	3680	3450	1085
ширина	1560	1790	2230	2460	1000
высота	1250	1680	2150	2420	935

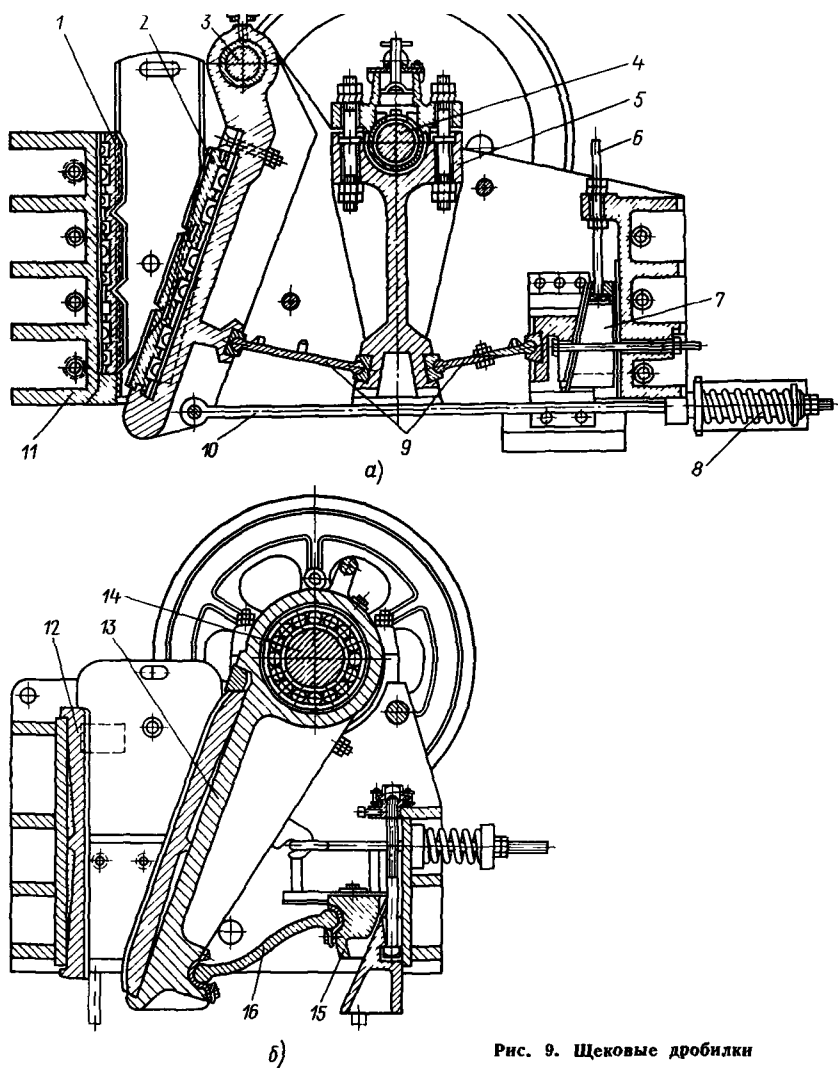


Рис. 9. Щековые дробилки

вое движение верхней части щеки. Нижняя часть щеки опирается на качающуюся распорную плиту 16 и перемещается по окружности, центром которой является правый конец распорной плиты, опирающейся на регулировочный клин 15. Движение щеки получается сложным, благодаря чему куски материала измельчаются как при перемещении подвижной щеки в сторону неподвижной щеки 12, так и при относительном их сдвиге в вертикальном направлении.

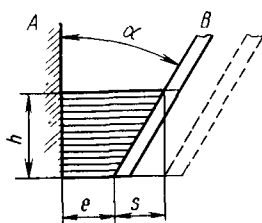


Рис. 10. Схема для расчета производительности щековой дробилки

Комбинированное движение щеки при прочих равных условиях дает в дробленном продукте больше мелочи, чем простое движение щеки. Это обстоятельство является благоприятным фактором для дальнейшего измельчения материала в машинах среднего дробления и тонкого помола. Дробилки со сложным качанием щеки имеют меньшие габаритные размеры, чем дробилки с простым качанием щеки.

ОСТ 3427 и 3428 предусмотрен нормальный ряд щековых дробилок с зевом от 100×150 до 1500×2100 мм, а со сложным качанием щеки — от 120×600 до 200×1000 мм.

Дробление в щековой дробилке выполняется при условии, если угол α между щеками, называемый углом захвата, меньше или равен двум углам трения между щекой и дробимым материалом, т. е.

$$\alpha \leq 2\varphi.$$

При больших значениях α куски материала при сближении щек будут выталкиваться из зева дробилки. Для захвата материала с разными значениями φ угол между щеками дробилки принимают равным приблизительно половине наибольшего угла, т. е. $\alpha = 15 \div 24^\circ$. Оптимальную частоту вращения валов дробилок определяют при $\alpha = 20^\circ$.

С каждым качанием подвижной щеки часть раздробленной породы вываливается из нижней щели дробилки. В дробилках с простым качанием щеки порода, находящаяся между сжатыми щеками, имеет форму призмы с сечением в виде трапеции (рис. 10). При отходе подвижной щеки B от неподвижной A эта призма материала под действием собственного веса выпадает. Для беспрепятственного выпадения материала время t одного отхода подвижной щеки должно быть равно времени, необходимому для прохождения свободно падающим телом пути h . Время (с) одного отхода щеки

$$t = 60/(2n) = 30/n,$$

где n — частота вращения вала дробилки, об/мин.

Путь (см), проходимый призмой материала за время $t = 30/n$, по закону свободного падения тела составляет

$$h = \frac{gt^2}{2} = \frac{g}{2} \left(\frac{30}{n} \right)^2 = \frac{450g}{n^2},$$

где g — ускорение свободного падения, равное 981 см/с^2 .

Если условно принять движение щеки B параллельным, то путь

$$h = s/\operatorname{tg} \alpha,$$

где s — ход щеки, см.

Таким образом,

$$\frac{s}{\operatorname{tg} \alpha} = \frac{450g}{n^2},$$

откуда наивыгоднейшая частота вращения вала дробилки

$$n = \sqrt{\frac{450g \operatorname{tg} \alpha}{s}} = 665 \sqrt{\operatorname{tg} \alpha / s}.$$

При угле наклона качающейся щеки $\alpha = 20^\circ$ частота вращения вала дробилки

$$n \approx 400/\sqrt{s}.$$

При выводе оптимальной частоты вращения вала щековой дробилки время, необходимое для опускания призмы раздробленного материала, принималось равным времени свободного падения. Фактически падение материала тормозится его трением о щеки дробилки. Частота вращения вала дробилки с учетом этого обстоятельства несколько ниже ранее выведенной:

$$n = (600 \div 630) \sqrt{\operatorname{tg} \alpha / s},$$

а при $\alpha = 20^\circ$

$$n = (360 \div 380) / \sqrt{s}.$$

Количество материала, выпадающего из дробилки при каждом движении щеки B вправо, определяется объемом призмы трапециевидального сечения с размерами, соответствующими размерам выпускаемого отверстия.

Площадь трапеции

$$F = \frac{2e + s}{2} \quad h = \frac{2e + s}{2} \frac{s}{\operatorname{tg} \alpha};$$

объем призмы

$$V_1 = \frac{(2e + s)s}{2 \operatorname{tg} \alpha} b,$$

где b — длина загрузочного отверстия.

Тогда теоретическая производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) дробилки

$$V = 30(2e + s) s b n \mu / \operatorname{tg} \alpha,$$

где e , s и b — в м; n — в об/мин; $\mu = 0,4 \div 0,7$ — коэффициент разрыхления.

Мощность щековой дробилки обычно принимают по данным каталогов или определяют практическим путем. На расход мощности щековой дробилки влияют физические свойства дробимого материала, частота вращения вала, коэффициент разрыхления и качество изготовления самой дробилки.

Приближенно установочную мощность электродвигателя для щековой дробилки можно определить по графику, приведенному на рис. 11 [15].

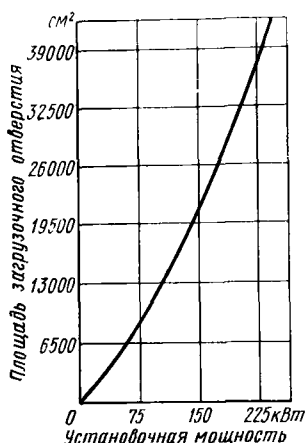
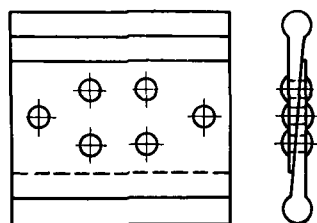


Рис. 11. Зависимость установочной мощности электродвигателя от площади загрузочного отверстия дробилки

Рис. 12. Распорная предохранительная плита



Из деталей дробилки быстро изнашиваются сменные жомы (ребристые плиты) подвижной и неподвижной щек, которые изготовляют из отбеленного чугуна или специальной марганцовистой стали. Износ чугунных жомов в малых дробилках составляет 0,009—0,088 кг, а из марганцовистой стали — 0,004—0,026 кг на 1 т раздробленной породы. Для увеличения срока службы жомов их после износа поворачивают на 180°. Резко повышается срок службы жомов при наплавке ребер твердыми сплавами, в частности по способу ВНИИСтройдормаша.

При попадании в дробилку очень твердых кусков материала или кусков стали срезаются заклепки, соединяющие распорные плиты (рис. 12).

Для предохранения от поломки коленчатого вала и других крупных деталей дробилок применяют плиты S-образной формы, рассчитанные на излом при превышении допустимой нагрузки.

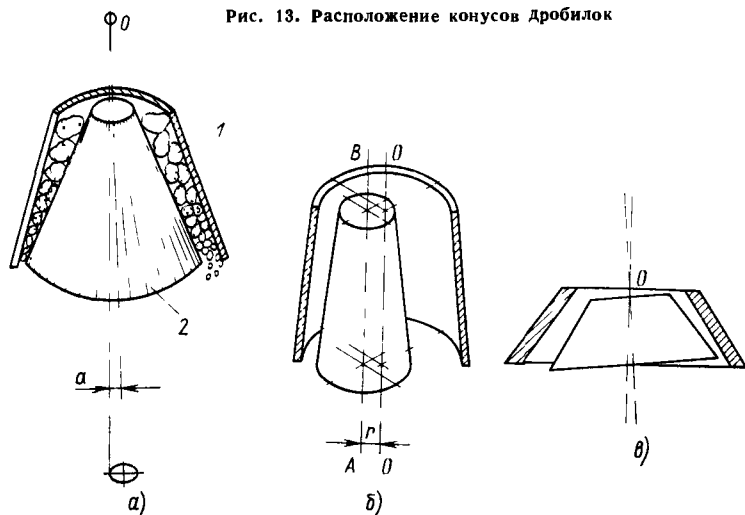
КОНУСНЫЕ ДРОБИЛКИ

Конусные дробилки предназначены для крупного и среднего дробления твердых горных пород — кварца, полевого шпата, нефелинового сиенита и др. По конструкции наиболее распространенные дробилки разделяют на три группы: длинноконусные с подвешенным валом (гирационные), короткоконусные с эксцентриковым валом и дробилки с консольным валом (грибовидные).

При одинаковых габаритных размерах конусные дробилки отличаются от щековых более высокой производительностью и меньшими динамическими нагрузками на фундамент, в связи с чем конусные дробилки можно применять для дробления отошающих материалов на крупных заводах тонкой керамики и особенно на заводах централизованного размола и обогащения керамического сырья.

Дробление материала в конусных дробилках происходит между поверхностями двух конусов: внешнего (неподвижного) и внутрен-

Рис. 13. Расположение конусов дробилок



него (вращающегося). В зависимости от типа дробилки внутренний конус совершает круговые колебания по одной из трех схем. В длинноконусных дробилках с подвешенным валом (рис. 13, а) внутренний конус колеблется около неподвижной точки O , находящейся на оси наружного конуса, при этом центр основания внутреннего конуса описывает окружность вокруг этой оси.

В короткокonusных дробилках (рис. 13, б) при колебаниях внутреннего конуса его ось перемещается по образующей AB цилиндра с радиусом, равным эксцентриситету r .

В дробилках с консольным валом (рис. 13, в) точка O , вокруг которой совершаются колебания внутреннего конуса, смещена вниз до уровня верхней кромки наружного конуса.

При круговых колебаниях внутренний конус поочередно то приближается к наружному, то удаляется от него. В момент приближения внутреннего конуса к внешнему материал дробится, а при удалении — под действием собственного веса выпадает сквозь кольцевую щель дробилки. Дробление материала и разгрузка машины происходят непрерывно.

По размерам щели, а следовательно, и размерам загружаемых кусков материала различают конусные дробилки для крупного, среднего и мелкого дробления. Размеры загружаемых кусков при крупном дроблении составляют 300—1500 мм, а при среднем 30—75 мм; ширина разгрузочной щели дробилок соответственно 50—220 и 3—15 мм; производительность 45—2100 и 13—300 т/ч.

Применительно к требованиям производства тонкой керамики (высокая степень измельчения и компактность оборудования) наиболее подходящими являются дробилки с эксцентриковым валом (табл. 3). Дробящий конус 3 (рис. 14) насажен на эксцентриковую втулку 4, вращающуюся на оси 1, которая закреплена

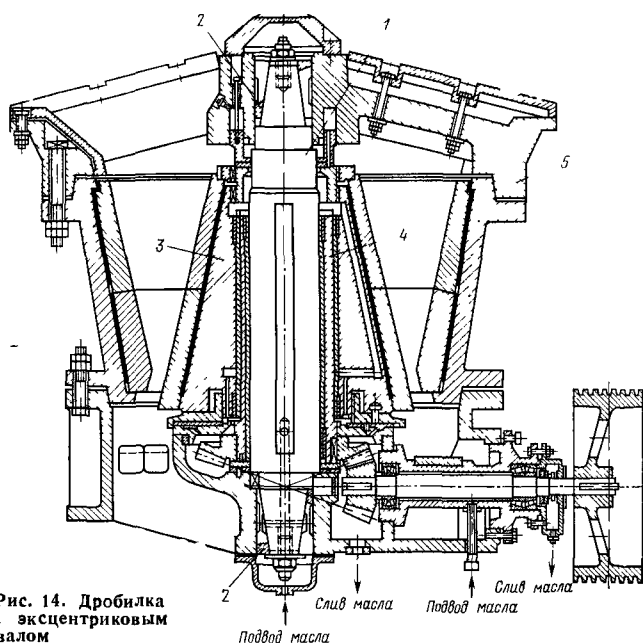


Рис. 14. Дробилка с эксцентриковым валом

при помощи разрезных втулок 2 в траверсе 5 и нижней части корпуса дробилки. Конус 3 совершает круговые колебания, причем его ось описывает поверхность цилиндра с радиусом, равным эксцентриситету втулки 4. Эта дробилка отличается от дробилки с подвешенным валом тем, что дробление материала в ней происходит по всей высоте щели, а также небольшой высотой и не-

3. Техническая характеристика конусных дробилок с эксцентриковым валом

Показатели	Модель		
	300	500	700
Наибольший размер загружаемых кусков, мм	270	420	600
Производительность (т/ч) при крупности продукта, мм:			
50	65	—	—
60	73	—	—
75	82	180	—
85	—	200	400
100	—	230	450
125	—	—	500
Мощность двигателя, кВт	30—37	55—86	110—132
Габаритные размеры, мм:			
диаметр	2100	2750	3670
высота до края загрузочного отверстия	1440	2050	2500

высокими давлениями на ось 1 вследствие большой длины эксцентриковой втулки 4.

Дробилки с консольным валом (табл. 4) предназначены для среднего и мелкого дробления и отличаются от конусных дробилок крупного дробления конфигурацией внутреннего и наружного конусов.

Конусная (грибовидная) дробилка с консольным валом показана на рис. 15. Дробящий конус 6 приводится в движение от горизонтального вала 1 через коническую зубчатую передачу 18 и вал 15, который вращается в конусной эксцентричной расточке втулки 17. Дробящий конус 6 опирается на сферический подпятник 10. Поступающий на дробление материал направляется на тарелку 8, закрепленную в верхней части вала 15, и при качании тарелки сбрасывается на дробящий конус. Эксцентриковая втулка 17 опирается на подпятник 16, состоящий из стальных и бронзовых шайб и вращающийся во втулке, вставленной в расточку нижней части станины. Конусный вал вращается в бронзовой втулке 14.

Большое коническое зубчатое колесо снабжено противовесом для уравнивания сил инерции дробящего конуса. Дробящий конус имеет броню 9 из высокомарганцовистой стали.

Для предохранения трущихся поверхностей от пыли дробящий конус имеет двой-

4. Техническая характеристика конусных дробилок с консольным валом

Показатель	Нормальные						Средние				Короткоконусные			
	900	1200	1650	2100	900	1200	1650	2100	900	1200	1650	2100	900	1200
Диаметр дробящего конуса, мм	115	170	250	350	75	115	215	275	50	60	75	85	5-15	3-15
Ширина загрузочного отверстия (зев), мм	15-60	20-50	25-60	25-60	5-20	8-25	10-30	10-30	3-13	3-15	5-15	5-15	3-13	3-15
Ширина разгрузочной щели, мм	325	270	240	218	325	270	240	218	325	270	240	218	325	270
Частота вращения эксцентрикового вала, об/мин	50-86	110-168	220-360	400-750	19-62	42-135	90-260	160-470	13-49	18-105	58-176	100-290	13-49	18-105
Пронзводительность, т/ч	30-45	55-75	110-130	180-200	35-45	55-75	110-130	180-200	30-40	50-60	100-110	150-180	30-40	50-60
Мощность электродвигателя, кВт														

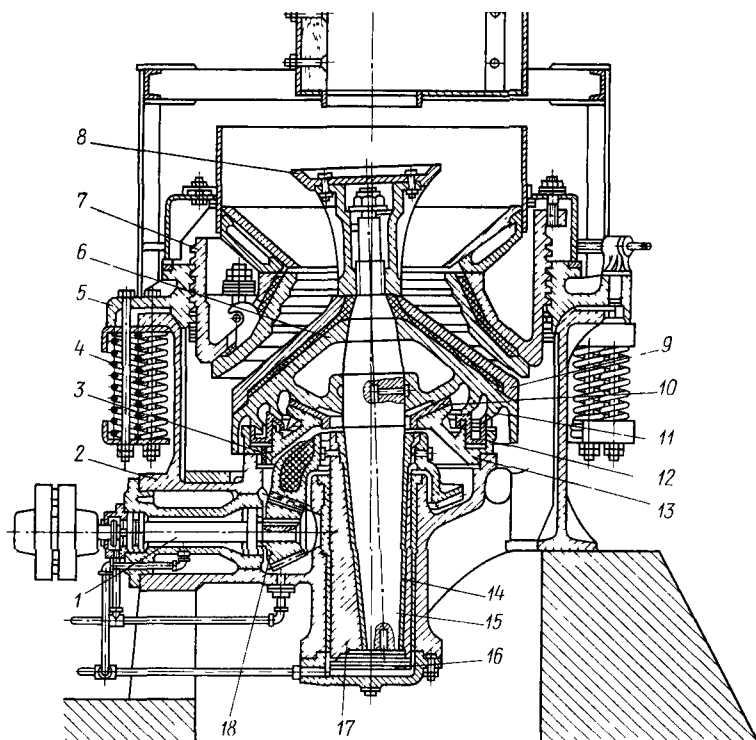


Рис. 15. Дробилка с консольным валом

ное уплотнение в виде специальных воротников 11, скользящих по воротникам 12, установленным на опорной чаше 13. Воротники 12 поджимаются к воротникам дробящего конуса при помощи пружин 3. В дробилках новых конструкций вместо уплотнительных воротников применяют гидравлическое уплотнение, которое в теплое время года работает на воде, а в холодное — на нефти.

Для регулирования разгрузочной щели служит опорное кольцо 5, притянутое пружинами 4 к станине 2 дробилки. В опорное кольцо ввернуто на резьбе регулировочное кольцо 7, вращением которого регулируют размер разгрузочной щели. Пружины 4 дают возможность при попадании в зев дробилки недробимых тел наружному конусу приподняться и предохранить дробилку от аварий. Дробилка имеет централизованную смазку от насоса.

ВАЛКОВЫЕ ДРОБИЛКИ

Гладкие и рифленые валковые дробилки нашли широкое применение для мелкого дробления полевого шпата на обогатительных и капсульного боя (шамота) — на керамических заводах.

Для дробления отошающих материалов, входящих в состав фарфоровой и фаянсовой массы, валковые дробилки раньше не использовали из-за загрязнения массы железом. С распространением магнитных сепараторов с сильным магнитным полем для удаления частиц железа на помольно-обогажительных заводах валковые дробилки начали применять для измельчения полевого шпата и других пород.

По принципу работы и конструкции валковые дробилки являются наиболее простым и эффективным оборудованием для среднего дробления шамота и других материалов, имеющих размеры до 50 мм. По конструкции различают дробилки двухвалковые (рис. 16, а) с гладкими и рифлеными валками; одновалковые с зубчатым валком для глин и мягких пород (рис. 16, б); многовалковые с верхними рифлеными и нижними гладкими валками (рис. 16, в); многовалковые с шахматным расположением валков (рис. 16, г).

Валки (рис. 17) монтируются на сварной раме 1 из швеллеров или двутавров; один из валков 2 вращается в неподвижных 5, а другой — в подвижных подшипниках 4 с пружинами 3. Валки вращаются навстречу друг другу, захватывают материал и дробят его до размера, соответствующего размеру щели между валками.

Сила, с которой куски материала увлекаются в дробилку, возрастает с увеличением объемной массы породы и коэффициента трения материала о поверхность валков. Назовем угол α (рис. 18) углом втягивания, а половину этого угла $\alpha/2$ — углом захвата материала. Угол захвата для обеспечения затягивания материала валками должен быть меньше половины угла трения материала о валок $\varphi/2$, т. е. $(\alpha/2 < 16 \div 20^\circ)$. Принимая начальную форму кусков приближающейся к шару, можно геометрическим построением определить зависимость между диаметром валков, расстоянием между ними и диаметром кусков. На рис. 18 показаны два валка, центры которых находятся в точках O_1 и O_2 , и кусок породы с центром в точке O_3 .

Введем следующие обозначения: радиус валков — R , диаметр — D , радиус куска — r , диаметр куска — d , расстояние между

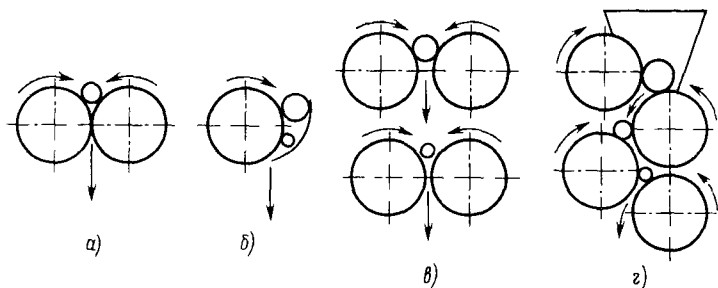


Рис. 16. Расположения валов дробилок

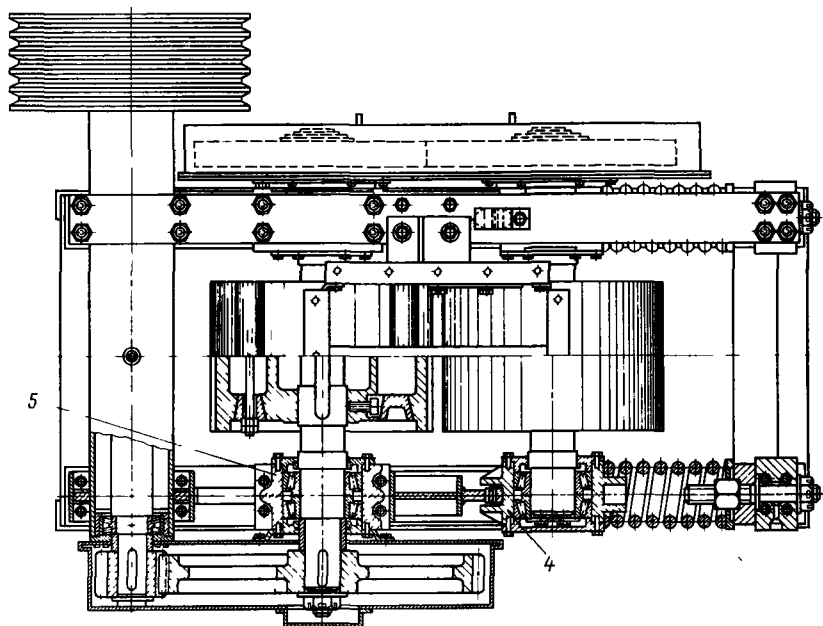
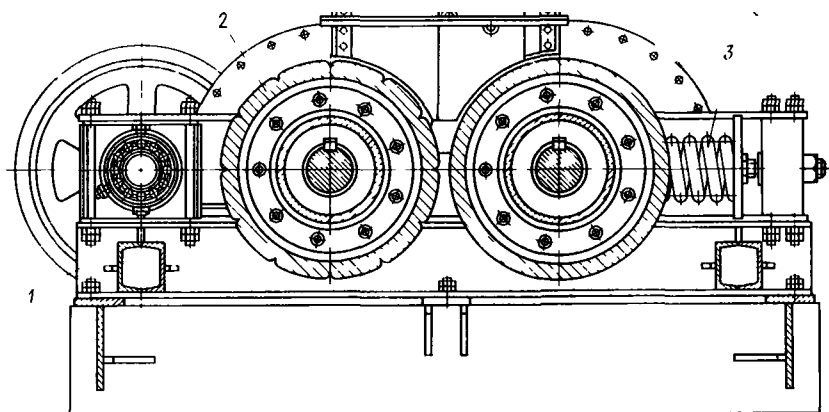


Рис. 17. Двухвалковая дробилка

валками — $2a$ и его половина — a . Точка C находится на середине расстояния между валками.

Принимая для менее благоприятного случая валки сдвинутыми вплотную и, следовательно, $a = 0$, получим

$$R = \frac{r \cos(\alpha/2)}{1 - \cos(\alpha/2)} \quad \text{или} \quad D = \frac{d \cos(\alpha/2)}{1 - \cos(\alpha/2)}.$$

При $\alpha/2 = 18^\circ$ для сдвинутых вплотную валков

$$D = 20d,$$

т. е. диаметр валков должен быть примерно в 20 раз больше диаметра куса дробимого материала. При раздвинутых валках наибольший размер дробимых кусков увеличивается на ширину щели между валками.

Теоретическую производительность валков определяют по объему непрерывной ленты материала, проходящего через щель между валками. Если примем, что скорость (м/с) выхода ленты измельченного материала приближенно равна окружной скорости валков, т. е. $v = \pi D n / 60$, и учтем, что материал идет не по всей длине валков (для чего введем коэффициент производительности ψ , который обычно колеблется в пределах 0,3—0,5), то производительность (м³/ч) валковой дробилки получим в виде

$$Q = \frac{\pi D n \cdot 2aL \cdot 3600 \psi}{60},$$

где D — в м; n — частота вращения валков, об/мин; $2a$ — расстояние между валками, м; L — длина валков, м.

При насыпном весе материала ϕ получим производительность, т/ч

$$Q = 188,4 D \cdot 2a L n \phi.$$

При дроблении отошающих материалов для фарфоровых и фаянсовых масс не следует допускать чрезмерных скоростей валков во избежание повышенного их износа и загрязнения массы железом. Наибольшая допустимая частота вращения (об/мин) валков

$$n_{\max} = 616 \sqrt{f / (\gamma d D)},$$

где f — коэффициент трения между дробимым материалом и валком; γ — удельный вес материала, кгс/см³; d и D — диаметры наибольших кусков материала и валков, см.

5. Техническая характеристика валковых дробилок

Показатели	260/260	320/260	СМ-12Б	СМ-201
Диаметр валков, мм	260	320	610	1 000
Ширина валков, мм	260	260	400	500
Частота вращения валков, об/мин	80	70	75	50
Потребная мощность, кВт	1,5	2	28	50
Производительность, т/ч	1,0	1,5	27	165
Расстояние между валками, мм . . .	5—6	5—6	30	1 000
Габаритные размеры, мм:				
длина	2000	2300	2300	3 980
ширина	1500	1700	1640	2 240
высота	800	1000	810	1 480
Масса, кг	1250	1500	3300	11 760

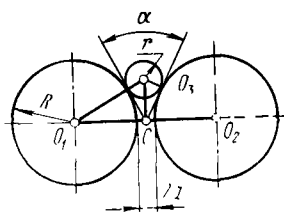


Рис. 18. Схема для определения угла захвата валков

Для снижения износа бандажей валков принимают

$$n_{\text{раб}} = (0,4 \div 0,7) n_{\text{max}}.$$

Мощность в валковых дробилках затрачивается на собственно дробление, трение породы о валки и трение цапф валков в подшипниках. Проф. Л. Б. Левенсон рекомендует мощность (кВт) валковых дробилок определять по формуле

$$N = \frac{LRn}{142\,800} \left[\frac{\sigma^2 (r^2 - a^2)}{Er} + \frac{R^2}{740} \right],$$

где L и R — в см; n в об/мин; σ — предел прочности при сжатии, кгс/см²; r и a — в см; E — модуль упругости, кгс/см².

При эксплуатации валковых дробилок особое значение имеет регулярное питание по всей длине загрузочного отверстия. При подаче материала вручную обычно быстро изнашивается середина валков, а неизношенные края не позволяют пружинам сжать валки до установленных размеров щели, поэтому в современных дробильных установках материал подается ленточным транспортером или же, при загрузке из бункера, — через питатели.

При дроблении твердых пород частоты вращения обоих валков для устранения чрезмерного их истирания должны быть одинаковыми.

Техническая характеристика валковых дробилок приведена в табл. 5.

БЕГУНЫ

Бегуны применяют на заводах тонкой керамики для мелкого дробления отошающих материалов или сухой глины, когда допускается большое содержание пыли в раздробленном материале. Несмотря на ряд конструктивных и эксплуатационных недостатков, бегуны нашли большое распространение в фарфоро-фаянсовой промышленности благодаря простой конструкции и несложному обслуживанию (табл. 6). В современных массозаготовительных цехах бегуны заменяют шаровыми мельницами, работающими по схеме самоизмельчения материала.

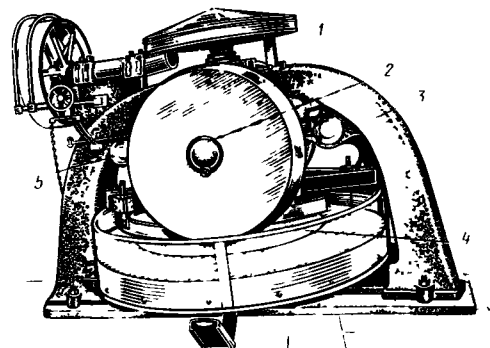


Рис. 19. Бегуны с гранитными катками

На бегунах с гранитными катками 1 (рис. 19) при тщательном наблюдении за смазкой цапф исключается возможность попадания заметных включений железа в керамическую массу, что в производстве фарфора и фаянса имеет решающее значение. Бегуны состоят из пода, футерованного гранитными

6. Техническая характеристика бегунов

Параметры	С вращающимся подом и гранит- ными катками				СМ 21СХ
	завода		СМ-139		
	«Thuringia»	«Netzsch»			
Диаметр катка, мм . . .	1050	1 350	1400	1400	1 200
Ширина катка, мм . . .	300	400	400	400	350
Масса катка, кг	1100	1 650	2200	2120	2 000
Частота вращения шки- ва, об/мин	120	90	—	—	121—158
Потребная мощность, кВт	2,2	5	9	12	14
Производительность при твердых отощающих ма- териалах (кварц, шпат, шамот), кг/ч	500	1 000	1000	3000—4000	1 000—1 500
Габаритные размеры, мм:					
длина	2700	3 400	—	—	4 350
ширина	1700	2 300	—	—	2 750
высота	2000	2 600	—	—	2 870
Масса агрегата, кг . . .	5000	10 550	6750	—	11 630

секторами 4, и обычно из двух катков, вращающихся на двух самостоятельных полуосях 2, закрепленных в подвесках 5 станины 3. Гранитные катки и футеровку пода из гранита или каменного литья применяют в бегунах для дробления кварца, полевого шпата, пегматита.

Различают бегуны двух типов — с неподвижным и вращающимся подом. В последних катки свободно вращаются вокруг своих осей под действием силы трения их о материал, загружаемый на подовую тарелку. Во всех конструкциях измельчение производится за счет собственного веса катков, поэтому бегуны являются металлоемкой машиной. Измельчение на бегунах осуществляется как раздавливанием, так и истиранием материала.

Бегуны с вращающимся подом (рис. 20) монтируют на П-образной станине, состоящей из двух чугунных отливок 1, соединенных сверху двумя швеллерными балками 2. Станина и подпятник 16 установлены на раме 21 из двутавровых балок. Нагрузка от веса пода 20, катков 5 и материала воспринимается подпятником 16 и плитой 17. Вращающийся под бегунов посажен на вертикальный вал 11 и состоит из мелющей дорожки 18 и собранной из секторов кольцевой решетки 19. Чаша 15 бегунов приводится в движение от электродвигателя 14 через клиноременную передачу 13, фрикционную муфту 3, коническую зубчатую передачу и вертикальный вал 11.

Катки трением о материал, находящийся на поду чаши, вращаются на полуосях 6. Катки фиксируются на полуосях 6 кольцами 4. На концах полуосей насажены ползуны 7, свободно пере-

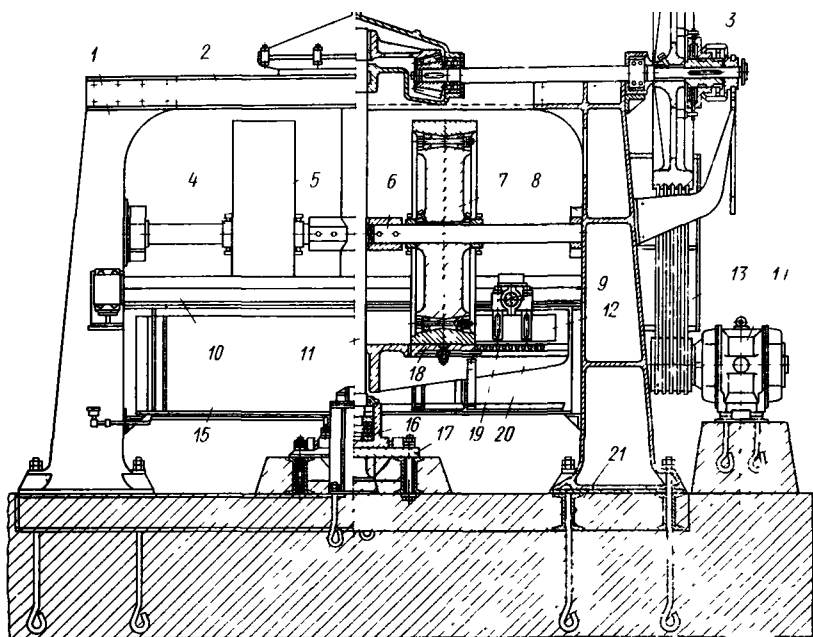


Рис. 20. Бегуны со стальными катками и вращающимся подом

мещающиеся вверх и вниз по направляющим 8. Скребки 12, подающие материал под катки бегунов с дорожки 18 на решетку 19, смонтированы на валах 9 и 10, укрепленных на станине бегунов. Подпятник имеет роликовые или шариковые опоры, рассчитанные на большую осевую нагрузку. При использовании размолотого материала в производстве тонкой керамики необходима тщательная электромагнитная сепарация.

Дробление куса материала (рис. 21) диаметром d в бегунах возможно при условии, что каток диаметром D не сдвинет его по чаше, а накатится на него и раздавит своим весом. Сила P нормального давления на кусок дробимого материала направлена перпендикулярно касательной, проведенной в точке контакта C катка и куса

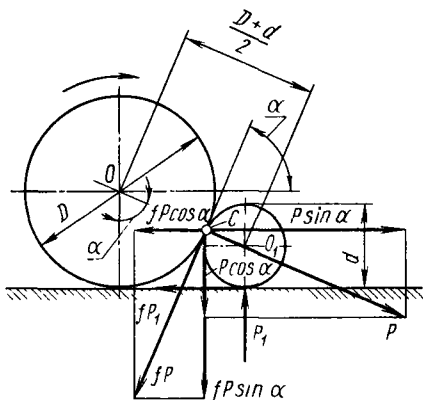


Рис. 21. Схема для определения угла захвата бегунов

материала, и вызывает силу трения fP , которая направлена по той же касательной.

Кусок материала, действуя своим весом на под чашу, вызывает реакцию P_1 , направленную вверх. Эта реакция обуславливает силу трения fP_1 . Для того чтобы кусок был захвачен, должно выполняться условие

$$P \sin \alpha \leq fP_1 + fP \cos \alpha, \quad (2)$$

где α — угол захвата; f — коэффициент трения скольжения металла об измельчаемый материал.

Сумма проекций всех сил на вертикальную ось выражается уравнением

$$\sum P_y = P_1 - P \cos \alpha - fP \sin \alpha = 0. \quad (3)$$

Решив совместно уравнения (2) и (3), получим

$$\operatorname{tg} \alpha \leq 2f/(1 - f^2).$$

Выразив коэффициент трения f через $\operatorname{tg} \varphi$, где φ — угол трения, найдем $\alpha \leq 2\varphi$.

Таким образом, получили ту же зависимость, что и для щековой дробилки, т. е. угол захвата должен быть не больше двойного угла трения.

Соотношение между размером измельчаемого куска и диаметром катка определим из уравнения

$$(D/2 + d/2) \cos \alpha = D/2 - d/2,$$

откуда

$$Dd = (1 + \cos \alpha)/(1 - \cos \alpha). \quad (4)$$

Приняв наибольшее значение $\alpha = 2\varphi$, получим для твердых сухих пород при коэффициенте трения $f = 0,3$ ($\varphi = 16^\circ 50'$) угол захвата $\alpha = 2\varphi = 33^\circ 40'$. Подставив $\cos 33^\circ 40' = 0,832$ в выражение (4), найдем

$$Dd = (1 + 0,832)/(1 - 0,832) \approx 11.$$

Отношение D/d обычно стараются уменьшить и для большей надежности для твердых материалов принимают

$$d = D/14.$$

Предельную частоту вращения чаши, при которой материал не сбрасывается под действием центробежной силы за борт, определим из условия

$$Gf = mgf \geq P_n,$$

где $G = mg$ — вес куска дробимого материала ($g = 9,81$ м/с²); P_n — центробежная сила инерции $|P_n| = m\omega^2 R_0 = m(\pi n/30)^2 R_0$ (здесь m — масса куска, кг; R_0 — радиус окружности катания катка, м; n — частота вращения чаши, об/мин; ω — угловая скорость чаши, 1/с).

Из неравенства

$$mgf \geq m(\pi n/30)^2 R_0$$

следует, что

$$n \leq 30 \sqrt{f/R_0}.$$

При измельчении твердых сухих пород принимают $f = 0,3$; тогда

$$n \leq 30 \sqrt{0,3/R_0} \leq 16,5 / \sqrt{R_0}.$$

Для повышения надежности работы бегунов найденную предельную частоту вращения чаши следует уменьшить приблизительно на 10%.

Определим мощность электродвигателя бегунов. Рассмотрим работу бегунов с вращающимся подом (рис. 22). Катки бегунов катятся по окружности пода, поэтому окружная скорость точки a пода, расположенной ближе к его центру O , меньше скорости точки b , более отдаленной от центра. Если рассматривать эти точки как точки катка, то можно сказать, что они расположены на одном расстоянии от его центра и имеют одинаковую скорость относительно его оси. Следовательно, в местах соприкосновения катка с подом (точки a и b) неизбежно происходит скольжение, вызывающее дополнительное перетирание материала. Теоретически лишь одна окружность среднего сечения катка, проходящая через точку k , катится на поду без скольжения. Скорости (м/с) точек a , b и k пода соответственно составляют

$$v_a = 2\pi r_a n/60; v_b = 2\pi r_b n/60; v_k = 2\pi r_k n/60,$$

где r_a, r_b, r_k — расстояния от центра пода до точек a, b, k соответственно; n — частота вращения пода, об/мин.

Все три точки катка, соответствующие точкам a, b и k пода, движутся с общей средней скоростью v_k , соответствующей скорости окружности пода, по которой каток катится без скольжения. Следовательно, разница скоростей $\omega_a = v_k - v_a$ будет скоростью скольжения для точки a пода относительно соответствующей точки катка:

$$\omega_a = \frac{2\pi r_k n}{60} - \frac{2\pi r_a n}{60} = \frac{2\pi n (r_k - r_a)}{60} = \frac{\pi n B}{60},$$

где B — ширина катка.

Для точки b пода скорость скольжения относительно соответствующей точки катка составляет

$$\omega_b = \pi n B/60.$$

Рис. 22. Схема для определения мощности электродвигателя бегунов

Так как скорость скольжения снижается до нуля, а затем возрастает до максималь-

ного значения, средняя скорость скольжения для правой и левой половин каждого катка

$$w_{cp} = \pi n B / (60 \cdot 2) = \pi n B / 120.$$

При этом точка *a* отстает, а точка *b* опережает движение катка. Истирание материала из-за частичного скольжения катков приводит к образованию значительного процента пыли, поэтому бегуны нельзя применять там, где мелкая пыль не может быть полностью использована в производстве, например при дроблении капсельного боя для приготовления капсельных масс.

Мощность при дроблении на бегунах расходуется на дробление материала при качении бегунов и на истирание материала при их скольжении.

Мощность (кВт), затрачиваемая на истирание материала при скольжении бегунов,

$$N_1 = f Q \pi n B k / (102 \cdot 120),$$

где *f* — коэффициент трения скольжения; *Q* — вес катка, кгс; *k* — количество катков (обычно равно двум); $\pi n B / 120$ — средняя скорость скольжения катка.

На преодоление трения качения при дроблении затрачивается мощность (кВт)

$$N_2 = \mu_k Q k / (102 R),$$

где μ — коэффициент трения бегуна при качении, м; v_k — скорость качения, м/с; *R* — радиус катка, м.

Полная мощность (кВт) бегунов

$$N = k \frac{Q}{\eta \cdot 102} \left(\frac{\mu v_k}{R} + \frac{f \pi n B}{120} \right),$$

где η — коэффициент полезного действия машины с учетом потерь на трение скребков.

Производительность бегунов зависит не только от их размеров, но и от регулярности подачи материала под катки и отбора мелкой фракции, степени измельчения материала, его размолоспособности. Приводимые в табл. 7 данные являются приближенными, так как не связаны со степенью измельчения получаемого продукта и твердостью материала. При измельчении сухой глины производительность бегунов в 2—3 раза выше, чем при дроблении кварца.

Сито бегунов работает удовлетворительно лишь при ширине щелей не менее 1—2 мм, поэтому бегуны с самоотсевом дают смешанный материал с зернами величиной от 1—2 мм до мельчайшей пыли. Для получения тонких фракций при помоле глины или каолина применяют воздушные сепараторы, работающие в замкнутом цикле с бегунами.

МОЛОТКОВЫЕ ДРОБИЛКИ И МЕЛЬНИЦЫ

Для крупного и среднего дробления используют молотковые дробилки, а для мелкого дробления и среднего помола — молотковые мельницы.

Молотковые дробилки, работающие по принципу ударного действия, обеспечивают высокую производительность и высокую степень измельчения, достигающую пятидесяти при мягких материалах. Машины молоткового типа, дающие мелкие фракции, называют молотковыми мельницами. По конструкции молотковые дробилки и мельницы разделяют на несколько типов.

Дробилки бывают однороторные и двухроторные. В производстве тонкой керамики из-за относительно небольших количеств перерабатываемого сырья (по сравнению с производством цемента) применяют лишь однороторные дробилки. Кроме того, различают дробилки с однорядным расположением тяжелых П-образных молотков и многорядным расположением молотков пластинчатой, Т-образной или иной формы.

Дробилки с однорядным расположением нескольких (6—8) тяжелых П-образных молотков используют при измельчении крупных кусков, например шамотного боя в производстве огнеупорных капселей.

Молотковые мельницы разделяют на колосниковые и бесколосниковые. Последние применяют для измельчения материалов со слабым сцеплением частиц (при получении порошка из глин, каолинов и керамических масс).

В производстве тонкой керамики в молотковых дробилках и мельницах измельчают шамот и сухие глины, получают прессовочные порошки для изготовления плиток, установочного электрофарфора.

Молотковые дробилки для грубого дробления материалов средней твердости, например кансельного боя, имеют тяжелые молотки, особо прочную футеровку и колосниковую решетку. Для измельчения материалов, прошедших стадию грубого дробления в щековых дробилках, применяют молотковые дробилки с большим количеством молотков небольшой массы (0,5—5 кг). Для тонкого измельчения мягких материалов, например глины и керамической массы, используют бесколосниковые быстроходные молотковые мельницы, работающие с большой частотой вращения ротора (до 3000 об/мин). Мельницы снабжены несколькими рядами молотков малой массы, специальными питателями для равномерной подачи материала в дробилку и не имеют решеток.

Дробилки с молотками П-образной формы пригодны для измельчения кансельного боя, шамота и крупных кусков других материалов средней твердости.

Дробилка (рис. 23) имеет чугунный или стальной сварной корпус 2, футерованный фасонными плитами 3 и 5, откидную колосниковую решетку 7 с колосниками 1 и вращающийся в двух

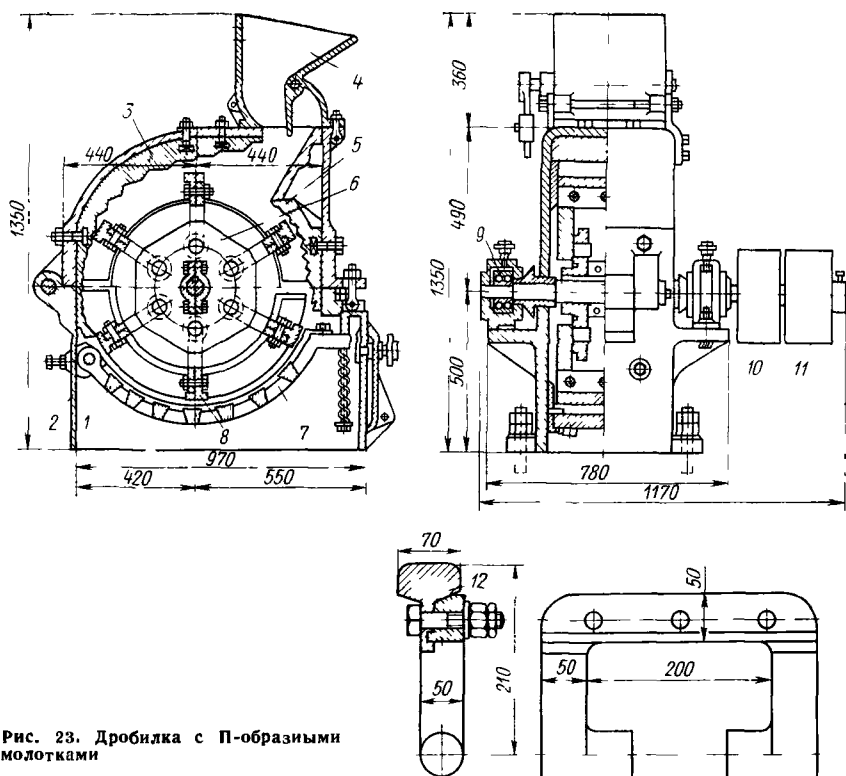


Рис. 23. Дробилка с П-образными молотками

подшипниках 9 дробильный ротор 6. Верхняя часть корпуса отъемная для установки ротора и смены изнашивающихся частей. В нижней части корпуса сделан люк для наблюдения за состоянием колосниковой решетки и прохождением материала (влажный материал забивает решетку). Ротор состоит из двух дисков с отверстиями по окружности для подвешивания молотков 8, имеющих форму прямоугольных скоб. На одном конце вала ротора насажены приводной 10 и холостой 11 шкивы или шкив клиноременной передачи. П-образные молотки снабжены сменными брусками 12 из износостойчивой стали.

Куски сухой глины, шамота, мела и других материалов невысокой твердости загружаются через воронку 4 и разбиваются ударами молотков на мелкие куски. Кроме того, материал дробится, ударяясь о колосниковую решетку и футеровку мельницы. Мелкая фракция проходит через решетку, а крупные куски увлекаются молотками и подвергаются дальнейшему дроблению.

В молотковых дробилках с пластинчатыми молотками (рис. 24) вместо П-образных молотков между дисками 1 на стержнях 2 шарнирно навешены пластинчатые молотки 3. По мере изнашивания молотки поворачивают на 180°. Таким образом, у каждого

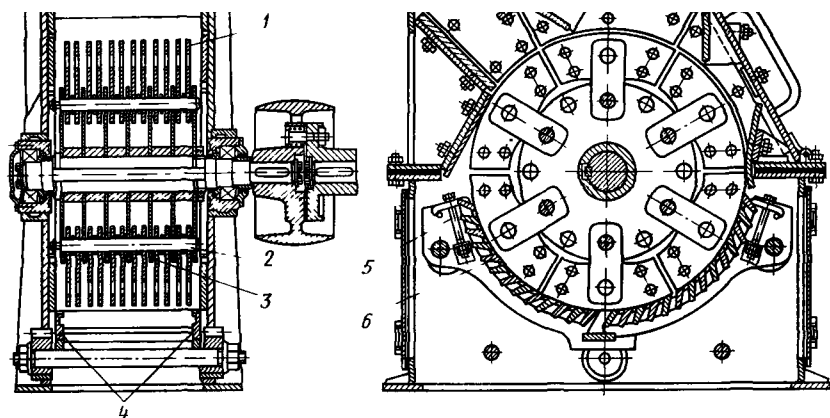


Рис. 24. Дробилка с пластинчатыми молотками

молотка поочередно используются все рабочие кромки, чем удлиняется срок их службы. Колосниковая решетка имеет две опоры 4 с пазами для закладывания сменных колосников 6, разделяемых прокладками. Колосники закрепляются болтами 5. Частая замена износившихся молотков при измельчении материалов высокой прочности и абразивности — существенная статья расходов по эксплуатации молотковых дробилок. Несвоевременная замена молотков приводит к поломкам и простоям оборудования. Износ молотков из хромоникелемолибденовой стали при измельчении кварца и других близких по твердости материалов составляет 0,024—0,043 кг на 1 т измельченного материала, в зависимости от размеров загружаемых кусков, а для марганцовистой стали соответственно 0,026—0,028 кг.

Износ молотков из разной стали по сравнению с износом молотков из термически обработанной высокоуглеродистой стали, принятым за единицу, составляет: для хромомолибденовой стали 0,64, хромистой — 0,75, марганцовистой закаленной — 0,8. Кроме износа, необходимо учитывать относительную стоимость 1 кг стали с соответствующей обработкой, которая хотя и зависит от стоимости легирующих добавок, но приблизительно характеризуется следующими цифрами: для марганцовистой холоднообработанной стали — 1; хромомолибденовой — 0,94; хромистой — 0,88; марганцовистой закаленной 1,55; термически обработанной высокоуглеродистой — 0,93.

По ОСТ 3427 и 3428 на заводах СССР выпускаются молотковые дробилки восьми типоразмеров с роторами диаметром 375—1300 мм и длиной 200—1600 мм соответственно, производительностью 0,8—180 т/ч при дроблении известняков средней твердости (табл. 7).

7. Техническая характеристика молотковых дробилок

Показатели	С-30	С-218	СМ-131	С II-образ- ным молот- ками
Диаметр ротора, мм	450	600	800	710
Длина ротора, мм	600	450	600	350
Частота вращения ротора, об/мин	1150	1250	1000 1300	1200
Размеры загрузочного отвер- стия, мм:				
длина	600	450	600	—
ширина	310	280	300	—
Наибольший размер загружае- мых кусков, мм	100	100	100	—
Ширина отверстий колоснико- вой решетки, мм	30	35	13	12
Производительность, м³/ч	8—10	12—15	10—28	2,5—5
Мощность двигателя, л. с.	20	14	55—70	16—24
Габаритные размеры, мм:				
длина	1460	1050	1350	1120
ширина	1035	1029	1255	1170
высота	655	1122	1230	1350
Масса, т	1,37	1,28	2,31	—

МАШИНЫ ДЛЯ ТОНКОГО СУХОГО ПОМОЛА ОТОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В состав тонких керамических масс вводят отощающие материалы, измельченные до прохождения около 98% материала через сито № 0063, т. е. с размерами зерен, не превышающими 60 мкм. В производстве некоторых видов тонкой керамики, например корундовой, получили распространение материалы, измельченные до зерен размером 10 мкм и менее.

Для тонкого и сверхтонкого помола твердых материалов широко используют шаровые, а мягких — роликовые мельницы. При измельчении некоторых материалов в небольших количествах применяют вибрационные мельницы, а также мельницы с использованием струйной энергии пара или сжатых газов. Тонкий помол кварца, полевого шпата и боя изделий (производственных отходов) производится в шаровых, а сухих глин и каолинов — в роликовых мельницах. По принципу работы шаровые мельницы разделяют на непрерывнодействующие и периодические.

Мельницы непрерывного действия могут работать по открытому циклу, при котором весь размолотый материал направляется из мельницы для дальнейшего использования, и по замкнутому циклу. При этом материал, выходящий из мельницы сухого помола, подается в сито или воздушный сепаратор для выделения тонкой фракции. Крупная фракция возвращается в мельницу для домалывания зерен до заданного размера.

Шаровые мельницы периодического действия применяют для мокрого помола главным образом на фарфоровых и фаянсовых заводах, получающих кварцевый песок, полевой шпат и пегматит непосредственно из карьеров. С организацией помольно-обогачительных заводов эти мельницы заменяют непрерывнодействующими.

Кроме отмеченных основных признаков классификации, мельницы, применяемые в производстве тонкой керамики для сухого помола, разделяют по форме рабочего пространства на цилиндрические и конические; по способу разгрузки на мельницы с механической и пневматической разгрузкой; по конструкции загрузочного и разгрузочного устройств на мельницы с загрузкой и разгрузкой непосредственно через пустотелые цапфы и мельницы с разгрузкой через решетчатую диафрагму, а затем через цапфу.

По сравнению с другими помольными машинами шаровые мельницы имеют высокую производительность, простую конструкцию и не нуждаются в частых ремонтах. Существенными их недостатками являются малая скорость движения мелющих тел, обусловленная ограниченной частотой вращения мельницы (20—30 об/мин), и относительно высокий удельный расход энергии по сравнению с быстроходными машинами грубого помола.

ШАРОВЫЕ МЕЛЬНИЦЫ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Мельницы с разгрузкой через полую цапфу, работающие по сухому способу, разделяют на короткие цилиндрические и трубные с длиной, превышающей диаметр в 3—6 раз (табл. 8). Короткую цилиндрическую мельницу простейшей конструкции, показанную на рис. 25, с обусловленной заменой стальной футеровки на базальтовую применяют для помола материалов, используемых в производстве тонкой керамики. Она имеет цилиндрический барабан 5 и два днища 6, отлитых вместе с полыми цапфами 7. К левой загрузочной цапфе устанавливается питатель, через центральный люк которого грубодробленый материал подается

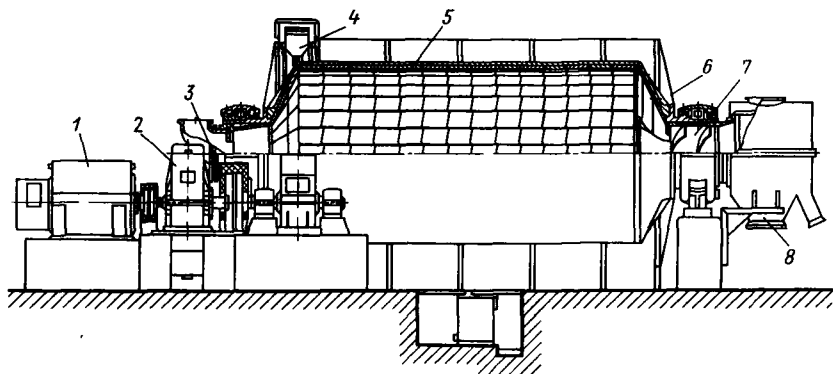


Рис. 25. Цилиндрическая мельница для непрерывного помола

8. Техническая характеристика цилиндрических шаровых мельниц непрерывного действия с разгрузкой через цапфу

Показатели	СМ-432	СМ-176 (СМ-601)	ШЦР 1800 × 3000	ШЦ4 2100 × 3000	ШЦ5 2700 × 3600
Внутренний диаметр барабана, мм	900	1500	1800	2100	2700
Рабочая длина барабана, мм	1800	3000	3000	3000	3600
Частота вращения барабана, об/мин	35	20	26	24	21
Мощность электродвигателя, кВт	19,7	80	120	210	380
Габаритные размеры мельницы, мм:					
длина	3350	6500	8120	8340	9920
ширина	3175	2930	4112	4457	5450
высота	1725	2600	—	—	—

Примечание. Мощность электродвигателей приведена для работы со стальными шарами; при замене их кремневой галькой мощность пересчитывается по приведенной ниже формуле

внутри барабана. Мельница приводится в движение через зубчатую передачу 4, муфту 3 и редуктор 2 от электродвигателя 1. Мельница футеруется кремневыми и литыми базальтовыми плитами для размолва кварца, шпата и других материалов, когда недопустимо их загрязнение примесью частиц железа. При помоле некоторых материалов применяется футеровка из износостойчивой резины. Непрерывнодействующие мельницы сухого помола работают с воздушными сепараторами или по открытому циклу с разгрузкой через приемник 8.

Следует отметить, что чем больше подается в мельницу материала, тем быстрее он продвигается к выходу, и, следовательно, тем короче период измельчения и крупнее помол. Для получения более мелкого продукта следует уменьшить загрузку, что вызывает снижение производительности мельницы. Производительность мельницы со свободным центральным выходом продукта при сухом помоле ниже, чем при мокром, так как в последнем случае вода облегчает удаление мелкой фракции из измельчаемого материала. Кроме того, вода и растворенные в ней поверхностно-активные вещества благодаря расклинивающему их действию в микротрещинах облегчают тонкий размол материалов.

КОНИЧЕСКИЕ МЕЛЬНИЦЫ

В силикатной промышленности галечные конические мельницы (табл. 9), футерованные кремневыми плитами, используют главным образом на заводах тонкой керамики для размолва отошающих

9. Техническая характеристика галечных конических мельниц

Показатели	Размеры цилиндрической части				
	600× × 200	900× × 200	900× × 600	1350× × 600	1500× × 900
Частота вращения мельницы, об/мин:					
минимальная . . .	39	31	31	25	24
максимальная . . .	51	40	40	33	32
Производительность при помоле полевого шпата и подобных материалов, т/ч:					
при крупности исходного материала 12 мм и прохождении 100% измельченного продукта через сито в 100 меш . .	0,03	0,10	0,20	0,52	0,97
при крупности исходного материала 6 мм и прохождении 98% измельченного продукта через сито в 200 меш.	0,02	0,07	0,13	0,34	0,64
при крупности исходного материала 6 мм и прохождении 98% измельченного продукта через сито в 325 меш	0,01	0,04	0,08	0,20	0,38
Максимальная мощность, кВт:					
мельницы (расчетная)	0,4	1,9	3,3	7,4	14
установленного двигателя	0,8	1,9	3,7	7,4	14,7
Приблизительная масса, кг:					
мельницы	410	1720	1950	3628	5440
футеровки	181	362	590	1048	1587
галек	68	136	272	1004	1361

Примечание. Таблица составлена по данным фирмы «Harding C^o» (США)

наметр × длина), мм

1800 × × 550	1800 × × 1200	2400 × × 900	2400 × × 1800	3000 × × 1200	3000 × × 1650	3600 × × 1800	3600 × × 3000
22	22	28	18	16	16	15	15
28	28	24	24	21	21	19	19
1,17	1,91	3,78	5,70	7,15	9,00	15,10	21,80
0,79	1,26	2,42	3,78	4,65	5,95	9,85	14,40
0,45	0,75	1,45	2,24	2,86	3,60	5,90	8,50
16,5	26	45	74	90	103	189	272
18,7	29,5	55	74	92	111	191	294
6800	5440	7250	13 150	13 610	14 520	19 800	26 800
1814	2270	5890	7 250	8 160	9 070	11 500	14 800
1587	2040	4030	6 340	9 750	10 880	15 500	24 600

с приближенным пересчетом в метрические меры.

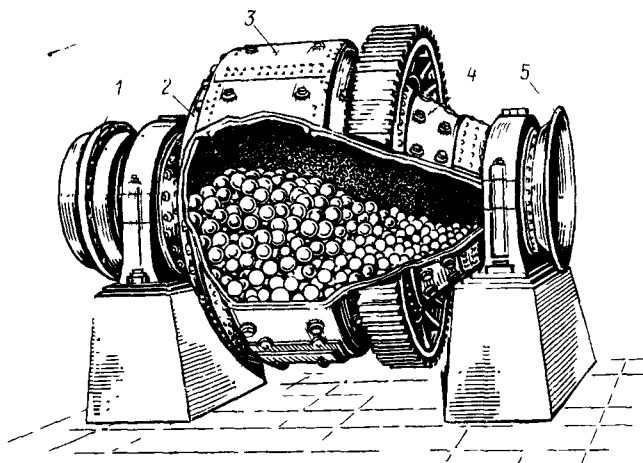


Рис. 26. Коническая мельница с разгрузкой через цапфу

материалов — кварца, полевого шпата, пегматита, а также на специальных размольно-обогащительных заводах. Корпус конической мельницы (рис. 26) состоит из трех частей: конического днища 2 с углом у вершины около 120° с полой цапфой 1 для загрузки породы, цилиндрической части 3 длиной 0,25—0,8 диаметра и конической части 4 с углом у вершины 60° с разгрузочной полой цапфой 5.

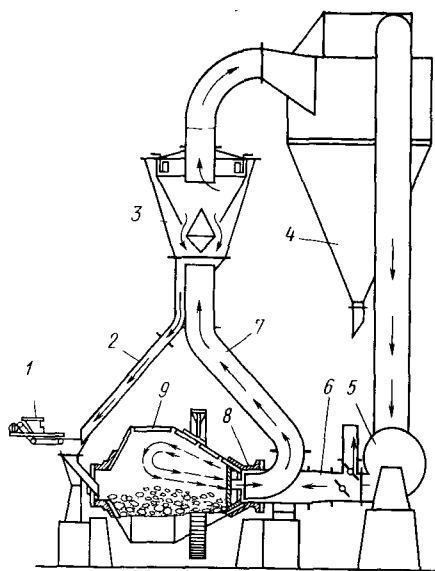
Форма конической мельницы соответствует оптимальным условиям измельчения. Экспериментально установлено, что при работе мельницы более крупные шары собираются в цилиндрической части, а мелкие вытесняются в коническую часть к разгрузочной цапфе. Следовательно, крупные частицы материала, поступающие в цилиндрическую часть мельницы, измельчаются более крупными шарами, обеспечивающими сильный удар. Измельчение мелких частиц происходит в конической части мельницы главным образом за счет истирания материала при небольшой высоте подъема шаров. Энергия падения шаров у загрузочной цапфы мельницы более чем в 20 раз превышает энергию падения малых шаров вблизи разгрузочной цапфы. Удельная поверхность шаров, наоборот, увеличивается к разгрузочной части мельницы приблизительно в 4 раза.

Материал загружается в мельницу обычно ленточным питателем 1 (рис. 27). При сухом размоле тонкая фракция удаляется из мельницы пневматическим способом. В расширенную пустотелую цапфу 8 мельницы 9 вставляется специальное сопло 6, через которое нагнетается воздух вентилятором 5. Внутри сопла установлена труба 7, по которой размолотый материал увлекается воздушным потоком из мельницы в сепаратор 3. В сепараторе крупная фракция выделяется из воздушного потока и возвращается в мельницу по трубе 2 на дополнительный помол, а тонкая фракция, т. е.

Рис. 27. Коническая мельница с пневматической разгрузкой

готовый продукт, осаждается в циклоне 4. Воздух в циклоне, освобождаясь от измельченного материала, подается вентилятором через сопло в коническую мельницу.

Пневматическая разгрузка мельницы повышает ее производительность и в этом преимущество описываемого метода по сравнению с механической разгрузкой мельницы через полую цапфу. Однако для принудительного отбора материала требуется большая скорость воздуха, что связано со значительным расходом энергии. Следует отметить, что при пневматической разгрузке уменьшается пылеобразование, так как трубы, соединяющие пустотелую цапфу мельницы с сепаратором, легче герметизировать, чем корпуса машин для механической разгрузки (ковшовые элеваторы).



Изучение работы мельниц показало, что наибольший коэффициент полезного действия получается при длине цилиндрической части, равной $\frac{1}{2}$ диаметра мельницы. Однако при тонком помоле, когда удельная производительность резко снижается, используют мельницы с цилиндрической частью, по длине равной диаметру.

ТРУБНЫЕ МЕЛЬНИЦЫ

Трубные мельницы больших размеров являются очень мощными агрегатами и широко применяются в цементной промышленности, а также на некоторых обогатительных фабриках и размольных заводах, снабжающих керамическую промышленность кварцем, шпатом и пегматитом (табл. 10).

Трубные однокамерные мельницы, применяемые для размола кварца и полевого шпата, футеруют кремневыми или отлитыми из базальта плитами, которые при изнашивании не загрязняют размалываемый материал частицами железа.

В трубных однокамерных мельницах (с кремневой или литой каменной футеровкой и кремневыми или уралитовыми шарами), оборудованных автоматическими питателями для всех компонентов массы и воды, процесс приготовления жидкой массы является наиболее экономичным и простым. Производительность такой мельницы устанавливается путем регулирования автоматических питателей 1 (рис. 28) в соответствии с заданной крупностью зерен

10. Техническая характеристика трубных однокамерных мельниц с кремневой футеровкой

Показатели	М-1 *	М-3 *	М-4 *	5×18 **	6×22 **	7×22 **
Диаметр, мм	1000	1300	1 550	1500	1800	2 100
Длина, мм	4000	6000	5 000	5400	6600	6 600
Мощность электродвигателя, л. с.	18	40	60	80	108	185
Масса, кг:						
мельницы без футеровки и шаров	6500	900	13 000	—	—	—
кремневых шаров	2150	4300	5 700	7700	7250	19 000
кремневой футеровки	1700	3700	3 900	—	—	—
Габаритные размеры, мм:						
длина	7500	9700	1 000	—	—	—
ширина	3000	3200	4 000	—	—	—
высота	2100	2300	2 700	—	—	—

* Данные приведены по каталогу завода «Reissman» (ФРГ).

** Данные приведены по каталогу фирмы «Harding C» (США) с приближенным пересчетом в метрические меры.

в выходящем шликере. Влажность шликера целесообразно корректировать в промежуточных бассейнах при помощи современных автоматических устройств.

Трубные мельницы, используемые для измельчения исходных материалов в производствах разных видов тонкой керамики, могут работать в открытом цикле с разгрузкой через полую цапфу 2 и замкнутом — с воздушными сепараторами или гидравлическими классификаторами. При работе в открытом цикле исключается возможность загрязнения размалываемого материала частицами железа.

При открытом цикле помола в продукте кроме допустимого количества зерен максимальных размеров получается большое количество мелких зерен, что способствует сокращению продолжительности обжига изделий. Большая длина трубных мельниц обеспечивает стабильный гранулометрический состав керамической массы при открытом цикле помола и несложной структуре автоматических линий.

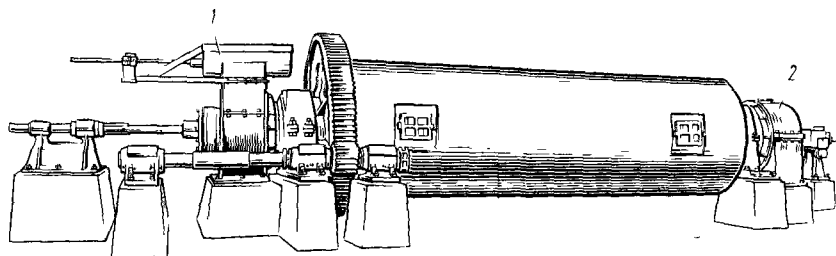


Рис. 28. Трубная однокамерная мельница

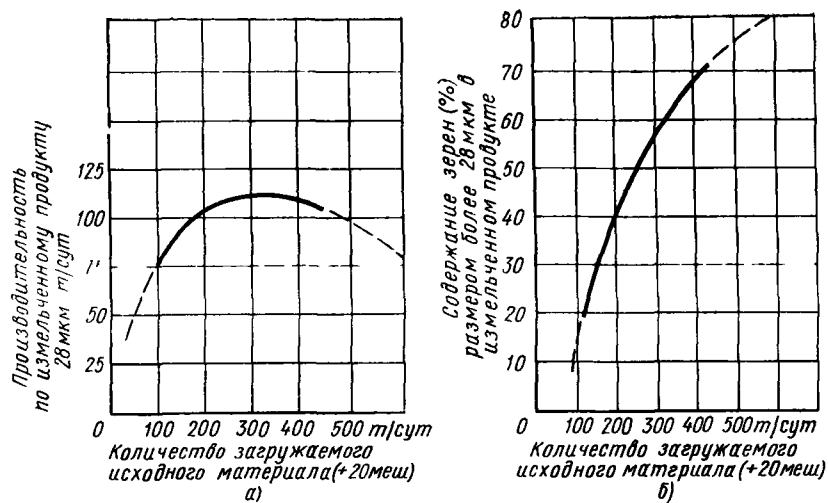


Рис. 29. Зависимость выхода тонкой фракции и степени измельчения от загрузки мельницы

Характеристики мокрого помола песка крупностью 20 меш до 28 мкм при открытом цикле помола в трубной мельнице 1525×4880 , работающей с шарами диаметром 19 мм при частоте вращения 30 об/мин с наполнением 45% и выпуском измельченного продукта диаметром 28 мкм на фабрике «Лэйк Шор» (США), показаны на рис. 29, а, б.

РАСЧЕТ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ

Оптимальную частоту вращения мельницы в зависимости от ее диаметра определяют на основе анализа работы шаров. При медленном вращении мельницы шары с измельчаемым материалом поднимаются вдоль стенки барабана до угла естественного откоса и потом скатываются вниз (рис. 30, а). Зерна материала, расположенные между вращающимися шарами, измельчаются истиранием.

При более быстром вращении шары под влиянием центробежной силы, прижимающей их к стенке мельницы, поднимаются

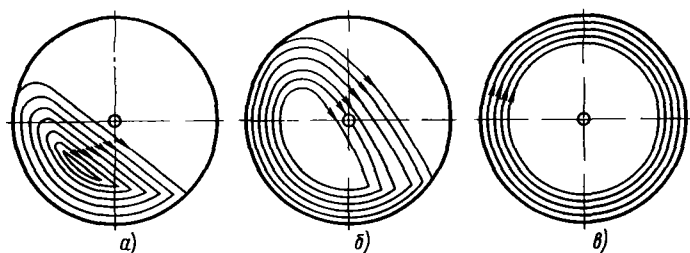


Рис. 30. Траектория шаров в мельнице

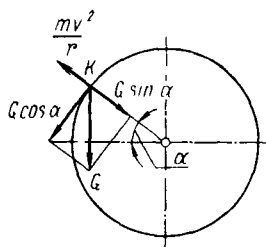


Рис. 31. Схема для определения частоты вращения мельницы в зависимости от ее диаметра

вверх и под действием силы тяжести каскадом падают на материал и шары, расположенные в нижней части мельницы (рис. 30, б). При этом материал измельчается не только трением между зернами и шарами, но и ударным действием последних.

Максимальной скорости падения шаров соответствует наибольшая энергия, используемая на измельчение материала. Производительность мельницы в этом случае максимальна. При дальнейшем увеличении частоты вращения мельницы возникают центробежные силы, превышающие

силы тяжести шаров, и последние, прижатые к футеровке, перемещаются вместе с ней (рис. 30, в); измельчение материала в мельнице прекращается.

Окружная скорость (на внутренней поверхности футеровки), при которой шары перестают отрываться от футеровки, называется критической.

Предельную частоту вращения, при которой шары вращаются вместе с корпусом мельницы, определяют из условий равновесия центробежной силы и силы тяжести, действующих на шар, находящийся у поверхности футеровки (рис. 31):

$$mv^2/r = G \sin \alpha,$$

где m — масса шара, кг; r — расстояние от центра шара до центра мельницы мм; v — окружная скорость мельницы, м/с; G — вес шара, кгс; g — ускорение свободного падения, м/с².

Вес и центробежная сила приложены к центру шара, поэтому во всех дальнейших выводах правильнее было бы принимать не внутренний диаметр мельницы D , а $D-d$, где d — диаметр шара. Однако ввиду того, что значение d по сравнению со значением D незначительно, без заметной погрешности, можно допустить $D-d \approx D$.

Как видно из рисунка, центробежная сила направлена по радиусу под углом α к горизонтали. Вес G можно разложить на две составляющие G_1 и G_2 , направленные по касательной и радиусу. Последняя будет противодействующей центробежной силе:

$$G_2 = G \sin \alpha.$$

Критическую скорость барабана мельницы, при которой шары не будут отрываться от футеровки, определим из условия

$$Gv^2/(gr) \geq G \sin \alpha.$$

Составляющая G_2 веса шара достигает максимального значения, когда шар находится в крайнем верхнем положении (в точке K_1 при $\alpha = 90^\circ$ и $\sin \alpha = 1$). При этом

$$v^2/g^2 = 1; \pi^2 D^2 n^2 / 60^2 = gD/2.$$

Отсюда находим критическую частоту вращения (об/мин) мельницы

$$n_{кр}^2 = 60^2 g D / (2\pi^2 D^2).$$

Представляя значения π и g , получим расчетную критическую частоту вращения (об/мин) для шаровых и галечных мельниц в зависимости от их внутреннего диаметра D , выраженного в метрах:

$$n_{кр} = 42,4 \sqrt{D}.$$

Для практических целей на основе теоретического анализа движения шаров частоту вращения мельницы принимают равной 72—81% от критической частоты вращения.

Наиболее выгодная частота вращения (об/мин) мельницы, работающей по сухому способу:

$$n = \frac{32}{\sqrt{D}},$$

где D — диаметр мельницы, м.

В мельницах периодического действия, работающих с кремневыми шарами по мокрому способу, частоту вращения с учетом скольжения шаров следует определять согласно данным Государственного исследовательского керамического института по формулам

$$n = \frac{35}{\sqrt{D}} \quad \text{при } D > 1,25 \text{ м};$$

$$n = \frac{40}{\sqrt{D}} \quad \text{при } D < 1,25 \text{ м}.$$

Найдем мощность привода шаровой мельницы. В шаровой мельнице энергия расходуется на подъем шаров, сообщение им движения и на преодоление вредных сопротивлений. На работу измельчения материала используется часть энергии, затрачиваемой на подъем шаров.

Работа (кгс·м), необходимая для подъема шаров за один цикл их движения на высоту h , среднюю для всей массы шаров,

$$A_1 = Gh,$$

где G — вес шаров, кгс; h — высота подъема шаров, равная расстоянию до точки отрыва шара, находящегося от центра мельницы на расстоянии R_0 (радиус инерции массы поднимающихся шаров).

В результате анализа движения шаров в мельницах установлено [9], что высота подъема h массы шаров, движущейся по дуге окружности, радиус которой равен радиусу инерции, равна $1,13R$, где R — внутренний радиус мельницы. Тогда работа, затрачиваемая на подъем шаров,

$$A_1 = Gh = 1,13GR.$$

Работа (кгс·м), необходимая для сообщения шарам кинетической энергии,

$$A_2 = \frac{mv_0^2}{2} = \frac{Gv_0^2}{2g} = \frac{G}{2g} \left(\frac{\pi R_0 n}{30} \right)^2, \quad (5)$$

где m — масса шаров, кгс·с²/м; v_0 — средняя скорость движения шаров для радиуса инерции R_0 , м/с; n — частота вращения мельницы сухого помола, об/мин (обычно $n = 32/\sqrt{D}$, или $n = 22,7/\sqrt{R}$, где D и R соответственно внутренние диаметр и радиус мельницы, м).

Для оптимальных условий работы мельницы принимают $R_0 = 0,785R$. При этом формула (5) имеет вид

$$A_2 = \frac{G}{2g} \left(\frac{\pi \cdot 0,785 R n}{30} \right)^2 = \frac{GR^2 n^2}{2920},$$

или при $n = 22,7/\sqrt{R}$

$$A_2 = 0,1769GR.$$

Суммарная работа (кгс·м), затрачиваемая на подъем шаров и сообщение им кинетической энергии за один цикл движения,

$$A = A_1 + A_2 = 1,13GR + 0,1769GR = 1,3069GR.$$

В результате аналитического исследования движения шаров в мельницах было установлено, что за время одного оборота барабана рассматриваемый слой шаров совершает $i = 1,795$ циклов. Таким образом, за 1 мин при n оборотах барабана будет произведена работа Ain (кгс·м). При этом расход мощности (кВт)

$$N = \frac{Ain}{60 \cdot 102} = \frac{A \cdot 1,795n}{6120} \approx \frac{An}{3410}. \quad (6)$$

Подставляя в формулу (6) значение A , получим

$$N = 1,3069GR \frac{n}{3410} = \frac{GRn}{2603}.$$

При $n = 22,7/\sqrt{R}$ формула для мощности (кВт), затрачиваемой на подъем шаров и сообщение им кинетической энергии, имеет вид

$$N = \frac{GR \cdot 22,7}{2603 \sqrt{R}} = 0,00872G \sqrt{R}.$$

Мощность (кВт) двигателя

$$N_{дв} = \frac{N}{\eta_1 \eta_2} = \frac{0,00872G \sqrt{R}}{\eta_1 \eta_2},$$

где η_1 — коэффициент полезного действия механизмов мельницы, определяемый в зависимости от конструкции мельницы и привода (обычно $\eta_1 = 0,90 \div 0,95$); η_2 — коэффициент повышения мощности двигателя с учетом пускового момента ($\eta_2 = 0,85 \div 0,95$,

11. Характеристики шаровых мельниц

Материал	Тип мельницы	Цикл, способ размола	Наибольший размер зерен загружаемого материала, мм	Тонкость размолотого материала		Удельная производительность в кг на 1 кВт используемой в мельнице мощности (принимаемой равной 0,9 мощности, отдаваемой двигателем при работе мельницы)
				Диаметр отверстия контрольного сита, мм	Остаток на сите, %	
Кварцевый песок	Трубная галечная	Замкнутый, сухой	0,64	0,075	2	22
	То же	То же	0,64	0,042	2	13
	Коническая галечная	»	0,42	0,075	0,5	15
	То же	»	0,79	0,075	5	17
	»	»	18,8	0,075	1	35
Полевой шпат	»	»	18,8	0,075	15	61
	Цилиндрическая галечная	»	18,8	0,042	10	16
	Коническая галечная	»	18,8	0,042	8	30
Глазурная фритта	То же	Замкнутый, сухой	6,25	0,21	0	34
Рутит	»	То же	6,25	0,075	30	34
	»	»	0,83	0,042	2	8
Тальк	Коническая со стальными шарами	Открытый, сухой	1,65	0,175	2,4	9
	Цилиндрическая галечная		То же	0,075	17,2	9
	Коническая галечная		Замкнутый, сухой	0,075	0,4	14
Корунд (электроплавный)	То же	То же	9,35	0,150	0	19
	Коническая со стальными шарами	Замкнутый, мокрый	8,00	0,010	10	8
	Нефелиновый сиенит	То же	0,64	0,042	5	33
	Сподумен	Замкнутый, мокрый	12,00	0,075	63	92
	То же					

причем более высокие значения характерны для мельниц со специальными пусковыми приспособлениями).

При определении веса шаров учитывают коэффициент заполнения мельницы мелющими телами. Наиболее благоприятным коэффициентом заполнения мельницы считается 0,4. При меньшем значении производительность мельницы снижается, но выход готового продукта на 1 кВт мощности (например, в трубных мельницах) несколько повышается, так как в процессе измельчения участвует значительная часть шаров, падающих с большой высоты. Наоборот, при увеличении коэффициента заполнения возрастает абсолютная часовая производительность мельницы, но снижается удельная производительность на 1 кВт израсходованной мощности.

Производительность шаровых мельниц зависит от многих факторов (табл. 11). Некоторые из них, как, например, размеры и конструкция мельницы, схема размола, вес мелющих тел и материала, способ питания обусловлены типом мельницы и усло-

виями ее эксплуатации, другие — крупностью, влажностью, сопротивлением измельчению размалываемого материала, заданной тонкостью выпускаемого продукта, а также размерами мелющих тел и степенью заполнения мельницы материалом и мелющими телами.

Для определения благоприятных условий работы мельниц и расчета их производительности провели специальные исследовательские работы, на основании которых вывели формулы [6] для вычисления производительности и определили коэффициенты размолоспособности основных материалов силикатной промышленности.

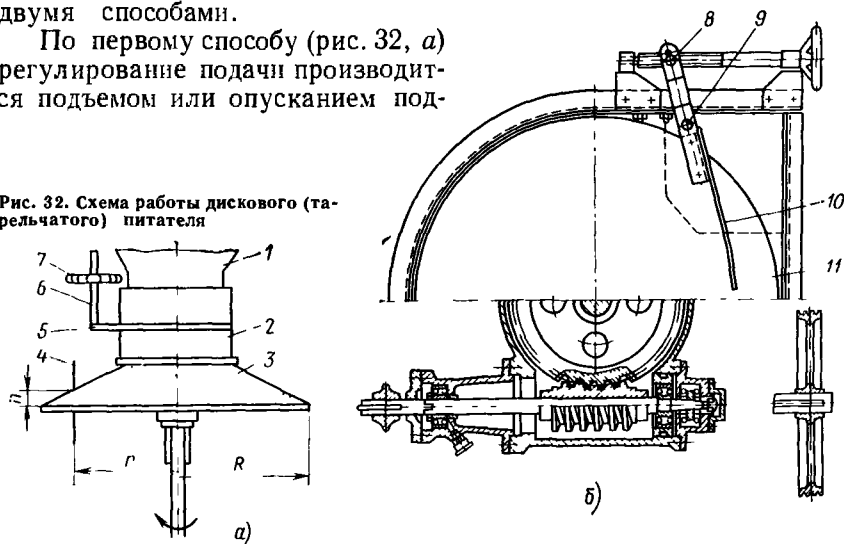
Максимальная производительность шаровых мельниц непрерывного действия достигается при оптимальном для данных условий заполнении мельничного объема путем регулирования загрузки мельницы питателями разных типов. Для этих целей в зависимости от крупности и влажности размалываемого материала и желательной точности регулирования применяют преимущественно объемные дисковые питатели и объемные или весовые ленточные питатели. Автоматическая загрузка мельниц мокрого помола выполняется комбинированными питателями, которые подают твердый материал и воду в заданной или регулируемой в зависимости от плотности пульпы пропорции.

ПИТАТЕЛИ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ШАРОВЫХ МЕЛЬНИЦ

Дисковые (тарельчатые) питатели применяют для непрерывной подачи дробленого материала в мельницы и другие машины, а также для объемной дозировки порошкообразных материалов. Количество подаваемого питателем материала можно регулировать двумя способами.

По первому способу (рис. 32, а) регулирование подачи производится подъемом или опусканием под-

Рис. 32. Схема работы дискового (тарельчатого) питателя



вижной обоймы 2, надетой на трубу 1. Поднимая при помощи маховичка 7, винта 6 и рычажной вилки 5 обойму 2 вверх, можно увеличить на диске конус материала, а следовательно, и его количество, снимаемое скребком 4 с вращающегося диска 3. Опуская обойму, можно уменьшить конус материала и свести подачу до минимума.

По второму способу количество подаваемого материала регулируют поворотом скребка 10 (рис. 32, б) около оси 9 при помощи винтового механизма 8. Диск 11 вращается в закрытой цилиндрической коробке, присоединенной к бункеру. Снимаемый за один оборот диска слой материала имеет форму тора с прямоугольным сечением.

В зависимости от заданной наибольшей производительности и условий использования тарельчатые питатели изготовляют с дисками диаметром 0,2—2 м в двух конструктивных вариантах: для подвешивания на каркасе бункера и для установки на литой или сварной раме.

На рис. 33 показан подвесной питатель закрытого типа, применяемый на цементных и других заводах. Он приводится в действие от индивидуального электродвигателя 3 со встроенным редуктором 2 через червячную передачу 1.

Масса подается на диск 8 в виде конуса, размеры которого не изменяются, так как расстояние от трубы до диска постоянное. Фланцем 9 питатель крепится болтами к фланцу выходного патрубка бункера. Подача материала регулируется поворотным скребком 4 при помощи маховичка 5 и винта 6 и контролируется указателем 7.

В дисковых питателях (табл. 12), используемых в качестве дозирующих аппаратов при заготовке массы или шихты, количество подаваемого материала устанавливается путем контрольных взвешиваний с последующим регулированием.

12. Техническая характеристика дисковых питателей

Показатели	СМ-86А	СМ-179А	СМ-276А	СМ-187
Диаметр диска, мм	500	750	1100	1250
Частота вращения, об/мин:				
тарелки	4,27	4,27	7	6
электродвигателя	1500	1500	1000	930
Производительность, м ³ /ч	1,5	3	До 10	До 15
Мощность электродвигателя, кВт	0,6	0,8	1	1,7
Габаритные размеры, мм:				
длина	1080	1140	1400	2500
ширина	510	770	1200	1900
высота	745	790	1710	1450
Масса, кг	198	236	730	1130

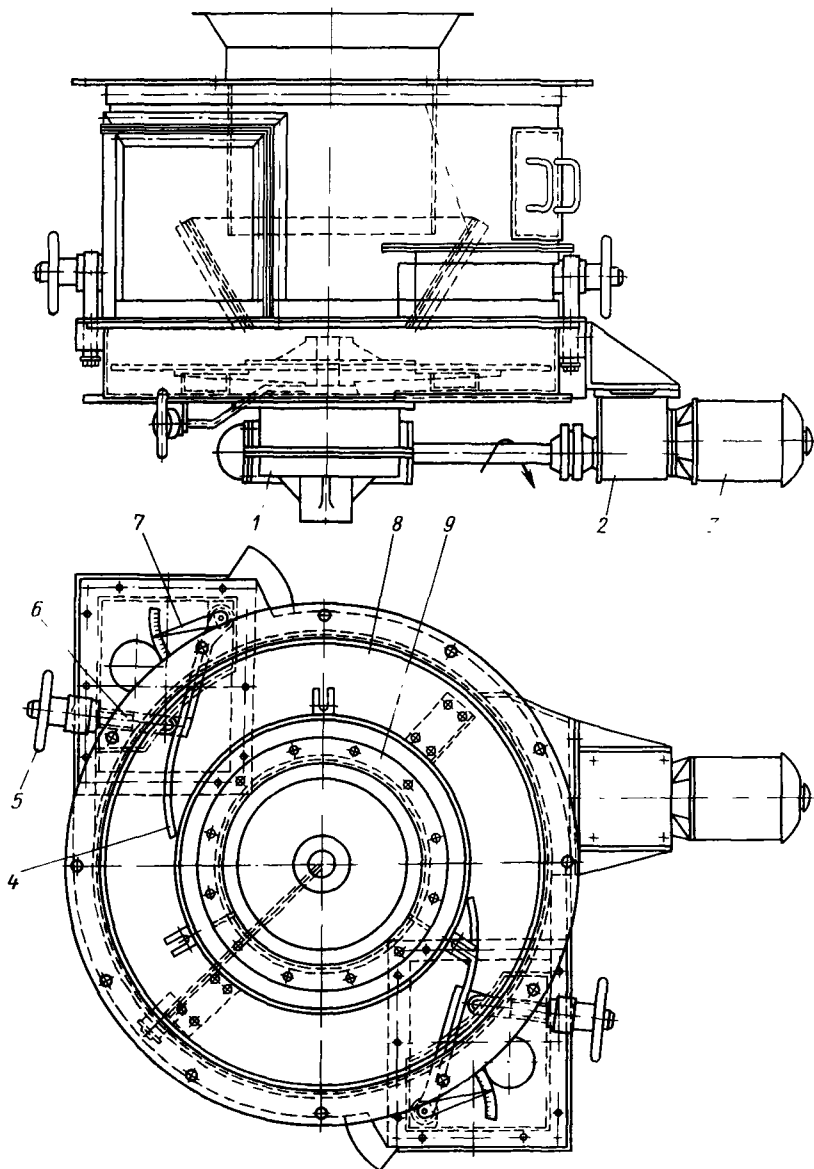


Рис. 33. Подвесной дисковый питатель

Частоту вращения тарельчатого питателя определяют по соотношению между силой трения материала о диск питателя и центробежной силой, которая стремится сбросить материал с тарелки при достижении критической окружной скорости. Центробежная сила не должна превышать силы трения:

$$mv^2/R < mgf \text{ или } \pi Rn/30 < \sqrt{gfR},$$

где m — масса материала, кгс·с²/м; v — окружная скорость тарелки, м/с; R — наибольший радиус конуса материала на тарелке, м; g — ускорение свободного падения, м/с²; f — коэффициент трения материала о поверхность тарелки; n — частота вращения тарелки, об/мин.

Принимая $f = 0,3$, получим

$$n < 16,5/\sqrt{R} \text{ или } n < 23,5/\sqrt{D}.$$

Производительность тарельчатого питателя зависит от частоты вращения тарелки и объема материала, срезаемого скребком за один ее оборот (см. рис. 32, а). Производительность (т/ч) питателя, работающего по схеме, показанной на рис. 32, а, определяется по формуле

$$Q = \left[\frac{\pi h}{3} (R^2 + r^2 + Rr) - \pi r^2 h \right] 60 \rho,$$

где h — высота кольца материала, м; R — наибольший радиус кольца материала, срезаемого скребком, м; r — радиус верхней кромки снимаемого кольца материала, м; ρ — плотность материала, т/м³.

Производительность питателя, работающего по схеме, показанной на рис. 32, б, определяют по частоте вращения тарелки и объему материала, снимаемого в виде тора с разным сечением, в зависимости от положения скребка 10.

Ленточные питатели в зависимости от назначения изготавливают различных конструкций. Для подачи мелкодробленых и грубого помола материалов применяют питатели с гибкими прорезиненными лентами. Количество поступающего материала регулируют изменением толщины его слоя на ленте, а при широком диапазоне регулирования изменением скорости самой ленты.

Питатели с автоматическим регулированием подачи материала в шаровую мельницу в соответствии с изменением размолоспособности материала еще не получили достаточного распространения, но их целесообразно использовать при автоматизации процессов размол в керамической промышленности.

Ленточный весовой питатель СМ-543-0204 для заданной стабильной подачи материала (рис. 34) смонтирован на раме 5, шарнирно подвешенной на оси 6. Лента 7 транспортера, так же как и в объемном питателе, движется с постоянной скоростью. Производительность питателя регулируется толщиной слоя материала на

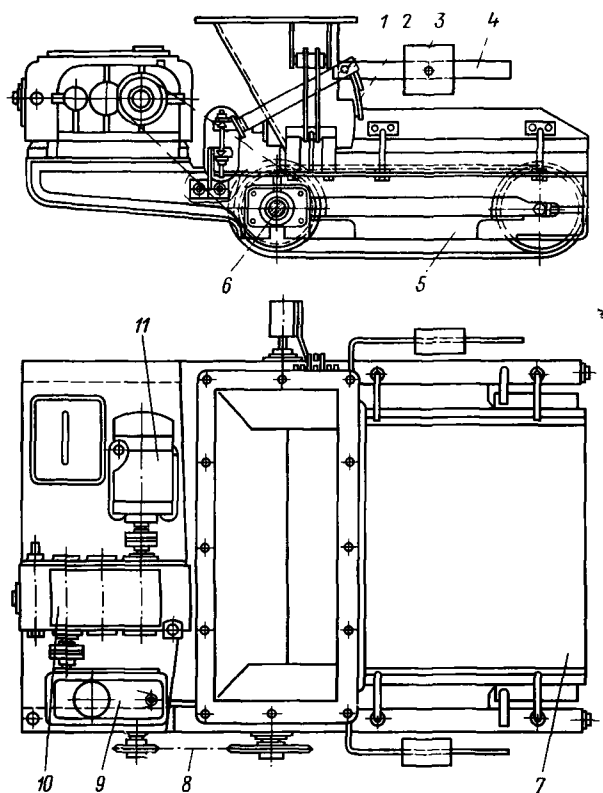


Рис. 34. Ленточный весовой питатель

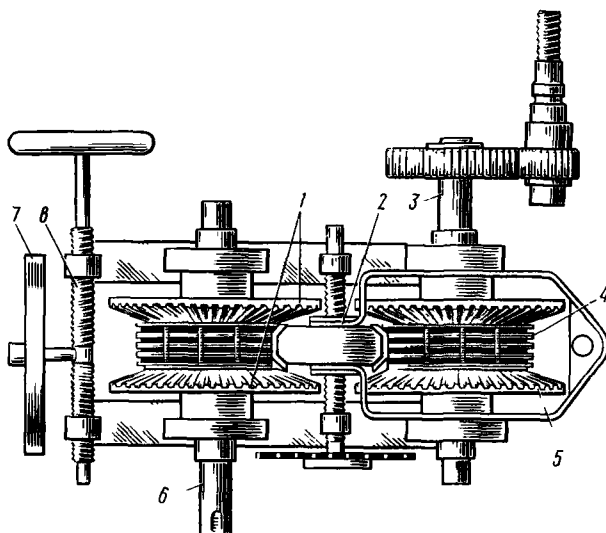


Рис. 35. Пластичато-цепной вариатор

ленте, для изменения которого противовес 3 на рычаге 4 устанавливаются на разных расстояниях от оси 1. Положения рычага 4 и заслонки 2 определяются наклоном ленты 7 транспортера и рамы 5 питателя.

Если на ленту питателя попадает больше материала, чем обусловлено положением противовеса 3 на рычаге 4, то рама 5 наклоняется и поворачивает связанный с ней рычаг 4 вокруг оси 1 по часовой стрелке. При этом заслонка 2 опускается, уменьшая толщину слоя материала. В результате нарушенное равновесие автоматически восстанавливается, и на ленту поступает заданное количество материала.

Наоборот, при уменьшении массы материала на ленте 7 рама 5 поднимается и соответственно приподнимает при помощи рычага 4 заслонку 2, в результате чего подача материала увеличивается. Привод питателя состоит из электродвигателя 11, бесступенчатого вариатора 10 и редуктора 9 с цепной передачей 8 на ось 6. Производительность питателя 2,5—12,5 т ч; мощность электродвигателя 0,4 кВт; наибольшая нагрузка на ленте 31 кгс; габаритные размеры питателя 1380×1080×560 мм; масса 280 кг.

Вариатор (рис. 35) состоит из двух пар конических дисков 1 и 5, связанных пластинчатой цепью 4. При помощи винтового механизма 8 конические диски 1, насаженные на валу 6, могут сближаться с вытеснением цепи 4 на периферию дисков при одновременном раздвигании дисков 5, перемещающихся на валу 3. Последний присоединен к редуктору питателя. Таким образом зацепление пластинчатой цепи 4 происходит по большему радиусу конических дисков 1 и меньшему радиусу дисков 5, что дает увеличение скорости цепи и частоты вращения вала 3 при увеличении производительности питателя.

При раздвигании дисков 1 пластинчатая цепь 4 натяжным механизмом 8 приближается к центру вала 6, и ее зацепление происходит на меньшем радиусе дисков 1 со снижением скорости цепи и соответственно частоты вращения вала 3 и производительности питателя. На циферблате 7 показывается получающееся при регулировании передаточное число вариатора и соответственно скорость ленты питателя.

Оптимальная производительность мельниц при минимальном расходе энергии на помол достигается при правильном их заполнении материалом. Питание мельницы должно непрерывно регулироваться в соответствии со свойствами размалываемых материалов (их гранулометрическим составом и размолоспособностью). Степень заполнения мельницы определяют по звуку падающих шаров. Ручной эпизодической регулировкой питателя обеспечить оптимальное питание мельницы невозможно. Эту задачу можно решить при использовании питателя с автоматическим регулированием подачи материала по звуку падающих шаров (например, в трубных мельницах в СССР и в конических в США). Схема питателя показана на рис. 36.

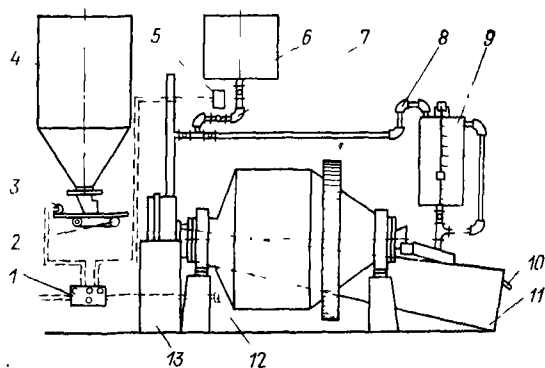


Рис. 36. Схема питателя с автоматическим регулированием подачи материала и воды в мельницу

Микрофон 12 улавливает звук падения шаров в мельнице. В специальном реле 1 (электрическое ухо) интенсивность звука вызывает соответствующие импульсы, передаваемые исполнительным механизмам 3 и 5, которые регулируют поступление материала из бункера 4 и воды из резервуара 6, если мельница работает по мокрому способу. Исполнительный механизм 3 включает питатель 2 при недостаточной загрузке и выключает его при перегрузке мельницы.

В мельницах, работающих с гидравлическими классификаторами, подача воды в загрузочный ящик 13 и классификатор 11 автоматически регулируется кранами 7 и 8, а уровень жидкости в классификаторе и количество сливающейся через лоток 10 суспензии устанавливаются при помощи уравнивающего бака 9.

В мельницах сухого помола, работающих по замкнутому или открытому циклу, применяется та же схема автоматического регулирования подачи материала и та же аппаратура, за исключением устройств, регулирующих подачу воды.

Устройство для автоматического регулирования подачи воды состоит из динамического микрофона СДМ, электронного конденсаторного частотомера типа 773 (ИЧ-5а) и электрического автоматического потенциометра типа ЭПД-17. Этими приборами звуковой

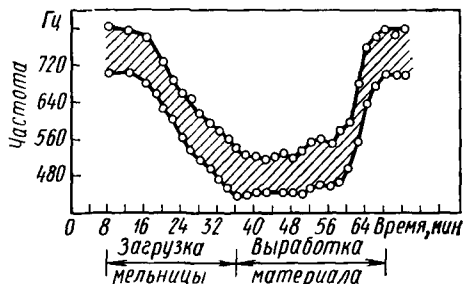


Рис. 37. Изменение частот акустического спектра шаровой мельницы

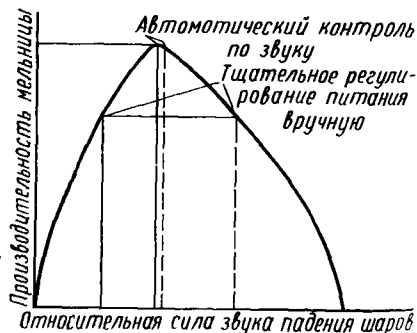


Рис. 38. Зависимость производительности мельницы от относительной силы звука падения шаров

эффект работы мельницы улавливается и преобразуется в электрический ток, управляющий работой исполнительного механизма питателя мельницы.

На основании исследований, проведенных лабораторией, выявлено, что в зависимости от степени заполнения первой камеры трубной мельницы размалываемым материалом частоты акустического спектра шума изменяются по закону, показанному на рис. 37.

Настройка прибора на частоту шумового спектра, соответствующего загрузке мельницы при ее наибольшей производительности, дает возможность поддерживать оптимальную загрузку, а следовательно, и наибольшую для данных условий производительность мельницы в зависимости от относительной силы звука падения шаров (рис. 38).

ВИБРАЦИОННЫЕ МЕЛЬНИЦЫ

В производстве электроизоляционной, радиотехнической и других видов тонкой керамики, изготавливаемой на основе чистых окислов, возникает необходимость в сверхтонком помоле исходных материалов (до 1—10 мкм и менее).

Вибрационные мельницы (табл. 13) имеют стальную футеровку и загружаются стальными шарами, если не противопоказано загрязнение размалываемого материала частицами железа. В противном случае применяют резиновую футеровку, а стальные шары заменяют корундовыми и другими, намолот от которых не снижает качества размолотого материала в данном производстве.

13. Технические характеристики вибрационных мельниц

Показатели	M10-3	M50-3	M200-1,5	M200-3	M400-1,5
Объем корпуса, дм ³	10	50	200	200	400
Частота колебаний в минуту	300	3000	1500	3000	1500
Амплитуда колебаний, мм	2,5—3	2,5—3	2,9—3,2	1,5—1,8	3—4
Момент вибратора, кгс·см	10—13	30	175	65	265—320
Масса мелющих тел, кг:					
стальных	36	185	740	740	1480
фарфоровых	11	60	240	240	480
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	10	14	20	40
Общая масса мельницы (с электродвигателем без мелющих тел), кг	185	435	700	720	1350
Габаритные размеры мельницы, м:					
длина	1,1	1,6	2,0	2,0	3,8
ширина	0,5	0,8	1	1	1,3
высота (с учетом фундамента)	0,8	1,0	1,4	1,4	1,6

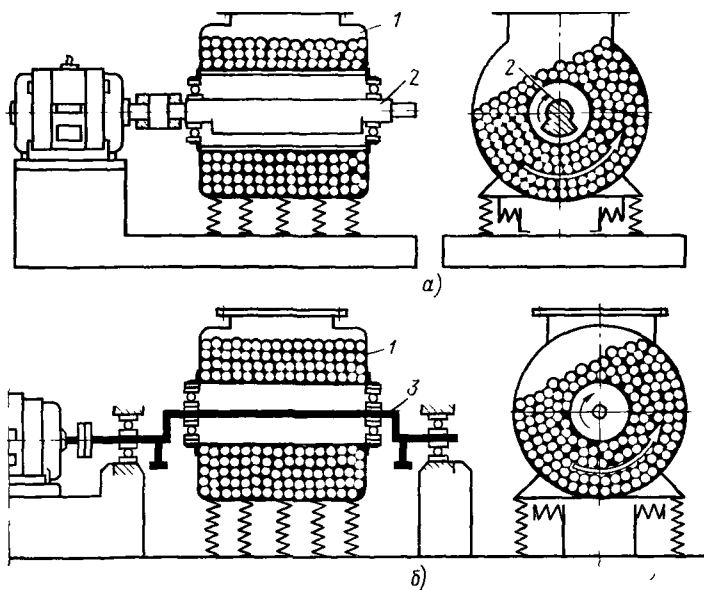


Рис. 39. Схемы вибрационных мельниц

Мельницы могут работать с периодической и непрерывной загрузкой и разгрузкой. Частота соударения шаров, измельчающих материал, составляет 1500—3000 в минуту, поэтому высокая степень измельчения в вибрационных мельницах достигается быстрее, чем в шаровых мельницах барабанного типа. Однако из-за малых размеров вибрационных мельниц, обусловленных принципом работы, они не получили применения в промышленности и используются преимущественно в лабораторных условиях.

Вибрационные мельницы разделяют на инерционные (рис. 39, а) и гириционные (рис. 39, б). В первых вибрации барабана 1 мельницы и заключенных в нем шаров вызываются центробежными силами, возникающими при вращении вала 2 с дебалансами, которые установлены эксцентрично относительно оси вращения. При этом отдельные точки корпуса описывают эллиптические траектории.

В мельницах гириционного типа вибрации обеспечиваются вращением коленчатого вала 3 (рис. 39, б), на котором смонтирован барабан 2. Все точки корпуса барабана в данной конструкции описывают круговые траектории с радиусом, равным эксцентриситету вала.

Вибрационная мельница М-200 инерционного типа имеет следующее устройство.

Барабан 1 мельницы (рис. 40) опирается угольниками 6 через пружины 7 на раму 8. Вибратор мельницы, рассчитанный на 1500 колебаний в минуту, смонтирован внутри двух труб 3 и 2, между которыми циркулирует вода для его охлаждения.

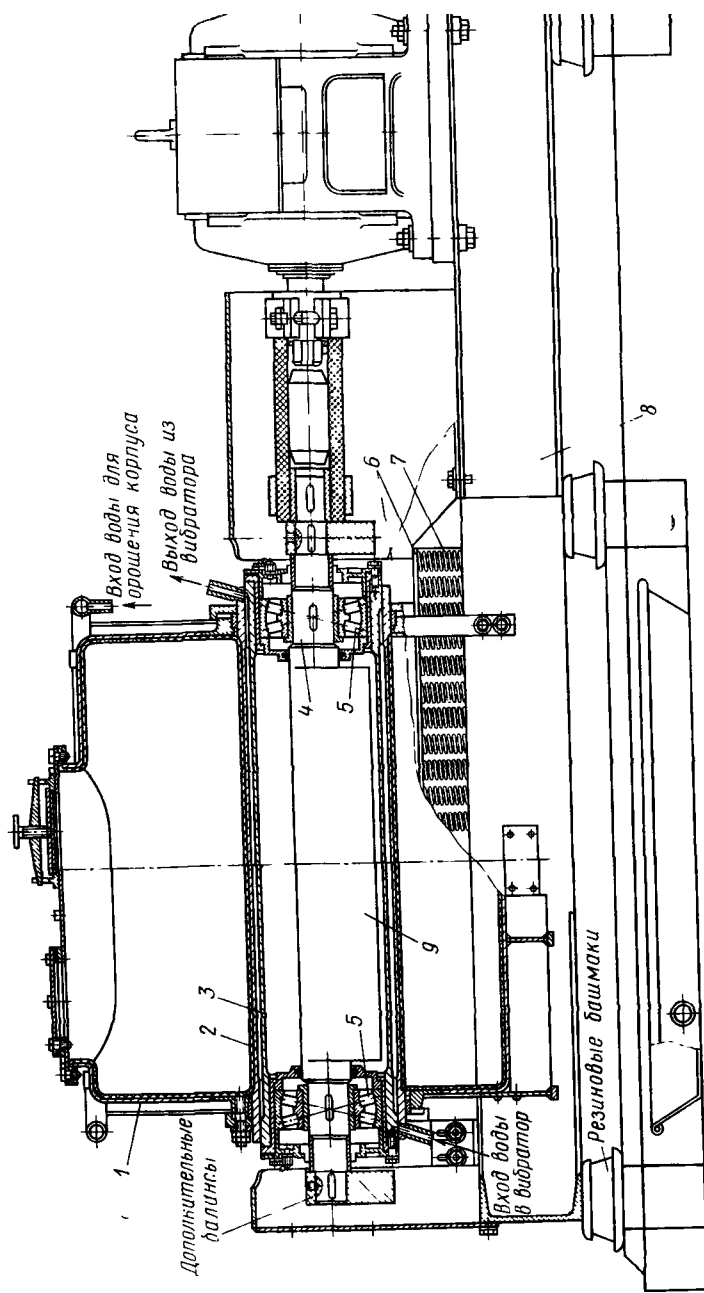


Рис. 40. Вибрационная мельница М-200

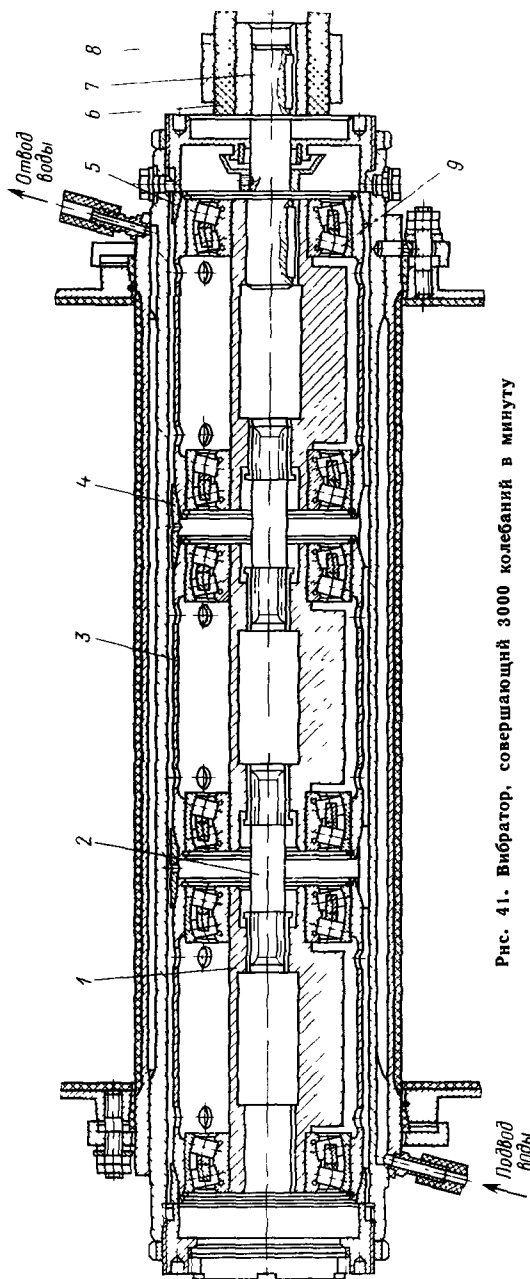


Рис. 41. Вибратор, совершающий 3000 колебаний в минуту

Вал 4 вибратора с дебалансом 9 смонтирован в роликоподшипниках 5, которые закреплены в трубе 3 распорными кольцами. Вибратор соединен болтами с барабаном мельницы.

В зависимости от условий помола в мельнице можно устанавливать вибраторы на 1500 и 3000 колебаний в минуту. Вибратор, совершающий 3000 колебаний в минуту (рис. 41), имеет разрезной, состоящий из трех частей дебаланс 1, отдельные звенья которого соединены самоустанавливающимися шлицевыми валиками 2. Вал 7 соединен упругой муфтой 6 и хомутом 8 с электродвигателем. Дебалансы 1 установлены в шести роликовых подшипниках 9, закрепленных во внутренней трубе вибратора обоймами 3 и коническими распорными кольцами 4 и 5. Использование в этом вибраторе шести роликовых подшипников вместо двух резко снижает их нагрузку и соответственно увеличивает срок службы.

Установка для непрерывного помола материалов в вибрационной мельнице состоит из бункера, питателя, воздушного проходного се-

паратора, воздуходувки для пневматической разгрузки мельницы, циклона для выделения тонкой фракции из воздушного потока, мельницы, имеющей перегородку для отделения зоны питания

мельницы от зоны, продуваемой сжатым воздухом. Производительность мельницы в зависимости от размолоспособности материала и заданной тонкости помола изменяется в широких пределах; так, например, производительность 200-литровой мельницы при помоле до зерен размером 1—20 мкм составляет 2,5 — 700 кг ч.

МЕЛЬНИЦЫ СТРУЙНОЙ ЭНЕРГИИ

Получение сверхтонкого материала при сухом помоле в вибрационных и других мельницах с участием мелющих тел ограничивается размерами зерен, при которых измельченный материал собирается в комки и прилипает к футеровке и шарам в виде слоя, препятствующего дальнейшему измельчению. Кроме того, значительный износ мелющих тел при помоле абразивного керамического материала приводит к его загрязнению недопустимыми в некоторых производствах примесями.

Этих недостатков не имеет помол с использованием струйной энергии, при котором частицы материала измельчаются благодаря взаимному соударению в струях газа или пара, циркулирующих в мельнице с высокими скоростями.

Мельницы струйной энергии в настоящее время получили применение главным образом в лабораториях и при сверхтонком сухом помоле твердых материалов, когда заданная тонкость помола не достигается в других мельницах или не допускается загрязнение полученного материала от износа мелющих тел, например в производстве тонкой керамики на основе чистых окислов (Al_2O_3 , TiO_2 , BeO , ZrO_2 и др.). Из-за высокого удельного расхода энергии струйные мельницы не получили применения на заводах керамического и цементного производства.

По циклу работы различают мельницы с внутренним (например, мельницы типа «Микронайзер» и «Редукционайзер») и внешним (например, мельниц фирмы «Блау-Нокс») размещением классификаторов.

В мельницах с внешним размещением классификатора (рис. 42) измельчаемый материал, как это показано на рис. 42, подается из бункера 1 при помощи шнекового питателя 4 и инжектора 9 в помольную камеру 8. К центру камеры поступает через сопла 7 сжатый воздух или пар, подхватывающий и размалывающий во встречных потоках материал, загружаемый питателем. Мелкие фракции уносятся в сепарационную камеру 5, где под-

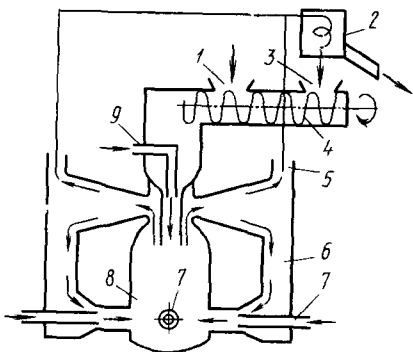


Рис. 42. Схема мельницы струйной энергии с противоточной камерой

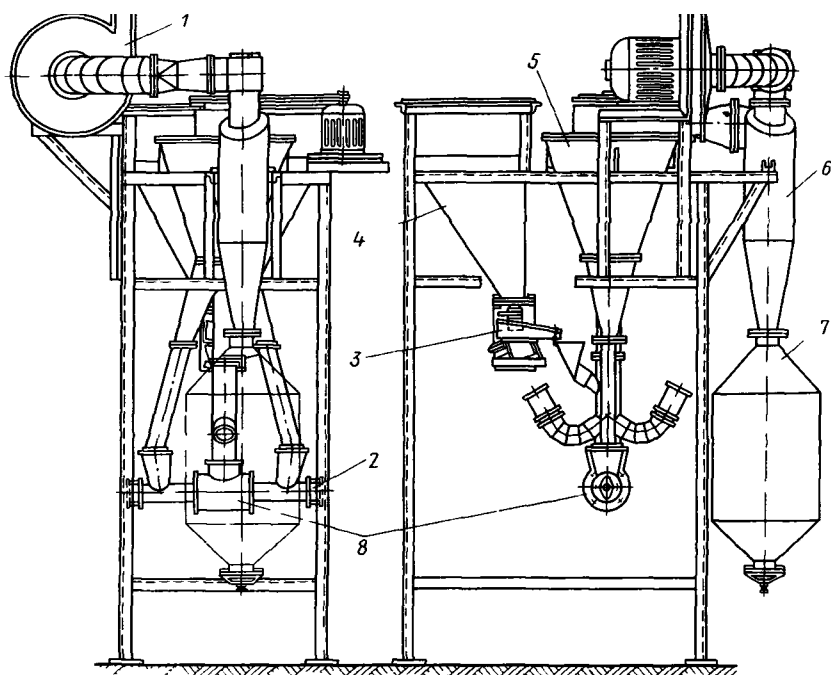


Рис. 43. Мельница конструкции ВНИИСМА

вергаются предварительной сепарации, а более крупные опускаются по трубам 6 и повторно инжeksiруются соплами 7 в помольную камеру 8. Мелкие зерна подаются в воздушный классификатор 2, в котором выделяется тонкая фракция с заданными размерами зерен; крупные зерна возвращаются через бункер 3 и питатель 4 в помольную камеру.

На рис. 43 показана установка с противоточной камерой, в которую подается исходный материал из бункера 4 и возвращается крупная фракция из классификатора 5 на домальвание. Тонкая фракция выделяется из воздушного потока циклоном 6 в бункер 7. Воздух или пар высокого давления поступают в камеру 8 через патрубки 2. Подача исходного материала регулируется питателем 3. Вентилятором 1 из циклона 6 удаляется в атмосферу воздух, освобожденный от тонкой фракции.

В мельницах типа «Микронайзер» измельчение и сепарация выполняются в общей плоской камере 1 (рис. 44), в которую через сопла 2 по касательной к окружности подается сжатый воздух или пар под давлением 6—36 ати. В центре камеры расположены две трубы: по трубе 6 удаляется отработанный газ, а по трубе 7 отводится в бункер 8 выпадающий из газового потока измельченный материал. Инжектором 3 измельчаемый материал подается в кольцевую распределительную камеру 4 и затем через

щель 5 в камеру 1. Попадая в струю газа, подаваемого соплом 2, частицы материала уносятся с большой скоростью от периферии к центру полой камеры и, пересекая потоки частиц, возбуждаемых смежными соплами, претерпевают частые соударения со встречными зернами.

Частицы, передвигаясь в потоке, вначале приближаются к центру по касательной к окружности 9, а затем удаляются от него, пересекая потоки частиц, подаваемых другими соплами. При высоких скоростях воздуха (выше 100 м/с) частицы получают большие ускорения при большой частоте колебаний в зоне окружности порога 9. По мере измельчения частиц снижается их скорость витания, и когда последняя становится ниже скорости движения отработанных газов к центру мельничной камеры, частицы уносятся из зоны измельчения через порог 9 камеры 1 и при дальнейшем снижении скорости потока осаждаются в трубе 7. Таким образом, в мельницах типа «Микронайзер» процесс измельчения протекает параллельно с процессом сепарации измельченного материала.

Тонкость помола материала зависит от скорости потока газа, увлекающего мелкие частицы за пределы зоны измельчения, т. е. от соотношения размеров трубы, отводящей отработанный воздух,

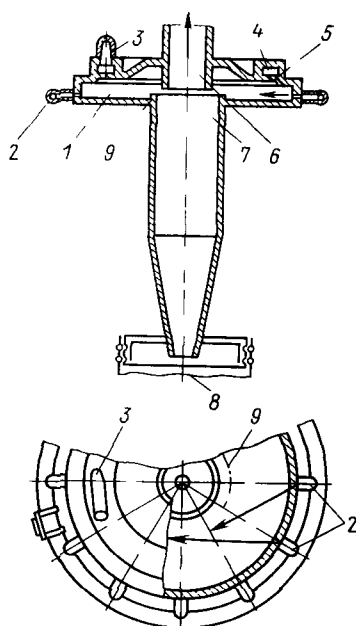


Рис. 44. Мельница типа «Микронайзер»

14. Техничко-экономические показатели мельниц типа «Микронайзер»

Измельчаемый материал	Размер частиц, мкм		Производительность, кг ч	Расход			
	исходного материала	готового продукта		общий, кг/ч		удельный, кг/кг	
				воздуха	пара	воздуха	пара
Цейлонский графит	6730	2	80	—	680	—	8,5
Тальк	840	3,5	400	—	1600	—	4,0
Тальк	840	6,5	720	—	1600	—	2,2
Барит	420	3,5	720	—	1600	—	2,2
Криолит	250	3	360	—	1450	—	4,0
Силикагель	420	5,5	200	1800	—	9,0	—
Известняк	177	3,5	400	—	1600	—	4,0
Двуокись титана	150	Менее 1	1050	—	1800	—	1,7

размеров сопл, питающих мельницу сжатым воздухом, и давления последнего.

Отработанные газы уносят часть (5—15%) тонкой фракции измельченного материала, которая улавливается циклонами или рукавными матерчатыми фильтрами.

В зависимости от заданной производительности мельницы изготовляют разных размеров; расход воздуха или пара колеблется в пределах, приведенных в табл. 14 и 15.

Основные параметры мельниц типа «Микронайзер» следующие: диаметр помольной камеры 50—1200 мм; высота помольной камеры 25—62 мм; количество сопл для подачи газа 3—16; диаметр сопл 1,4—6 мм.

15. Энергетические показатели мельниц типа «Микронайзер»

Диаметр помольной камеры, мм	Потребление		Диаметр помольной камеры, мм	Потребление	
	сжатого воздуха, м³/мин	водяного пара, кг/ч		сжатого воздуха, м³/мин	водяного пара, кг/ч
50,8	0,566	—	508	15,57	680,4
203,2	2,83	113,4	609,6	28,3	1179,3
304,8	6,37	272,2	762	42,45	1814
381	9,88	408,2			

МАШИНЫ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЗЕРНА И МАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ

МАШИНЫ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЗЕРНА

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

При дроблении и тонком помоле сырья, шамота и других материалов возникает необходимость их разделения (классификации) на отдельные фракции по величине зерна.

В соответствии с производственными требованиями и свойствами перерабатываемых материалов применяют следующие способы классификации: грохочение, гидравлическую и воздушную классификацию.

Грохочение выполняется машинами, в которых сортируемый по величине зерна материал пропускается через решета и сита. Количество получаемых фракций материала определяется количеством сит в грохоте, а крупность фракций — размерами просветов в решетах или ситах.

Гидравлическая классификация характерна для разделения тонких фракций при мокром помоле материалов. Этот способ основан на использовании разных скоростей падения зерен крупных и мелких фракций или же зерен разной плотности в потоке воды.

Воздушная классификация (сепарация) применяется преимущественно для выделения особо тонких фракций (менее 100 мкм), когда грохоты при использовании мелких сит дают очень низкую производительность. В процессе воздушной сепарации крупные и мелкие зерна материала разделяются в воздушном потоке под действием собственного веса, центробежных сил и давления струи воздуха.

Воздушная сепарация применяется преимущественно при тонком сухом помоле и особенно эффективна при дальнейшем пневматическом транспортировании размолотых материалов, а также при параллельной их подсушке горячим воздухом.

Материалы, получающиеся после разделения их на фракции, обычно характеризуются размерами наибольших и наименьших частиц. Материал, задержавшийся на сите, называется верхним классом (сортом), а прошедший через сито — нижним классом.

В производственных условиях нельзя достичь полного разделения зерен на соответствующие классы. В материале верхнего

класса всегда содержится некоторое количество зерен нижнего класса. Эффективность (качество) процесса классификации определяют степенью извлечения мелких зерен нижнего класса из материала верхнего класса и подсчитывают по формуле

$$\eta = U/A = (A - C)/A,$$

где U — фактическое количество зерен нижнего класса в материале, прошедшем через сито; A — действительное количество зерен нижнего класса в исходном материале; C — количество зерен нижнего класса, задержавшихся на сите среди крупных зерен верхнего класса.

В заводских установках $\eta < 1$; только при лабораторных исследованиях достигается полное извлечение мелких фракций из крупных и коэффициент эффективности $\eta \approx 1$.

Для более точной характеристики материала до и после грохочения и определения эффективности процесса находят его зерновой (гранулометрический) состав ситовым анализом, а при свертонком помоле — седиментацией.

Грохочение осуществляется на колосниках (параллельных брусках), штампованных листовых решетках и плетеных проволочных ситах.

Колосники применяют для грохочения крупных кусков материалов размером более 80 мм на дробильно-обогащительных заводах. При величине сортируемых кусков до 80 мм используют штампованные решета или плетеные сита.

Решета со штампованными (перфорированными) отверстиями равномерно изнашиваются, поэтому они долговечнее, чем плетеные сетки. Отверстия в решетках имеют круглую или продолговатую прямоугольную форму. Для повышения прочности решета отверстия располагают в шахматном порядке. Промежуток между отверстиями

$$b = 0,9 \sqrt{d},$$

где d — диаметр отверстия.

Недостатком решет со штампованными отверстиями является малое живое сечение по сравнению с живым сечением плетеных сит.

Проволочные плетеные (тканые) сита в зависимости от назначения изготовляют из проволок черного или цветного металла: низкоуглеродистой, среднеуглеродистой, легированной и нержавеющей сталей, латуни, фосфористой бронзы. Сетки из цветных металлов и нержавеющей стали применяют в тех случаях, когда требуется обеспечить стойкость против коррозии.

Преимуществом плетеных сит является большая живая площадь (до 70% общей площади сита) и возможность использования при грохочении тонкоизмельченных материалов (до 40 мкм).

Номера сит, размеры отверстий и толщина проволоки нормируются стандартами.

16. Сокращенная характеристика сит

ГОСТ 3584—73		Система				
		германская			англо-американская	
Номер сетки	Сторона отверстия, мм	Номер сита	Сторона отверстия, мм	Число отверстий в 1 см ²	Число меш	Сторона отверстия, мм
2,5	2500	1	6000	1	4	5330
2,0	2000	3	2000	9	10	1980
1,0	1000	6	1002	36	20	890
05	500	12	490	144	40	400
025	250	24	250	576	60	230
016	160	40	150	1 600	80	160
01	100	60	102	3 600	120	110
009	90	70	88	4 900	180	85
008	80	80	75	6 400	200	70
0071	71	90	66	8 100	—	—
0063	63	100	60	10 000	240	60
005	50	—	—	—	—	—
004	40	—	—	—	—	—

По ГОСТ 3584—73 номер сетки соответствует длине стороны отверстия в миллиметрах или долях миллиметра, а размеры отверстия даются в микрометрах. По германской системе номер сита определяется числом отверстий на 1 см (линейный), размеры отверстий даются в микрометрах и указывается число отверстий в 1 см². По англо-американской системе номер сита соответствует числу меш (петель) на один погонный дюйм (табл. 16).

В керамическом сырье — глинах, кварце, полево шпате, песке часто встречаются железосодержащие минералы, например слюда, турмалин, сидерит, лимонит, магнетит и др. Кроме того, металлические включения попадают в сырье в виде гвоздей, болтов, гаек и других железных предметов во время транспортирования и небрежного хранения сырья или от износа частей оборудования, например щек у дробилок, стальных ковшей в элеваторах, валов при плохой смазке подшипников и т. д. Изделия, изготовленные из масс, загрязненных частицами железа, или железосодержащих минералов, покрываются при обжиге черными или коричневыми пятнами (мушкой) и попадают в третий сорт или брак.

Крупные частицы железа и железосодержащих минералов выделяют из массы и глазури процеживанием через частое сито (вибрационные сита имеют сетку с 3600—4900 отверстиями в 1 см²), а мелкие удаляются магнитной сепарацией. При магнитной сепарации используется разное отношение к магнитному полю диамагнитных материалов (кварца, полевого шпата, глин, каолинов и др.), которые не притягиваются электромагнитами, и парамагнитных (стали, чугуна), которые намагничиваются и извлекаются из силикатных материалов электромагнитными сепараторами.

17. Характеристики групп минералов

Минералы	Относительная магнитная проницаемость минералов, %	Минералы	Относительная магнитная проницаемость минералов, %
Сильномагнитные		Немагнитные	
Железо	100,00	Гранит	0,40
Магнетит	40,18	Кварц	0,37
Франклинит	34,38	Рутил	0,37
Ильменит	24,70	Церусит	0,30
Слабомагнитные		Пирит	0,23
Пиротин	6,69	Апатит	0,21
Сидерит	1,82	Тальк	0,15
Гематит	1,32	Магнетит	0,15
Циркон	1,01	Ортоклаз	0,05
Лимонит	6,84	Гипс	0,12
Корунд	0,83	Криолит	0,05
Пиролозит	0,71	Кальцит	0,03
Каламит	0,51		

По магнитной проницаемости минералы можно разделить на три группы, приняв для сопоставления магнитную проницаемость железа за 100% (табл. 17).

Сильномагнитные минералы легко отделяются от слабомагнитных и немагнитных минералов. Разделение минералов, стоящих в группе слабомагнитных и немагнитных, обусловлено незначительной разностью сил притяжения их к полюсу магнита и поэтому требует более сложных и совершенных аппаратов с магнитным полем высокого напряжения.

Техника магнитного обогащения получила высокое развитие в горнорудной промышленности, а также на помольно-обогажительных заводах, снабжающих сырьем керамическую промышленность, где по условиям производства предъявляются высокие требования к чистоте исходных материалов.

Магнитная сепарация приобретает особое значение в связи с постепенным истощением залежей чистых полевых шпатов, кварца, песка и глин и неизбежным переходом на использование сырья, требующего очистки от вредных, главным образом железосодержащих, включений.

ГРОХОТЫ

Грохоты разделяются по форме решета или сита на плоские, с горизонтальным или наклонным расположением сит; барабанные, в которых сито имеет форму многогранной усеченной пирамиды или цилиндрическую.

В грохотах с несколькими плоскими ситами применяют грохочение от крупного к мелкому (рис. 45, а), при котором сначала

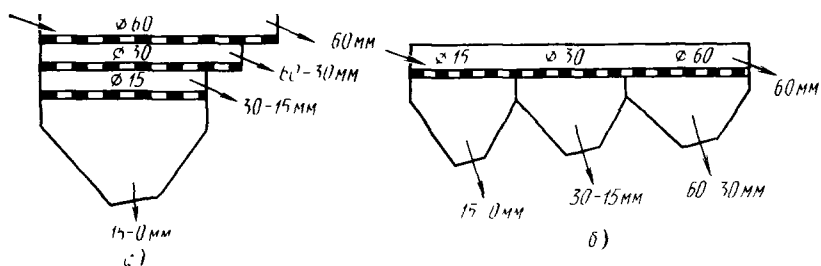


Рис. 45. Схемы грохочения

выделяются крупные, а затем мелкие фракции, а в барабанных грохотах — от мелкого к крупному (рис. 45, б).

Барабанные грохоты (бураты) служат главным образом для разделения материала на несколько фракций в цехах с небольшим расходом измельчаемых материалов, когда невысокая стоимость установки, простое устройство и обслуживание являются основными производственными требованиями.

По характеру движения различают грохоты качающиеся, совершающие до 500 колебаний в минуту (в гирационных грохотах, занимающих промежуточное положение между качающимися и вибрационными, до 1000 колебаний в минуту); вибрационные, с числом колебаний до 3600 в минуту, которые, в свою очередь, разделяют на гирационные, инерционные электромагнитные и ударного действия; вращающиеся, с частотой вращения 15—20 об/мин.

Качающиеся плоские грохоты применяют главным образом для классификации материалов при грубом и среднем дроблении. Для классификации материалов при мелком дроблении и грубом помоле используют вибрационные грохоты, так как при ситах с мелкими отверстиями в них достигается большая удельная производительность, чем в качающихся грохотах.

Быстроходный грохот типа БКГ-11 с продольными качаниями имеет сита размером 4000×1250 мм; частота вращения вала 480 об/мин; мощность электродвигателя 4,8 кВт; габаритные размеры грохота 5850×2030×3350 мм; масса 5100 кг.

Производительность грохота БКГ-11 зависит от размера отверстий сит и характеризуется следующими данными:

Размеры отверстий, мм	100	75	50	25	13	10	8	6
Производительность, т ч	225	150	100	75	50	40	20	20

Грохот с круговыми качаниями (эксцентриковый) используют для классификации материалов после среднего и мелкого дробления. Он смонтирован на неподвижной раме 1 (рис. 46), на которой установлены подшипники 4 с эксцентриковым валом 3. На эксцентриковых шейках вала 3 подвешен короб 5 с ситами 7. Короб связан с рамой 1 грохота амортизационными пружинами 2.

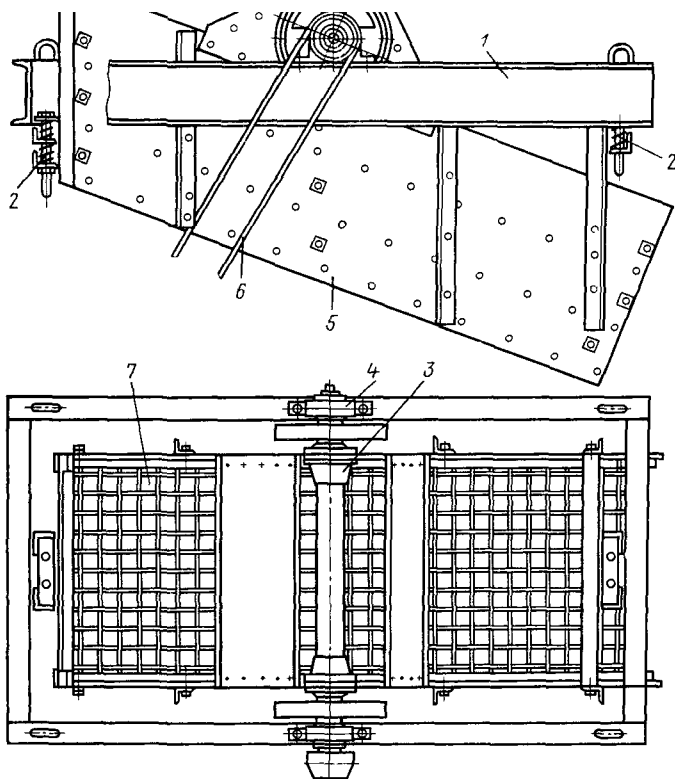


Рис. 46. Грохот с круговыми качаниями

Вал грохота приводится в движение от электродвигателя через клиноременную передачу 6. Короб с ситами совершает круговые колебания в вертикальной плоскости. В зависимости от количества получаемых фракций в коробе закрепляют одно или несколько сит. Материал, загружаемый на верхнее сито, под влиянием колебаний проходит последовательно через расположенные ниже сита.

Для классификации материалов после мелкого дробления и грубого помола широко используют также быстроходные грохоты гиационного (эксцентрикового) или инерционного типа с частотой колебаний 600—1500 в минуту.

Привод быстроходного гиационного грохота состоит из шкива 2 (рис. 47) и эксцентрикового вала 1, установленного в роликовых подшипниках 3 и защищенного трубой 8. На валу закреплены два маховика 5 с контргрузами 6, а на эксцентриковых его шейках — обоймы 4 с роликовыми подшипниками 7. К обоймам 4 присоединены боковые листы 9 короба, в котором закреплены сита.

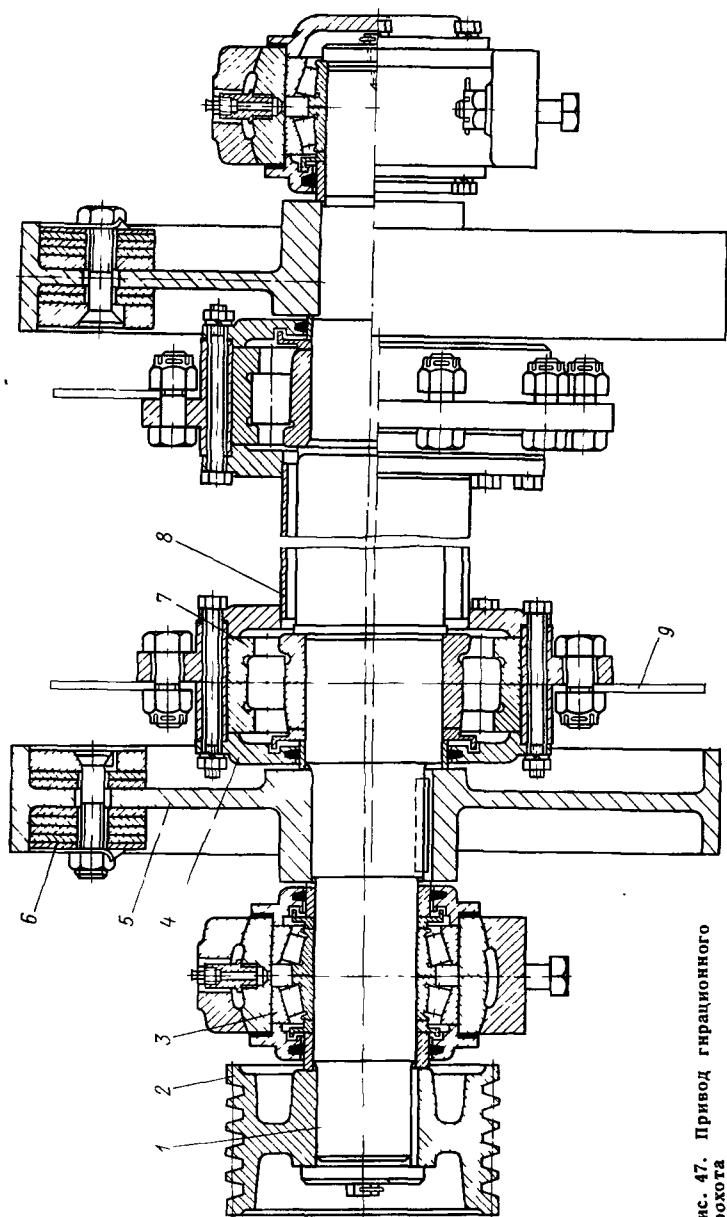


Рис. 47. Привод гирационного
грохота

Роликовые подшипники 7 с обоймами 4, коробом и ситами совершают круговые колебания, амплитуда которых равна эксцентриситету вала 1. При этом возникают инерционные силы, вызывающие вибрации в грохоте. Для их уравнивания на маховике закреплены контргрузы 6, а основная рама машины устанавливается или подвешивается на пружинных или резиновых амортизаторах.

Контргрузы могут быть выполнены в двух вариантах: собраны из пластин, масса которых доводится до расчетного значения, или установлены в виде постоянных грузов, радиус закрепления которых регулируется. И в том, и в другом случае массы контргрузов и расстояние их центра масс от оси вала 1 должны удовлетворять следующим уравнениям:

$$m_1\omega^2r = m_2\omega^2R \text{ или } m_1r = m_2R,$$

где m_1 и m_2 — массы качающихся частей грохота и противовесов соответственно; ω — угловая скорость вала; r — эксцентриситет вала; R — расстояние от центра массы противовеса до оси вращения.

Вибрационные грохоты отличаются от качающихся большой частотой (до 3600 в минуту) и малой амплитудой колебаний и разделяются на инерционные и гирационные. Гиационные грохоты отличаются от инерционных грохотов круговыми колебаниями при постоянной их амплитуде. Траектория движения сит в инерционном грохоте имеет форму эллипса.

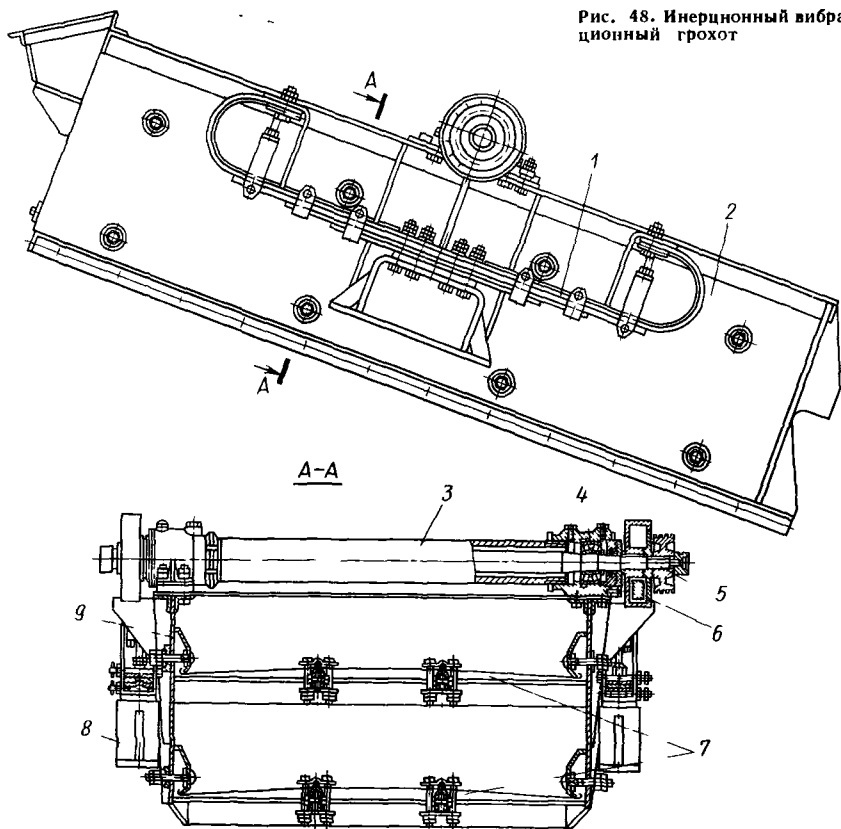
Частые колебания сита при прочих равных условиях вызывают повышение производительности. Особенно эффективны вибрационные сита при классификации тонко размолотых материалов, керамических масс, глазури, где они вытесняют качающиеся и барабанные грохоты.

Вибрационные грохоты (табл. 18) можно разделить по устройству вибраторов и характеру колебаний на следующие группы:

18. Техническая характеристика вибрационных инерционных грохотов

Показатели	ВГ-1	ВГ 2	ГУП-1
Число сит	1	2	2
Размеры сит, мм	1250—2500	1500—3000	1250—2500
Размеры отверстий, мм	6—25	До 25	3—25
Амплитуда колебаний, мм	4	6	2—6
Производительность (условная), т ч	До 70	100—300	До 200
Мощность электродвигателя, кВт	4,5	5,5	3,8
Частота вращения вибратора, об/мин	1500	1000	1200
Габаритные размеры, мм:			
длина	2700	3222	2635
ширина	1902	2230	2010
высота	1080	1557	1450
Масса грохота без электродвигателя и материала, кг	875	1600	1250

Рис. 48. Инерционный вибрационный грохот



инерционные грохоты с круговыми (точнее — эллиптическими) колебаниями; инерционные грохоты с направленными возвратно-поступательными колебаниями; грохоты с электромагнитными вибраторами; грохоты с механизмами ударного типа.

Инерционный грохот с круговыми колебаниями отличается от эксцентрикового использованием дебалансного вала для получения круговых колебаний.

На опорах 8 (рис. 48) и пружинах 1 установлен корпус 2 с ситами 7. Сита натянуты на планках и поперечинах, неподвижно закрепленных на стенке корпуса 2, при помощи натяжных скоб 9. В установленных на корпусе 2 роликовых подшипниках 4 вращается в кожухе 3 вал 5 с дебалансами 6.

При вращении вала центробежная сила дебалансов создает круговые колебания корпуса грохота и закрепленных в нем сит. Действительная траектория, описываемая корпусом грохота, отклоняется от окружности и приближается к эллипсу или овалу в зависимости от наклона сита, расположения и жесткости пружин. Угол наклона сита составляет 5—25°.

19. Значения q , k_1 и k_2

Размер отверстий в свету, мм	q	Содержание нижнего класса в исходном материале, %	k_1	Содержание в нижнем классе зерен, размеры кото- рых меньше $\frac{1}{2}$ размера отверстия, %	k_2
1	17	10	0,58	10	0,63
7	22	20	0,66	20	0,72
10	28	30	0,76	30	0,82
16	38	40	0,84	40	0,91
22	45	50	0,92	50	1,00
26	49	60	1,00	60	1,09
35	58	70	1,08	70	1,18
42	64	80	1,17	80	1,28
48	69	90	1,25	90	1,37

Производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) вибрационных грохотов определяют по эмпирической формуле ВНИИСтройдормаша, предложенной В. А. Бауманом и проверенной экспериментально при наклонном положении сита для сухих материалов с влажностью не выше 3—5%:

$$Q = 0,4Fqk_1k_2,$$

где F — площадь сита, м^2 ; q — производительность 1 м^2 сита, $\text{м}^3/\text{ч}$; k_1 — коэффициент, учитывающий процентное содержание нижнего класса в материале; k_2 — коэффициент, учитывающий процентное содержание в нижнем классе зерен размером меньше $\frac{1}{2}$ размера отверстия сита.

Значения q , k_1 и k_2 даны в табл. 19.

Вращающиеся барабанные грохоты (табл. 20) применяют преимущественно для классификации по величине зерна сухих материалов.

Многогранный барабан грохота 1 (рис. 49, б) имеет форму призмы или усеченной пирамиды, на гранях которой установлены сменные плоские решета 2. Барабанные грохоты призматической формы устанавливают с наклоном к горизонту.

20. Техническая характеристика вращающихся барабанных грохотов

Показатель	СМ-236	СМ-237	А	Б
Длина барабана, мм	2500	3500	2000	3000
Средний диаметр барабана, мм . . .	940	940	400	600
Частота вращения, об/мин	25	25	30	25
Производительность, кг/ч	1000	1500	500	1000
Мощность электродвигателя, кВт	1,7	1,7	0,2	0,25
Масса, кг	1125	1425	—	—

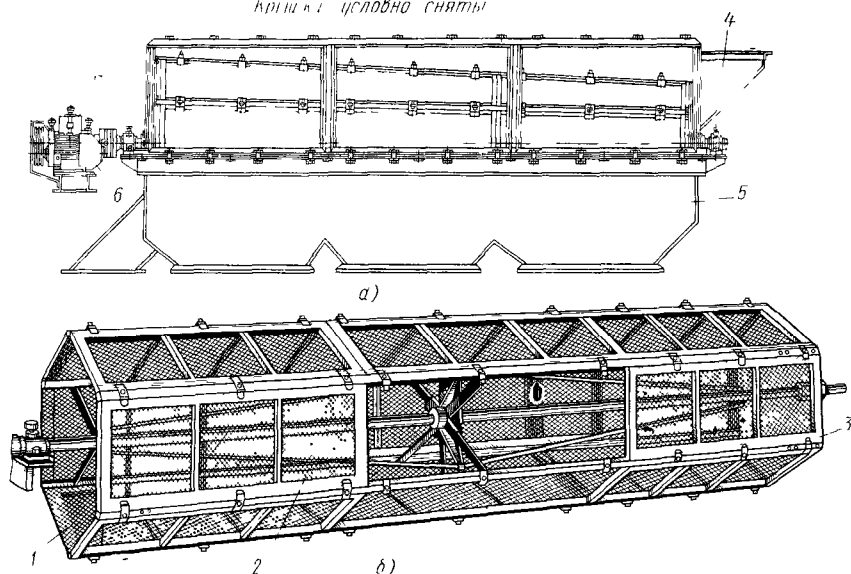


Рис. 49. Вращающийся барабанный грохот

Количество секций с отверстиями различных размеров, размещаемыми по длине грохота, принимают в зависимости от необходимого числа фракций сортируемого материала. Каждая из фракций направляется в отдельный бункер, расположенный под соответствующей секцией грохота. Грохот загружается через лоток 4 (рис. 49, а), установленный в торце 3 барабана грохота. Второй открытый торец служит для выхода крупных кусков материала, не прошедших через решета и возвращаемых на повторное дробление. Грохот обычно располагается над бункерами 5 и приводится в движение от электродвигателя 6 через редуктор 7.

Наибольшее применение многогранные барабанные грохоты получили во вспомогательных цехах при просеивании материалов (гипса, шамота) после среднего дробления. Обрушивание материала с одной грани бурата на другую обеспечивает достаточно интенсивное просеивание.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ КЛАССИФИКАТОРЫ

Кроме деления по величине зерна, по этому же принципу выполняется очистка (промывка, обогащение) материалов от примесей, резко отличающихся от основного сырья плотностью или величиной частиц.

Гидравлическая классификация базируется на законах падения твердых тел в спокойной или перемещающейся жидкости. При падении в жидкости крупные частицы преодолевают динамическое сопротивление, а мелкие в основном сопротивление трения.

Падение крупных частиц (размером свыше 1,5 мм) происходит по закону Ньютона:

$$P_{\text{дин}} = CFv^2\rho_{\text{ж}},$$

где C — коэффициент, зависящий от формы частиц; $P_{\text{дин}}$ — динамическое сопротивление среды; F — площадь проекции частицы на горизонтальную плоскость; v — скорость падения частицы; $\rho_{\text{ж}}$ — плотность жидкости.

Скорость свободного падения частиц округленной формы в воде, определяемая по этому закону, выражается формулой

$$v = 41,8 \sqrt{d(\rho_{\text{т}} - 1)},$$

где d — средний диаметр частиц; $\rho_{\text{т}}$ — плотность частиц.

На практике часто гидравлическая классификация протекает при высоких плотностях пульпы (суспензии), когда имеет место не свободное, а групповое падение частиц.

При этом (по данным экспериментальных исследований П. В. Лященко) конечная скорость падения частиц

$$v_{\text{ст}} = v_{\text{к}} \sqrt{\theta^n},$$

где $v_{\text{ст}}$ — скорость осаждения частиц при групповом падении; $v_{\text{к}}$ — скорость свободного падения частиц; θ — отношение объема жидкой части пульпы к объему всей пульпы; n — показатель степени, равный 5—7,6.

Скорость (см/с) осаждения тонкодисперсных частиц размерами до 100 мкм определяется по закону Стокса:

$$v = d^2 (\rho_{\text{т}} - \rho_{\text{ж}}) g / (18\mu),$$

где d — средний диаметр частиц, см; μ — вязкость жидкости; для воды при температуре 20°С $\mu = 0,0101$ г/(см·с); g — ускорение свободного падения, равное 981 см/с².

При групповом падении частиц неправильной формы в воде формула для определения конечной скорости (см/с) по Стоксу приобретает следующий вид:

$$v_{\text{гр}} = K (\rho_{\text{т}} - \rho_{\text{ж}}) d^2,$$

где K — коэффициент, зависящий от объемного содержания твердой фазы в пульпе и температуры воды, определяемый по табл. 21. $\rho_{\text{т}}$ и $\rho_{\text{ж}}$ — плотности твердого тела и жидкости, г/см³.

Гидравлические классификаторы по конструкции разделяют на две группы: 1) аппараты, в которых тонкая и крупная фракции после разделения выгружаются гидравлическими устройствами; 2) гидромеханические классификаторы, в которых тонкая фракция сливается с водой, а грубая выгружается при помощи механических устройств.

К первой группе относятся камерные, конусные, лабиринтные и другие устройства без разгрузочных механизмов, а ко второй —

21. Значения коэффициента K для расчета скорости падения частиц в воде

Содержание твердой фазы в суспензии (пульпе), %	Значение коэффициента K при температуре (°C)					Содержание твердой фазы в суспензии (пульпе), %	Значение коэффициента K при температуре (°C)				
	5	10	15	20	25		5	10	15	20	25
1	2140	2490	2850	3260	3660	12	1090	1260	1450	1650	1850
3	1890	2200	2510	2860	3220	14	950	1100	1270	1450	1620
4	1780	2060	2370	2700	3030	16	830	960	1100	1260	1410
6	1560	1810	2080	2380	2660	18	720	830	960	1080	1220
8	1350	1620	1860	2120	2380	20	620	720	820	940	1050
10	1230	1430	1640	1870	2110						

реечные, чашевые, спиральные, дражные и другие устройства с механической разгрузкой крупных частиц при некотором взмучивании суспензии, повышающем степень извлечения мелких частиц из пульпы.

Последние применяют на обогатительных заводах, а также при мельницах непрерывного действия. Реечные, спиральные и дражные классификаторы удобны для разделения шламов средней крупности и промывки песка. Чашевые классификаторы используют преимущественно при разделении на фракции тонкодисперсных шламов, например при помоле отошающих материалов для производства тонкой керамики.

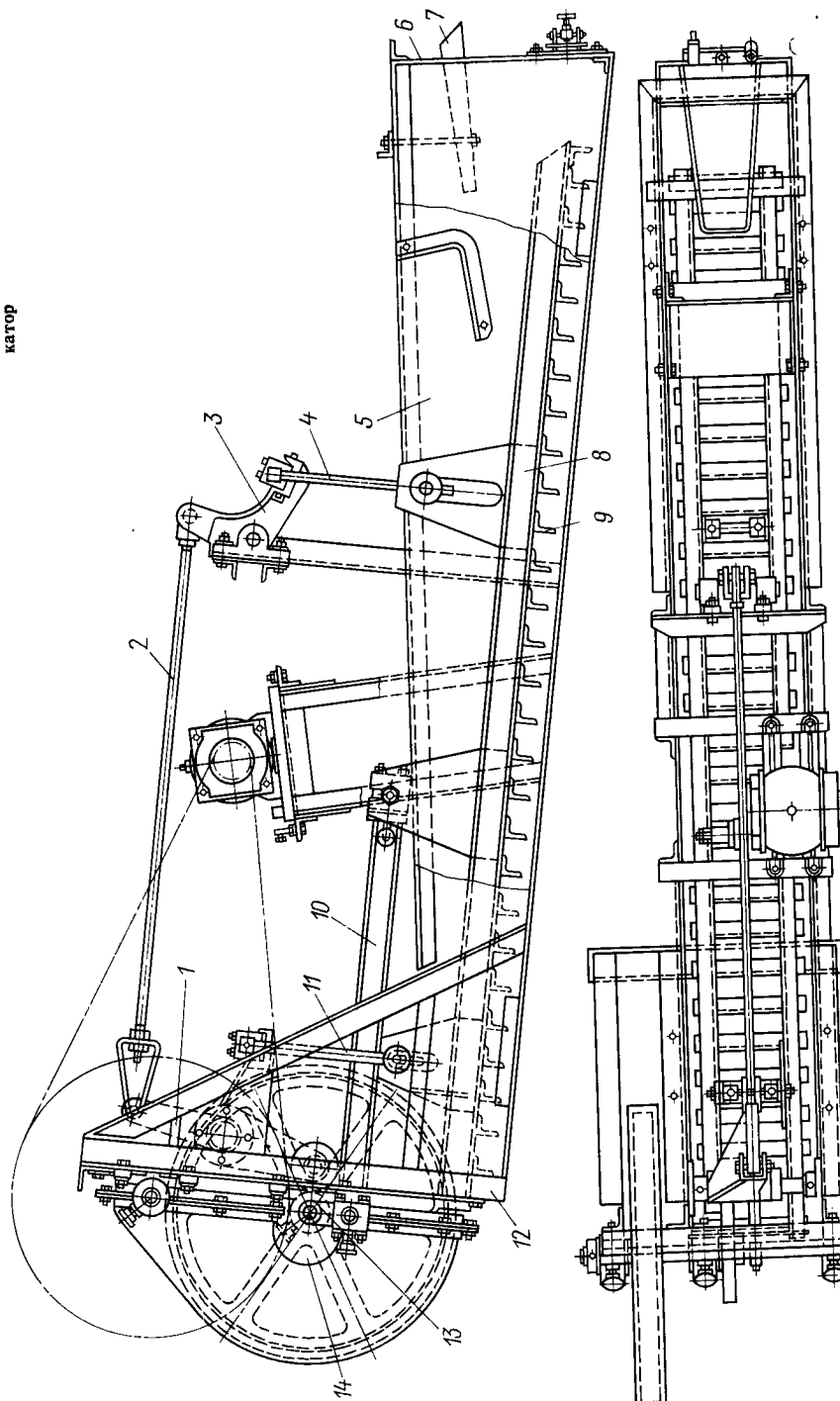
Благодаря широкому фронту слива чашевые классификаторы при разделении мелкозернистых суспензий имеют большие преимущества перед гидромеханическими классификаторами других типов.

Реечный классификатор состоит из наклонно установленного ящика 5 (рис. 50), через торцовую стенку 6 которого по лотку 7 сливается тонкая фракция. Крупная фракция удаляется через верхний открытый конец 12 ящика гребковым механизмом 9. Рама 8 гребкового механизма подвешена на серьгах 4 и 11 к рычагам 3 и 1, связанным между собой тягами 2. Основной рычаг 1 при помощи кулачка 14 приводится в качательное движение, вследствие чего происходит подъем и опускание гребковой рамы.

Кривошип 13 через шатун 10, шарнирно соединенный со стойками рамы, сообщает гребковому механизму возвратно-поступательное движение. В результате перемещения гребковой рамы материал взмучивается, и крупные осевшие частицы передвигаются к выходному концу ящика.

Уровень воды в ящике устанавливают с таким расчетом, чтобы разгрузочная часть ящика не была покрыта водой. При этом песок, передвигаемый гребковым механизмом, выходит из зоны, заполненной водой, и частично освобождается от нее.

Рис. 50. Реечный классификатор



22. Техническая характеристика речных классификаторов

Показатели	КР-13	17	О-87	О-92	О-30
Размеры корыта, мм:					
длина	3000	4500	5500	7200	8 500
ширина	350	700	1400	1800	2 400
Производительность при плотности материала 2,7 г/см ³ и толщины слива 0,075 мм, т/ч:					
по сливу	0,75	2,2	4	5	6,8
по пескам	3,2	8	16	20,5	27,5
Угол наклона корыта, град.	13	10—15	10—15	10—15	10—15
Число грабель	1	1	2	2	2
Число ходов грабель в ми- нуту	10—25	12—30	16—21	16—21	16—30
Частота вращения привод- ного вала, об/мин	135—210	60—150	128—170	128—170	97—186
Мощность электродвигате- ля привода, кВт	1	2	3,5	4,5	8
Масса классификатора, кг	640	1614	3950	6500	11 600

В зависимости от числа гребковых механизмов различают одно-, двух- и четырехречные классификаторы. Производительность классификатора по крупной фракции колеблется от 3,6 до 24 т/ч на 1 м ширины его при размерах зерен в сливе соответственно не более 70—890 мкм. Технические характеристики речных классификаторов приведены в табл. 22.

Чашевый классификатор состоит из речного классификатора (рис. 51) и чаши 1 со скребковым перемешивающим механизмом 2, смонтированным в подшипниках 3. Перемешивающий механизм имеет привод 4.

Шлам подается в чашу, в которой медленно вращаются лопасти мешалки со скребками 7. В центре чаши имеется отверстие для разгрузки крупных зерен на дно ящика речного классификатора. Края чаши находятся на одном уровне с поверхностью жидкости в ящике и в кольцевом желобе 8, имеющем сливную линию для отвода готового продукта. Количество подаваемого шлама и время его нахождения в чаше регулируют так, чтобы крупные зерна материала успели опуститься ниже борта чаши и затем на дно ящика классификатора. Скребки 6 получают возвратно-поступательное движение от привода 5. При движении по наклонной плоскости скребки 6 передвигают осевшие на дно крупные зерна вправо, к месту загрузки. Обратный ход скребки совершают не по дну ящика, а в приподнятом положении.

Окружная скорость скребков в чаше 1 классификатора 0,08 м/с для частиц размерами около 0,3 мм.

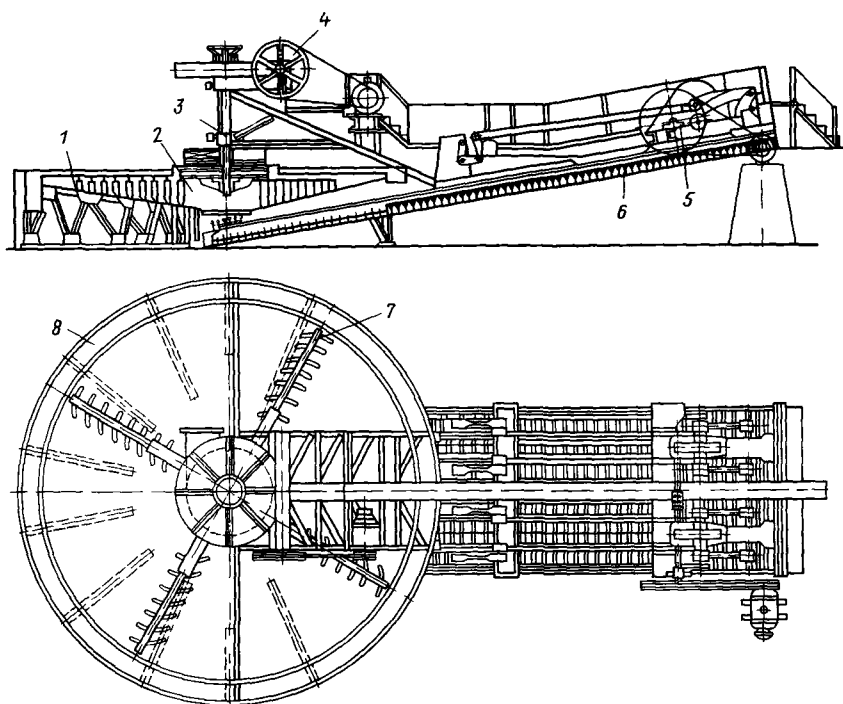


Рис. 51. Чашевый классификатор

Удельная производительность чашевых классификаторов (на 1 м^2 поверхности чаши) зависит от крупности материала, выходящего из чаши, и колеблется в следующих пределах:

Наибольший размер зерна, выходящего из классификатора, мм	0,2	0,15	0,075	0,05
Удельная производительность, т ч	20—40	15—35	10—15	5—10

В табл. 23 дана техническая характеристика гидравлических чашевых классификаторов.

23. Техническая характеристика чашевых классификаторов

Показатели	К-8	О-79	К-24	К-22	К-21
Размеры корыта речной части, мм:					
ширина	1400	2 400	2400	4 800	5 400
длина	7200	8 500	—	—	—
Диаметр чаши, мм	2400	3 600	4500	6 000	7 000
Угол наклона корпуса речной части, град.	10,5	10,3	—	—	—
Число гребель	2	2	2	4	4

Показатели	К-8	О-79	К-21	К-22	К-21
Производительность при плотности материала 2,7 г см ³ и тонкости сита 0,075 мм, т ч:					
по сиву	3	5,5	—	—	—
по пескам	16	27,5	—	—	—
Частота вращения грабель чаши, об мин	4—5,5	1,2—3,5	2,5—6	2—4	2—3
Мощность электродвигате- ля, кВт:					
для речной части . . .	4,5	8	15	31	31
для чаши	1,7	2,7	—	—	—
Габаритные размеры клас- сификатора, мм:					
длина	7290	9 900	9560	10 500	10 500
ширина	2870	4 250	—	—	—
высота	2600	2 727	—	—	—
Масса классификатора, кг	5790	13 670	—	—	—

ВОЗДУШНЫЕ КЛАССИФИКАТОРЫ И СЕПАРАТОРЫ

Воздушной классификацией называется разделение материала в воздушном потоке на несколько классов по величине зерна.

Аппараты, используемые для классификации зерен в воздушном потоке, применяются также и для отделения нежелательных примесей, т. е. для воздушной сепарации, если последние отличаются от основного материала по плотности или величине зерен. Воздушную классификацию применяют главным образом для разделения на фракции тонко размолотых материалов с зернами размером 0,1 мм и менее, когда использовать грохоты нецелесообразно из-за малой их производительности и быстрого изнашивания тонкой сетки. Особенно выгодной является воздушная классификация материалов с параллельной подсушкой. При этом нагретый воздух выполняет функции транспортирования и сушки.

Воздушные классификаторы и сепараторы разделяют на механические и проходные.

Механические классификаторы характеризуются замкнутым потоком воздуха, который создается вентилятором, встроенным в классификатор.

В механическом классификаторе (рис. 52, е) начальное грубое разделение производится под действием силы инерции путем разбрасывания исходного материала с вращающегося диска 2. Грубый материал затем подвергается действию циркулирующего воздушного потока, создаваемого вентилятором 1 и проходящего через щель 3. Крупные зерна осаждаются в конусе 6 и удаляются

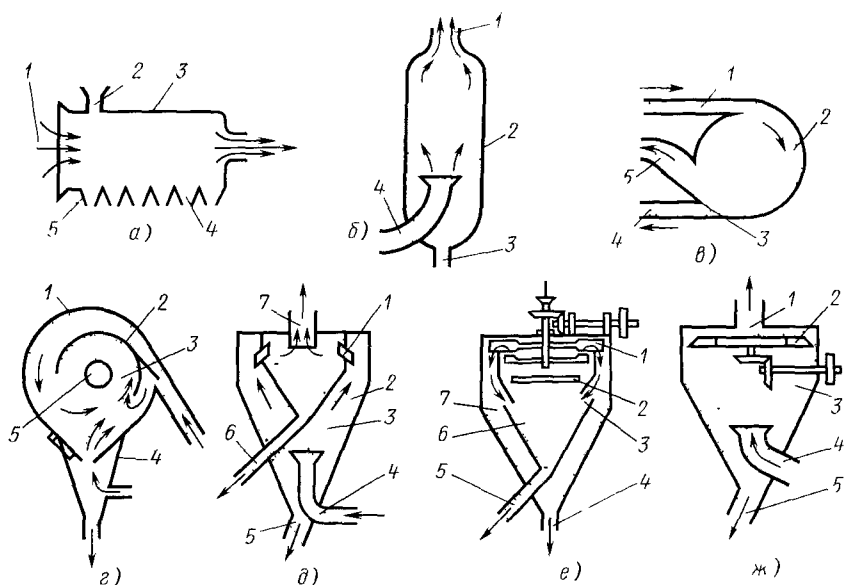


Рис. 52. Схемы воздушных классификаторов

через патрубок 5, а мелкие осаждаются в конусе 7 и удаляются через патрубок 4.

Для обеспыливания используют циклоны, мешочные фильтры, оросители и электрофильтры.

Проходные классификаторы при работе используют воздушный поток, создаваемый вентилятором, расположенным вне классификатора.

Проходной классификатор с пропеллером показан на рис. 52, ж. Пылевоздушная смесь подается вертикально вверх через патрубок 4 со скоростью, достаточной для удаления грубых частиц под действием силы тяжести без добавления дополнительного воздуха в зону 3. Для выделения мелочи установлен пропеллер 2. Более крупные зерна под действием удара лопастей пропеллера отбрасываются в сторону и присоединяются к зернам, удаляемым через патрубок 5. Тонкая фракция выходит из классификатора через трубу 1.

В гравитационном классификаторе с горизонтальным движением воздушного потока (рис. 52, а) смесь зерен разных размеров подается через воронку 2 в камеру 3, где она подхватывается горизонтальным воздушным потоком, поступающим через отверстие 1. Крупные частицы падают вниз, в разгрузочную воронку 5, в то время как мелкие распределяются горизонтально, соответственно их размеру, в бункерах 4, а мельчайшие уносятся с отходящим воздухом.

В гравитационном классификаторе с восходящим воздушным потоком (рис. 52, б) воздушная смесь проходит через сопло 4.

Скорость воздушного потока в камере 2 недостаточна для поддержания крупных частиц, поэтому они выпадают через разгрузочную воронку 3. Более тонкие частицы поднимаются воздушным потоком и удаляются через выходное отверстие 1.

В криволинейно-инерционном классификаторе (рис. 52, в) исходный материал поступает в камеру 2 через тангенциально расположенный патрубок 1. Более крупные частицы, обладающие большей силой инерции, прижимаются к стенке и вытесняют мелкие частицы к центру. Разделитель 3 разъединяет крупную и мелкую фракции материалов и направляет крупную фракцию в патрубок 4, а мелкую — в патрубок 5.

Работа спирального проходного классификатора (рис. 52, г) основана на том же принципе, что и работа классификатора криволинейно-инерционного типа для грубого отделения. Однако в отличие от последнего в аппарате спирального типа сепарация ведется параллельно на двух поверхностях 1 и 2. Окончательная очистка пыли от крупного материала производится восходящей струей воздуха, подаваемого через разгрузочную воронку 4, при прохождении материала в полости 3. Тонкий материал выносятся по горизонтальному трубопроводу 5 с вращающимся потоком воздуха.

В проходном двухконусном классификаторе (рис. 52, д) пылевоздушная смесь подается по трубе 4 вверх. Скорость воздушного потока внезапно уменьшается, и крупные частицы материала выпадают из воздушного потока в зоне 3 и удаляются через патрубок 5.

В верхней части полости 2 поток входит внутрь второго конуса и направляется тангенциально посредством регулируемых лопаток 1, которые соединяют внутренний и наружный конусы.

Мелкая фракция разгружается через верхний патрубок 7, а промежуточная удаляется через патрубок 6.

Проходной сепаратор конструкции Центрального котлотурбинного института (г. Ленинград) состоит из конусообразного корпуса 1 (рис. 53) и конуса 2, который имеет вверху трубу 3 для выхода тонкой фракции и поворотные лопасти 4, а внизу отбойный конус 6.

Материал, подлежащий классификации, обычно уносится воздушным потоком из мельницы и подается в сепаратор через трубу 8. Крупные зерна ударяются об от-

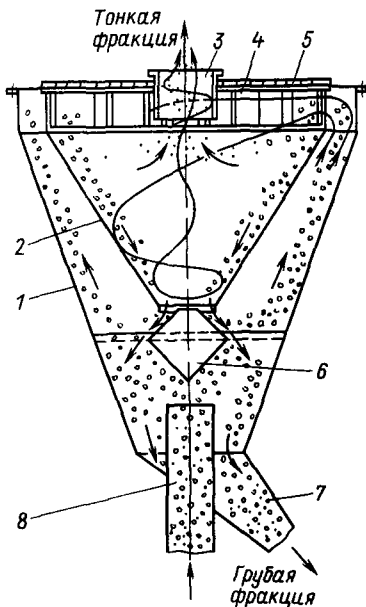


Рис. 53. Схема проходного двухконусного сепаратора

бойный конус 6, теряя начальную скорость. Из-за увеличения сечения корпуса 1 скорость воздушного потока уменьшается и становится меньше скорости падения крупных частиц, поэтому крупные частицы выпадают и удаляются через патрубок 7. Далее пылевоздушная смесь поступает через тангенциально установленные лопасти 4 во внутренний конус. При этом происходит завихрение и дальнейшая потеря скорости воздушного потока, что приводит к оседанию задержавшихся в воздухе крупных частиц на стенках внутреннего конуса. Эти частицы проходят через кольцевое отверстие между внутренним конусом и отбойным конусом 6 и удаляются через патрубок 7 на домалывание в мельницу.

Тонкая фракция уносится воздухом через трубу 3 в циклон, где выделяется из воздушного потока. Воздух из циклона возвращается вентилятором в мельницу и частично удаляется через фильтры в атмосферу.

Величину зерен тонкой фракции регулируют, уменьшая скорость воздушного потока путем поворота лопастей 4 поворотным кольцом 5. При сближении лопастей уменьшаются живое сечение для входа воздуха в конус и размеры частиц, уносимых в трубу 3. Однако при этом резко увеличиваются гидравлические сопротивления и нарушается режим работы вентиляционной системы в целом.

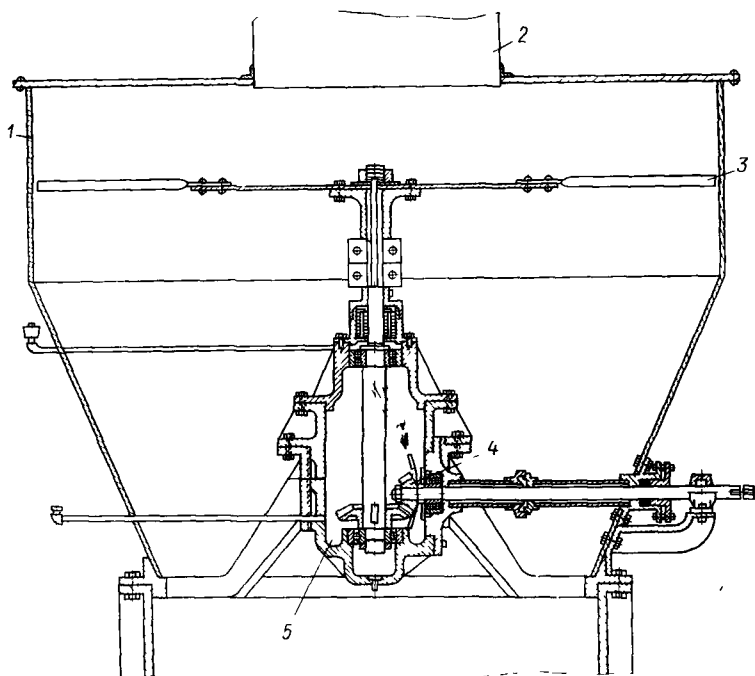


Рис. 54. Сепаратор с отбойным ротором

Этот недостаток устранен в сепараторах с отбойными роторами 3 (рис. 54), которые вращаются от конической зубчатой передачи 4, находящейся в масляной ванне 5.

Радиальные лопасти роторов образуют местные завихрения воздушного потока и отбрасывают выделяющиеся при этом крупные частицы, которые, потеряв скорость, опускаются вдоль стенок корпуса 1 и удаляются на домалывание. Тонкая фракция проходит между лопастями ротора и удаляется через верхнюю трубу 2.

Проходные сепараторы этого типа имеют диаметр от 500 до 4000 мм. Их производительность достигает 8 т/ч при выделении фракции с остатком 10—20% на сите 009.

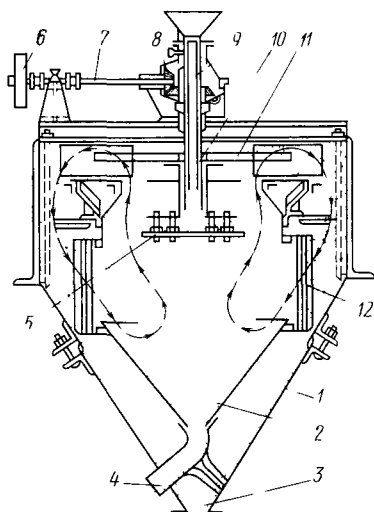


Рис. 55. Схема механического воздушного сепаратора

Механический воздушный сепаратор (рис. 55) имеет кожух 1, внутри которого находится конус 2, поворачивающиеся жалюзи 12 для регулирования потока воздуха, подаваемого вентилятором 11, диск 5, разбрасывающий материал. Вентилятор 11 и диск 5 приводятся во вращение от шкива 6 через горизонтальный вал 7, пару конических зубчатых колес 8 и трубчатый вертикальный вал 10, внутри которого находится загрузочная труба 9.

Материал попадает через загрузочную трубу 9 на диск 5, откуда под действием центробежных сил отбрасывается к внутренним стенкам аппарата. Мелкие частицы материала увлекаются восходящим потоком воздуха (указан стрелками), а более крупные отбрасываются под действием центробежных сил, падают и через горловину 4 направляются на повторное измельчение.

Скорость воздушного потока, создаваемого вентилятором, должна быть отрегулирована так, чтобы увлекались только мелкие частицы.

Мелкие частицы, унесенные потоком воздуха, попадают в кольцевую камеру в верхней части кожуха, откуда через горловину 3 выводятся наружу. Воздух, освобожденный от мелких частиц материала, через жалюзи 12 подается в конус 2, где вновь подхватывается вентилятором. Таким образом, классификация размолотого материала выполняется при замкнутой циркуляции воздуха внутри аппарата. Размеры зерен материала, выделяемых воздушным сепаратором, а также производительность установки регулируются интенсивностью воздушного потока.

Характеристика воздушных сепараторов приведена в табл. 24.

24. Техническая характеристика воздушных сепараторов

Показатели	СССМ-379	СССМ-268	СССМ-2701	СССМ-2702	СП-2
Диаметр кожуха, мм	1800	2500	2800	3700	5 000
Частота вращения вертикального и приводного валов, об/мин	375	350	310	240	192
Производительность (т/ч) при остатке на сите 009 (в тонкой фракции), %:					
15—18	2,5—3	10—12	18—20	32—35	—
8—10	2—2,5	8—10	12—15	21—26	40
3—5	1,5—2	6—8	10—12	18—21	—
1—2	0,75—1	3—4	5—6	9—11	—
0—0,5	0,4—0,6	1,8—2,4	3—4	5—7	—
Мощность электродвигателя, кВт	3	5	7	9	10
Габаритные размеры, мм:					
длина	2665	3400	3700	4800	5 400
ширина	1930	2700	3400	4600	5 400
высота	3176	5200	5500	7600	7 560
Масса, кг	1500	4273	5400	9366	23 000

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ МАТЕРИАЛОВ

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В зависимости от производственных условий магнитной сепарации подвергаются материалы различной крупности: от кусков диаметром в несколько сантиметров и до тонко измельченного порошка, проходящего через сито, имеющее 10 000 отверстий в 1 см², с остатком 0,5—2%. Очень часто размолотые материалы проходят через магнитные сепараторы в виде суспензии с содержанием влаги 35—70%. Различное отношение материалов к магнитному полю, разная влажность и степень их измельчения послужили причиной создания большого количества типов и конструкций электромагнитных сепараторов. Ниже будет описано лишь основное оборудование, применяемое в керамических производствах или на обогатительных заводах.

Для магнитной сепарации сухих материалов широко используют электромагнитные шкивы для очистки кускового материала во время его транспортирования к дробилкам; электромагнитные барабаны; дисковые электромагнитные сепараторы; электромагнитные сепараторы высокого напряжения с разгрузочной верхней лентой; индукционно-роликовые электромагнитные сепараторы.

При очистке жидких керамических масс и глазури от магнитных примесей наибольшее распространение получили лотки с размещенными на дне магнитами из синтетических материалов; переносные электромагниты; сепараторы с каскадным расположением полюсов электромагнитов на дне лотка; электромагнитные сепараторы с сетчатыми полюсами.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ШКИВЫ

Кварц, полевой шпат, капсельный бой и другие материалы, поступающие в дробильные машины, часто содержат куски железа, болты, гайки, а иногда и крупные включения магнитных минералов. Попадание железных частей в машины приводит к авариям, преждевременному износу оборудования, а также к загрязнению размалываемых материалов железными частицами.

Выделение железа и железосодержащих материалов в виде крупных кусков происходит полнее и достигается менее сложными устройствами, чем удаление мельчайших частиц после тонкого помола. Для этой цели наиболее рационально использовать электромагнитные шкивы ленточных питателей и транспортеров, подающих материал в дробильную машину. Ленточный питатель, выполняющий одновременно и функции магнитного сепаратора, является простой и компактной установкой для подачи материалов в щековые, вальцовые, конические и другие дробилки.

На рис. 56, а показана схема устройства электромагнитного шкива, состоящего из четырехполюсного якоря 1, катушек 2. Лента 3, охватывающая электромагнитный шкив и нормальный шкив (на чертеже не показан), снабжена железными пластинками 4, которые намагничиваются до соприкосновения ленты со шкивом

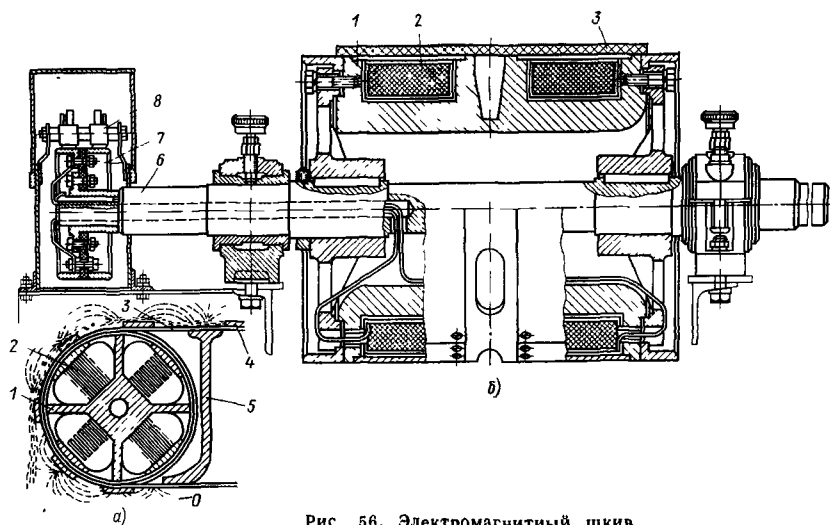


Рис 56. Электромагнитный шків

под действием магнитной стальной пластины 5. Куски железа или магнитного минерала, подаваемые лентой, притягиваются к намагниченным пластинам, а также через ленту к электромагнитному шкиву и удерживаются на ленте до пункта 0, где выходят из зоны действия постоянного магнитного поля вращающегося магнита. В этом пункте магнитные частицы еще могут некоторое время удерживаться переменным магнитным полем пластины 5, но при перемене ее полярности и перемещении ленты вправо падают в отдельный бункер. Немагнитный материал свободно падает слева в загрузочное отверстие дробильной машины или в бункер. В конструкции (рис. 56, б) электромагнитного шкива предусмотрены на валу 6 шины 7 и контакты 8.

Электромагнитные шкивы имеют высокую производительность и применяются для сепарации материала размером от 5 мм и выше.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ БАРАБАН

Электромагнитный барабан (рис. 57) в отличие от электромагнитного шкива имеет вращающийся полый барабан 4 и расположенный внутри его неподвижный электромагнит 5. Барабан изготавливается из латуни или специальной стали, теряющей магнитные свойства после удаления ее из магнитного поля, и имеет по образующей выступающие ребра для задержки материала на его поверхности. Сыпучий материал подается на барабан равномерным слоем встряхивающим питателем 3, подвешенным на тягах 2 и приводимым в движение эксцентриком 1. Частицы железа или сильномагнитных минералов под влиянием электромагнита притягиваются к поверхности барабана и вместе с ним перемещаются вниз, где выходят из зоны действия магнитного поля и падают слева по лотку 6 в бункер 7. Немагнитный очищенный материал соскальзывает с барабана и по лотку 8 направляется для дальнейшей обработки.

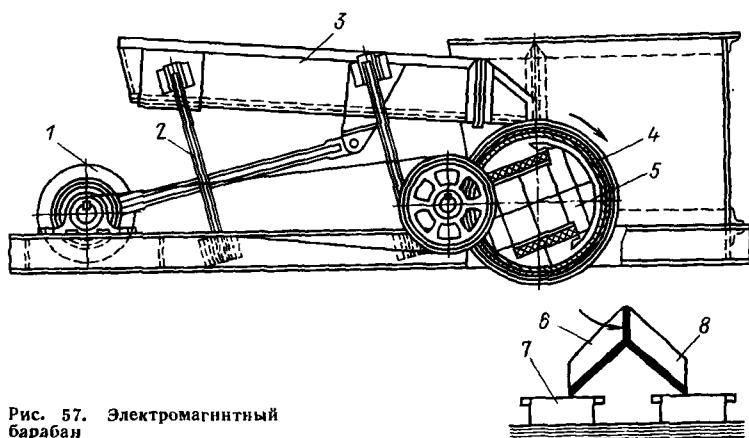


Рис. 57. Электромагнитный барабан

25. Характеристика электромагнитных барабанов

Показатели	Помер барабана			
	1	2	3	4
Размеры барабана (диаметр × ширина), мм	300×200	300×500	400×800	400×1000
Длина машины, мм	700	1000	1460	1600
Расход электроэнергии, Вт	90	270	800	1000
Мощность привода, кВт	0,2	0,3	0,5	0,75
Производительность при крупности зерна в 1 мм, м³/ч	1,5	5	9	14
Частота вращения барабана, об/мин	30	30	30	30
Масса машины, кг	90	160	390	710

Применение в электромагнитных барабанах встряхивающего питателя для распределения материала тонким равномерным слоем и непосредственный контакт материала с поверхностью барабана позволяют выделять с помощью таких сепараторов мелкие частицы железа и сильномагнитных минералов из сухих и неслипающихся материалов. Электромагнитные барабаны применяют для очистки дробленого кварца и полевого шпата после шнековых дробилок, бегунов, вальцовых дробилок и сухого помола в шаровых мельницах.

Размеры и производительность электромагнитных барабанов приведены в табл. 25.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ ДИСКОВЫЙ СЕПАРАТОР КОНВЕЙЕРНОГО ТИПА

Сепаратор с электромагнитным диском применяют для обогащения тонкоизмельченных сухих материалов. Отделение магнитных зерен от немагнитных и преодоление сил трения между частицами облегчается применением механического вибратора 4 (рис. 58), сообщающего ленте 1 и расположенным на ней частицам материала частые вертикальные колебания. Под верхней лентой транс-

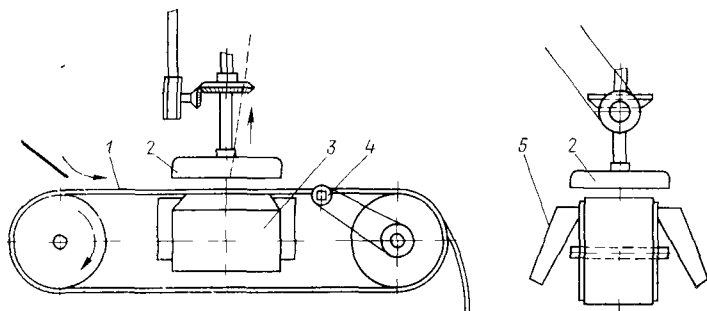


Рис. 58. Электромагнитный дисковый сепаратор

портера находится двухполюсный электромагнит 3, а над лентой вращается массивный железный диск 2, диаметр которого больше ширины ленты. Между электромагнитом 3 и диском 2 создается сильное магнитное поле, под действием которого из подаваемого лентой материала извлекаются магнитные частицы. Последние выносятся диском из сферы магнитного поля в сторону, за пределы ленты. Здесь магнитные частицы, не удерживаемые диском, опускаются через лотки 5 в бункера, а немагнитный (чистый) материал, оставшийся на ленте, подается на дальнейшую обработку.

Как известно, частицы железа из тонкоразмолотых материалов извлекаются не полностью, так как на небольшую массу магнитной частицы действуют незначительные силы, недостаточные для преодоления трения и смещения немагнитных частиц материала. При вибрации ленты, когда магнитные частицы отделяются от немагнитных и приближаются к поверхности слоя, облегчается извлечение железистых включений из сухих тонкоразмолотых материалов. Вибрация ленты, по-видимому, может дать хорошие результаты и в других конструкциях магнитных сепараторов, проектируемых для материалов, не поддающихся очистке более простыми методами.

Построенные по описанной схеме сепараторы имеют по три и более дисков над лентой, ширина которой составляет 300—380 мм, скорость 15—60 м/мин. Сила тока 2—10 А. Производительность определяется шириной ленты, ее скоростью и крупностью материала.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЙ СЕПАРАТОР С ЛЕНТОЧНОЙ РАЗГРУЗКОЙ

Для очистки измельченного полевого шпата, кварца и глины от слабомагнитных нежелательных включений применяют сепараторы с поперечными лентами для удаления примесей.

Сепаратор (рис. 59) состоит из одной или нескольких пар расположенных друг против друга электромагнитов 5 и 9, между полюсами которых проходит бесконечная лента 3. На ленту из бункера 2 через питатель 1 подается непрерывным тонким слоем

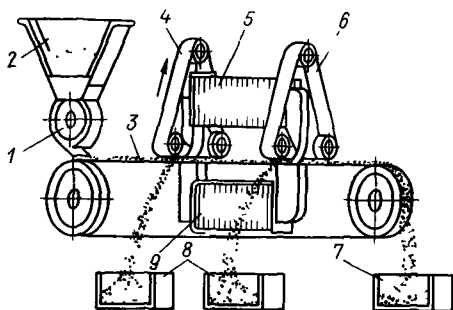


Рис. 59. Электромагнитный сепаратор с разгрузочными лентами

измельченный материал, который проходит между полюсами электромагнитов 5 и 9. Верхние полюсы имеют остроконечную форму, и поэтому вокруг них создается сильное магнитное поле. Под полюсами верхнего магнита проходят две поперечные ленты 4 и 6, натянутые на трех шкивах. Магнитные частицы поднимаются к полюсам верхнего электромагнита, прижимают-

ся к поперечным лентам и отводятся последними в сторону за пределы магнитного поля, где сбрасываются в боковые бункера 8. Немагнитные частицы остаются на ленте 3 и сбрасываются последней в бункер 7.

Для извлечения частиц слабомагнитных минералов необходимо, чтобы они попали в сильное магнитное поле, что в данном сепараторе обеспечивается тонким слоем материала на ленте и предельным сближением полюсов электромагнитов. Сила тока в электромагнитах и магнитное поле регулируются специальными устройствами, а скорость лент путем использования в передаче от электродвигателя ступенчатых шкивов или вариаторов.

Для более полного и, особенно, для раздельного выделения разных магнитных минералов устанавливают две-три пары электромагнитов в последовательном порядке. Чем меньше магнитная проницаемость и размеры зерен выделяемого магнитного минерала, тем меньше должен быть зазор между магнитными полюсами и тоньше лента сепаратора. Зазор обычно выбирают равным 3,175—25 мм, не считая толщины лент. Толщина нижней ленты 3,175—6,35 мм, а верхней — около 0,8 мм.

Конвейерные сепараторы имеют широкий диапазон регулирования и поэтому применяются для обогащения разнообразных материалов.

Производительность четырех- и шестиполюсного сепараторов составляет соответственно 1,705 и 2,222 т/ч; крупность исходного материала класса «минус» 0,254 и 2,235 мм, а класса «плюс» 0,147 и 1,93 мм; скорость загрузочной ленты 48,8 и 31,42 м/мин, а разгрузочной 233—173 и 170—128 м/мин.

ИНДУКЦИОННО-РОЛИКОВЫЕ СЕПАРАТОРЫ

Для выделения из керамического сырья слабомагнитных примесей на обогатительных фабриках применяют индукционно-роликовые сепараторы типа «Dings» и др.

На рис. 60 показана модель трехступенчатого магнитного сепаратора, в котором материал, выходящий из бункера, последовательно проходит через три магнитных ролика. Под влиянием сильного магнитного поля напряженностью 12 000—20 000 Э между полюсами 1 электромагнита 6 и роликами 2 слабомагнитные частицы отклоняются влево, а немагнитные — вправо. Для разделения двух потоков магнитных и немагнитных частиц установлены ножи 3 и лотки 4. Во второй и третьей стадиях сепарации наклон направляющих ножей 3 регулируется поворотными регистрами 5 с указательной шкалой, фиксирующей угол поворота ножей, а следовательно, и деление потока материала на две части.

Описанный сепаратор занимает площадь 2,33 м² при высоте 2,13 м. Производительность около 1 т/ч. Расход энергии — 0,5 кВт/ч на 1 т готовой продукции.

С помощью сепараторов этого типа удалось разделить такие малоотличающиеся по магнитным свойствам минералы и горные

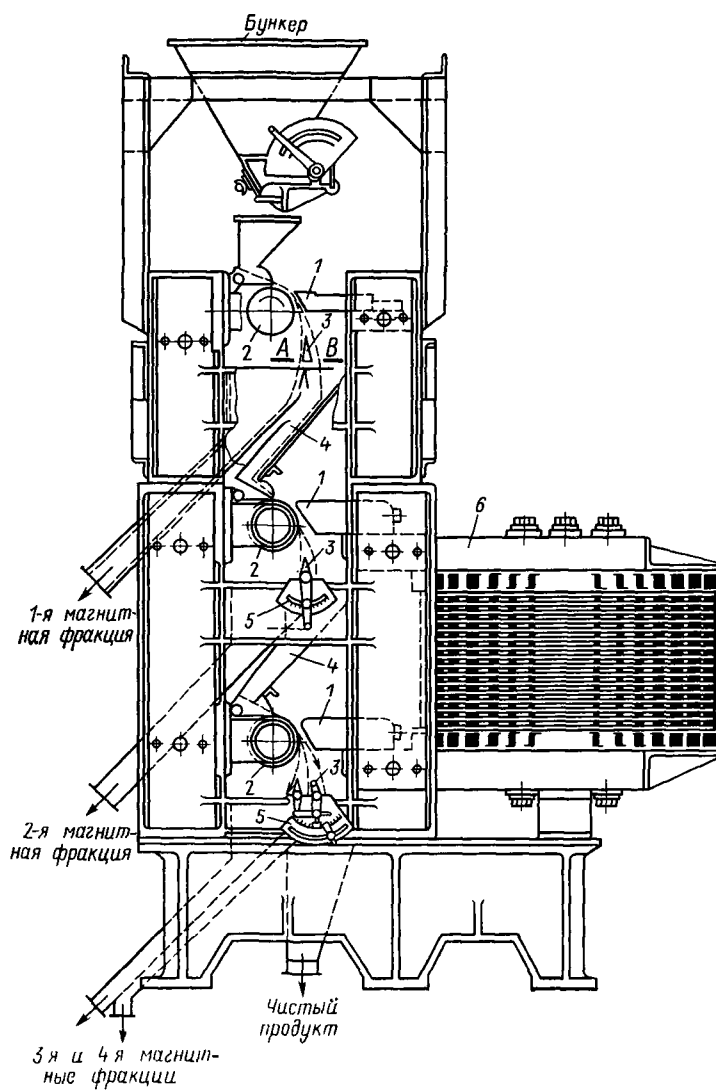


Рис. 60. Индукционно-роликовый сепаратор

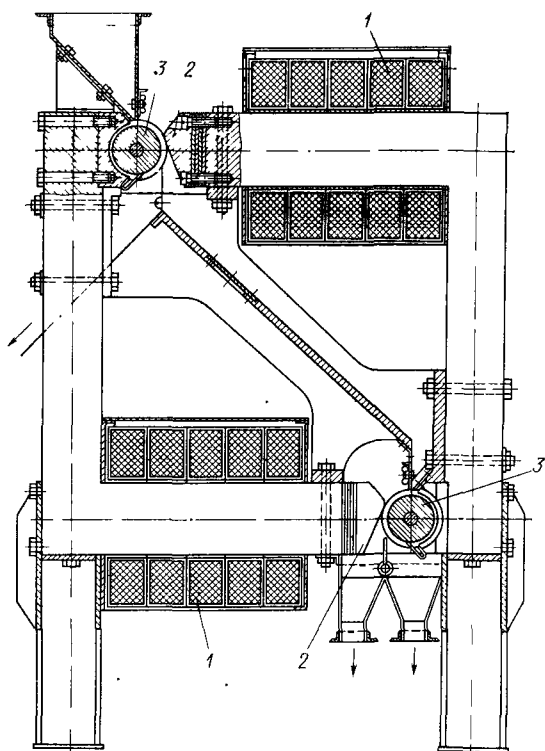


Рис. 61. Сепаратор для обогащения кварцевого песка

породы, как слюда и полевоы шпат (ортоклаз), доломит, гипс и кварцевый песок, доломит и магнезит и ряд других материалов, очистка которых магнитной сепарацией считалась ранее невозможной.

Электромагнитный сепаратор для обогащения кварцевого песка, показанный на рис. 61, имеет два мощных электромагнита 1, против полюсов 2 которых вращаются ролики 3. Материал подается последовательно на верхний и нижний ролики, где отделяются магнитные примеси от кварцевого песка, используемого в стекольной и фарфоровой промышленности.

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ

СХЕМЫ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ

В производстве тонкой керамики разного назначения в зависимости от формы изделий и предъявляемых к ним технических требований используют жидкие массы (шликеры), пластичные (пасты) и порошкообразные.

Жидкую массу — обычно водную суспензию тонкодисперсных минеральных компонентов применяют непосредственно при отливке изделий сложной формы в гипсовых формах. Используемую на многочисленных заводах пластичную массу готовят из жидкой массы путем частичного ее обезвоживания и последующей вакуумной обработки. В последние годы в производстве облицовочных фаянсовых плиток широко применяют порошкообразные массы, получаемые подсушкой распыленного шликера в башенных сушилках. Таким образом, приготовление жидкой массы на большинстве заводов тонкой керамики является первичным процессом для получения керамических масс с разными физико-химическими и структурно-механическими свойствами.

В некоторых странах (например, в США) с развитой помольно-обогащительной промышленностью нерудных материалов приготовление как жидкого шликера, так и пресс-порошков выполняется по несложным технологическим схемам в смесителях соответствующей конструкции. В СССР приготовление жидких, пластичных и порошкообразных масс обычно объединяется с мокрым помолом и обогащением исходного сырья в массозаготовительных цехах керамических заводов.

Использование на керамических заводах разных схем приготовления жидких керамических масс, отличающихся по применяемому оборудованию и трудоемкости, обусловлено главным образом специфическими условиями развития керамической промышленности и связано с организацией помольно-обогащительных заводов в разных странах.

Схемы, показанные на рис. 62 и 63, отличаются использованием оборудования периодического действия и довольно высокой трудоемкостью его обслуживания.

Схема получения жидкой массы, данная на рис. 64, нашла широкое применение на заводах США, которые получают от обогащательной промышленности нерудных ископаемых тонкоизмельченные и обогащенные материалы, но еще не перешли на автоматизированный процесс с использованием оборудования непрерывного действия.

Схема, изображенная на рис. 65, предусматривает полную автоматизацию производства жидких керамических масс, и ее внедрение в разных отраслях керамической промышленности обусловлено главным образом соответствующим развитием специализированного машиностроения.

Приготовление жидкой массы для производства тонкой строительной керамики, хозяйственного фарфора и фаянса, электрофарфора на отечественных заводах сочетается в массозаготовительных цехах с измельчением и обогащением исходного сырья. Диспергирование глин и каолинов иногда выполняется в машинах, которые используются и для перемешивания полученной суспензии



Рис. 62. Схема механизированной линии для приготовления жидкой керамической массы

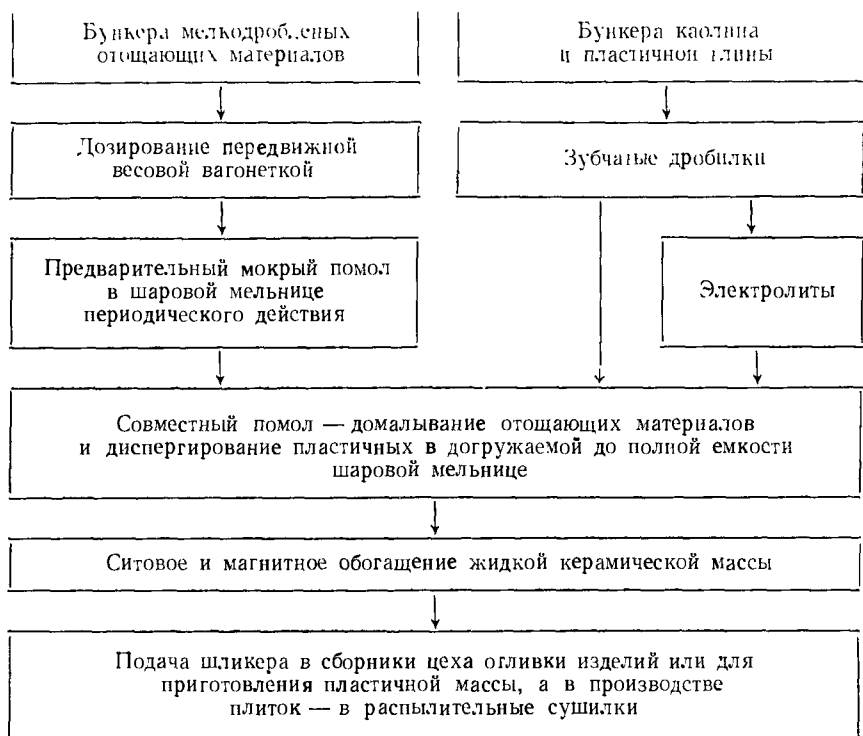


Рис. 63. Схема приготовления жидкой керамической массы путем совместного помола отошающих и пластичных материалов

с тонкодисперсной суспензией отошающих материалов. В дальнейшем приводится описание машин, используемых на наших и зарубежных керамических заводах или осваиваемых и намечаемых к серийному выпуску в ближайшие годы.

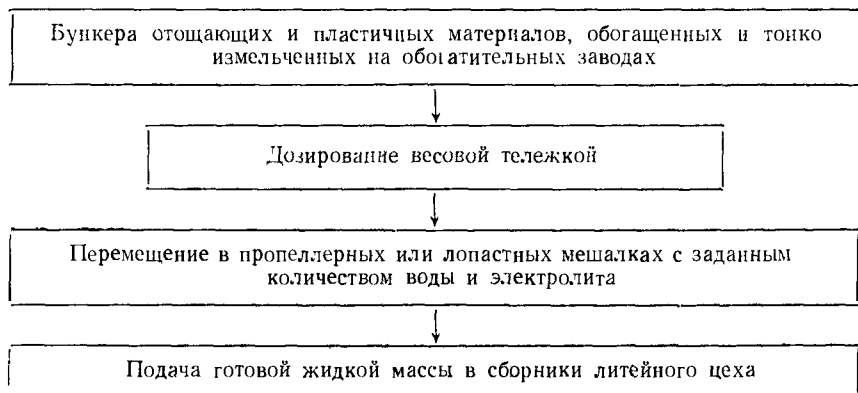


Рис. 64. Схема механизированной линии для приготовления жидкой керамической массы из сухих обогащенных тонкоразмолотых материалов

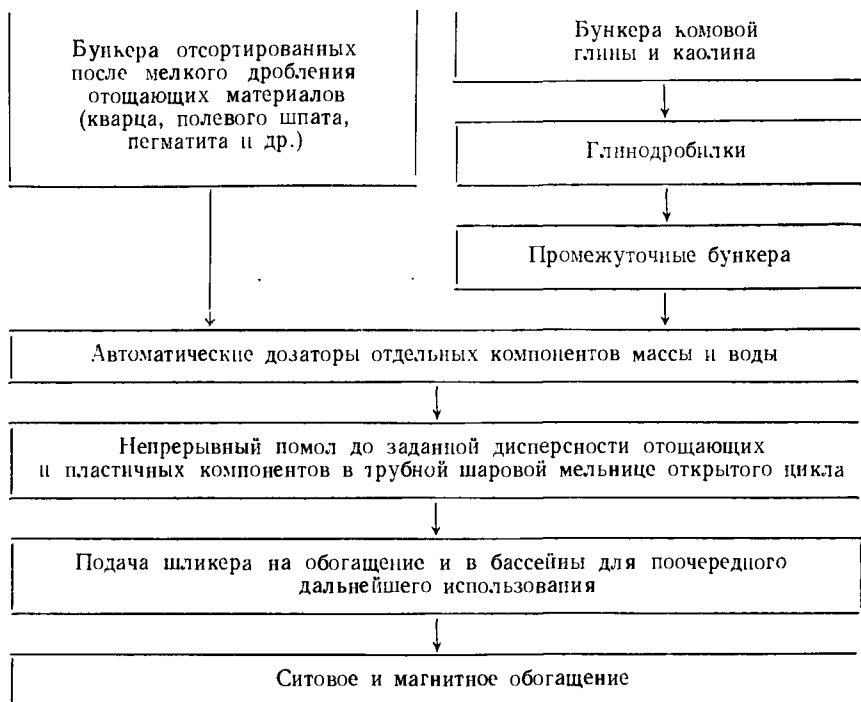


Рис. 65. Автоматическая линия для приготовления жидкой массы с помолом в непрерывно-действующих мельницах

ШАРОВЫЕ МЕЛЬНИЦЫ ДЛЯ ТОНКОГО ПОМОЛА ОТОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Шаровые мельницы периодического действия (табл. 26) применяют главным образом в линиях, показанных на рис. 62 и 63, на фарфоровых и фаянсовых заводах, получающих кварцевый песок, полевой шпат и пегматит непосредственно из карьеров. С развитием помольно-обогащительных заводов и мощных массозаготовительных цехов эти мельницы заменят непрерывнодействующими.

Шаровая мельница периодического действия очень проста по конструкции. В одном из компактных конструктивных вариантов она имеет клепаный или сварной барабан 1 (рис. 66), вращающийся в двух подшипниках 6. Привод осуществляется от электродвигателя 2 через редуктор 3, фрикционную муф-

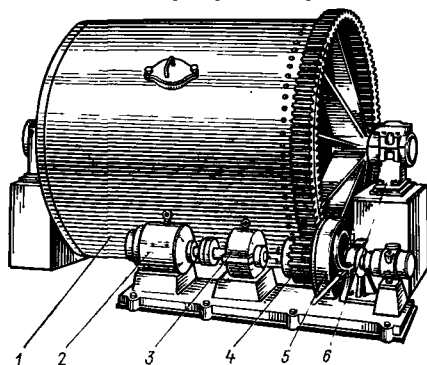


Рис. 66. Шаровая мельница периодического действия

Показатели	500	600	ТННР-10	ТМНР-14	ТМНР-17	ТМНР-19	ТМНР-24	297 а-24
Размеры барабана, мм:								
диаметр	500	600	890	1260	1610	1725	2175	2 400
длина	430	600	810	1090	1690	1860	2210	2 500
Объем барабана, л	40	80	500	1300	1320	4400	8200	11 600
Частота вращения, об/мин	60	50	35	25	18	16	14	14
Необходимая мощность электродвигателя, кВт . . .	0,2	0,3	2,0	3,8	8,0	10,0	14,0	20
Масса, кг:								
загруженного материала (песка, полевого шпата)	20	40	250	650	1100	2200	4100	5 800
мельницы (без кремне- вой футеровки)	70	140	1100	2050	4200	4600	8100	8 700

ту 5 и зубчатую передачу 4. Фрикционная муфта обеспечивает плавное включение мельницы и предохраняет двигатель 2 от кратковременной, но значительной перегрузки.

В шаровых мельницах периодического действия отношение диаметра к длине обычно приближается к единице. Мельницы могут работать лишь по мокрому способу. Вода в них добавляется в количестве, достаточном для того, чтобы обеспечить быструю разгрузку измельченного материала через люк. Количество материала (кварца, полевого шпата), загружаемого в мельницы периодического действия, колеблется от 0,40 до 0,45 т на 1 м³ емкости.

Мельницу футеруют базальтовыми или кремневыми плитами 1 (рис. 67). В качестве мелющих тел используют кремневые (галька) 2 или уралитовые 3 шары. В производстве специальных керамических масс применяют футеровку и шары из высокоглиноземных (корундовых), цирконовых и других материалов.

Производительность шаровой мельницы периодического действия определяется объемом и продолжительностью рабочего цикла, который складывается из времени на загрузку, размол и

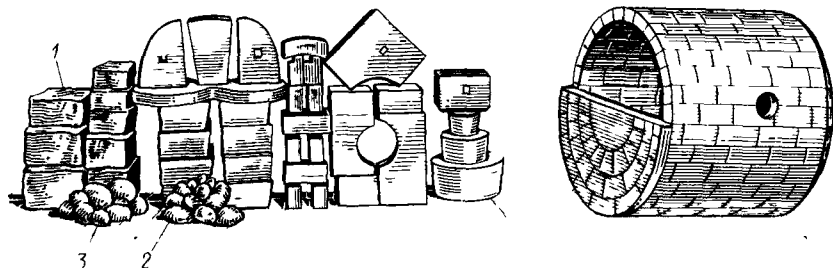


Рис. 67. Футеровки и мелющие тела

разгрузку. При размоле на фарфоровых заводах обожженного кварца вместе с необожженным полевым шпатом шаровые мельницы дают следующую производительность:

Объем барабана, м ³	1,0	1,2	1,4	3,9	7,2
Производительность мельницы (ориентировочно), кг/ч	100	120	130	300	440—450

Такие результаты получены при крупности загружаемого материала не более 1 мм и размоле его до остатка на сите 0063 не более 2%. .

Использование мельниц периодического действия затрудняет автоматизацию трудоемких процессов в массозаготовительных цехах.

В связи с этим периодические мельницы мокрого помола вытесняются непрерывнодействующими.

Современные шаровые мельницы (рис. 68) отличаются компактными приводами от индивидуального мотора через планетарный редуктор, который имеет тормозное устройство для плавного пуска мельницы. Планетарный редуктор 2 заменяет обычный редуктор и фрикционную муфту, показанные на рис. 66. Его монтируют вместе с фланцевым двигателем 1 на опорной стойке 3. Поворотом рукоятки 4 мельница запускается с постепенным повышением частоты вращения до нормальной без перегрузки электродвигателя.

Планетарный редуктор (рис. 69) имеет двухступенчатую зубчатую передачу (1, 2, 3, 4), размещенную в водиле 5. Последнее свободно вращается на валу 6, на котором расположено ведущее зубчатое колесо 12 привода мельницы, и может постепенно тормозиться до полной остановки при сжатии насаженного на водило тормозного шкива 7 тормозными колодками 14. На валу 6 привода находится второй тормозной шкив 11, зажимаемый тормозными колодками 13. Механизм управления тормозами состоит из двух винтовых стяжек 15, которые связаны насаженными на них зубчатыми колесами 8 и 10 с колесом 9, поворачиваемым по часовой стрелке или против рукоятью 16.

Перед пуском мельницы шкив 11 заторможен, а шкив 7 свободен, поэтому при включении электродвигателя водило 5 вместе с системой зубчатых передач вращаются около неподвижного вала 6. Поворотом колеса 9 постепенно стяжкой 15 сжимают тормозные колодки 14 и одновременно освобождают колодки 13. При этом тормозится водило 5 и начинает вращаться вал 6, сообщаящий мельнице вращение с малой частотой.

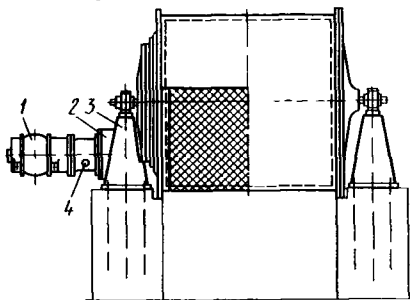


Рис. 68. Шаровая мельница с планетарным редуктором

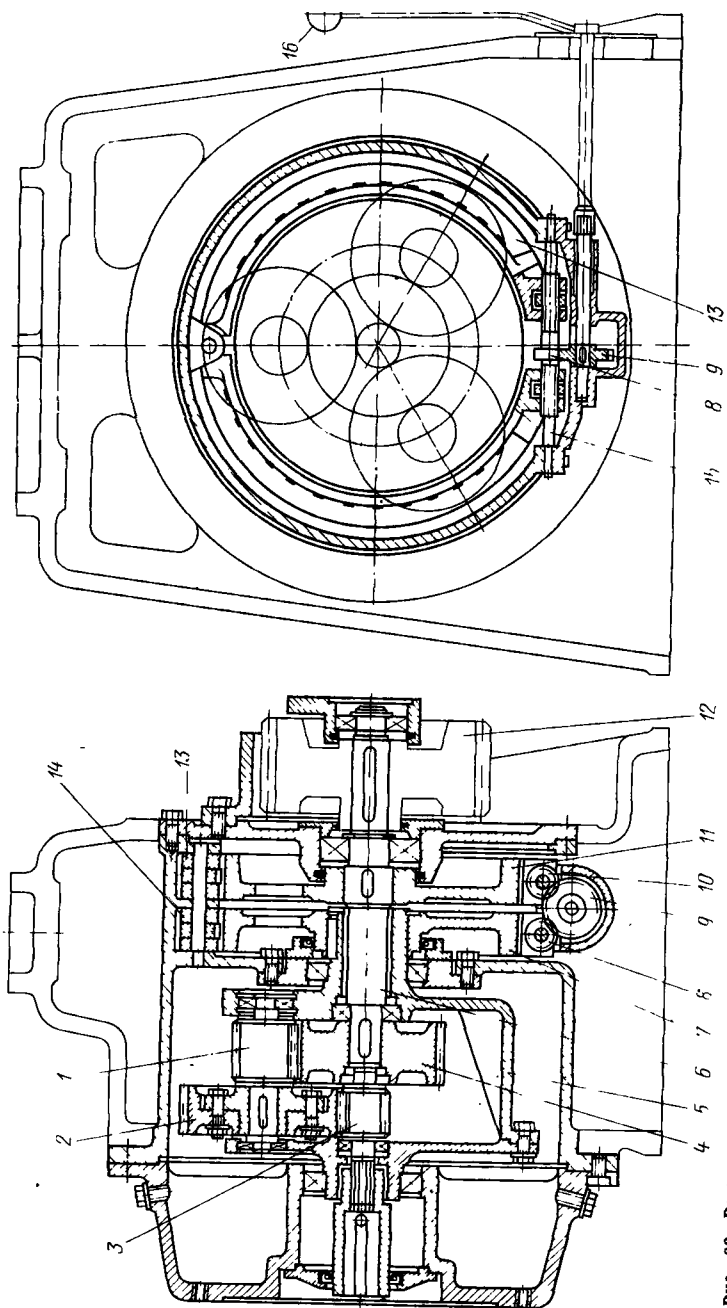


Рис. 69. Редуктор

той. Когда водило остановится, мельница начнет работать с нормальной частотой вращения.

Шаровые мельницы непрерывного действия служат для тонкого помола кварцевого песка, полевого шпата, пегматита и других твердых пород. В мельницах периодического действия эта операция связана с повышенным расходом рабочей силы на загрузку и разгрузку, с потребностью в большой площади массозаготовительных цехов и является основным препятствием для организации полностью автоматизированных линий. Трубные короткие цилиндрические и конические мельницы для мокрого помола получили широкое применение на цементных и помольно-обогащительных заводах.

Короткая мельница 1 (рис. 70) работает преимущественно в замкнутом цикле с гидравлическим классификатором (2, 3), из которого крупные зерна возвращаются в мельницу питателем 4.

Трубные мельницы крупных моделей отличаются наибольшей производительностью и могут работать как в замкнутом, так и в открытом цикле. Последний вариант для керамической промышленности имеет следующие преимущества: исключается контакт с металлом классификаторов и загрязнение материала частицами железа, при сочетании с мельницей непрерывного грубого помола получается самая простая и экономичная по первоначальным и эксплуатационным затратам схема размола отощающих материалов.

Машиностроительная база цементной промышленности «Волгоцеммаш» дает возможность в кратчайшие сроки перевооружить массозаготовительные цехи керамических заводов. Для этого потребуется выпускать типовые мельницы без стальной футеровки и снизить мощность привода, учитывая меньшую массу уралитовых шаров по сравнению с массой стальных.

ДРОБИЛКИ С ЗУБЧАТЫМИ ВАЛКАМИ

Глины, используемые для приготовления жидкой керамической массы, предварительно измельчаются на куски или стружку размерами 10—20 мм в зубчатых валковых дробилках (табл. 27) или глинорезках.

Зубчатые валки 8 и 4 (рис. 71) собраны в шахматном порядке из дисков со сменными зубьями 5 и 9. Зубья 9 валка 8 заходят

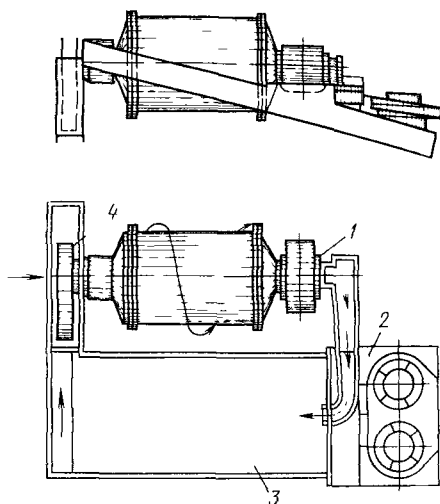


Рис. 70. Мельница непрерывного действия с гидравлическим классификатором

27. Техническая характеристика валковых зубчатых дробилок

Показатели	Двухвалковая СМ-5	Одновалковые	
		610×1219	915×1524
Размеры валков, мм:			
диаметр по основанию зубьев	680	610	915
ширина	660	1215	1824
Частота вращения валка, об/мин:			
дробящего	60	58	39
подающего	20	—	—
Мощность электродвигателя, кВт	14	75	150
Производительность, т/ч	До 20	175—200	250—400
Габаритные размеры дробилки, мм:			
длина	2255	—	—
ширина	1810	—	—
высота	1260	—	—
Масса, кг	6445	—	—

в просветы между дисками валка 4, а зубья 5 в просветы между дисками валка 8. Такая конструкция валков обеспечивает самоочистку зубьев при измельчении переувлажненных глин. Подшипники валка 8 снабжены пружинными амортизаторами 7. Вращение на дробящий валок 4 (частотой 40—70 об/мин) передается от электродвигателя через клиноременную передачу или редуктор, а затем зубчатую передачу 6. Подающий валок 8 приводится в движение от вала 3 дробящего валка через передачу 1, 2 (частотой вращения 10—20 об/мин). Для обеспечения удовлетворитель-

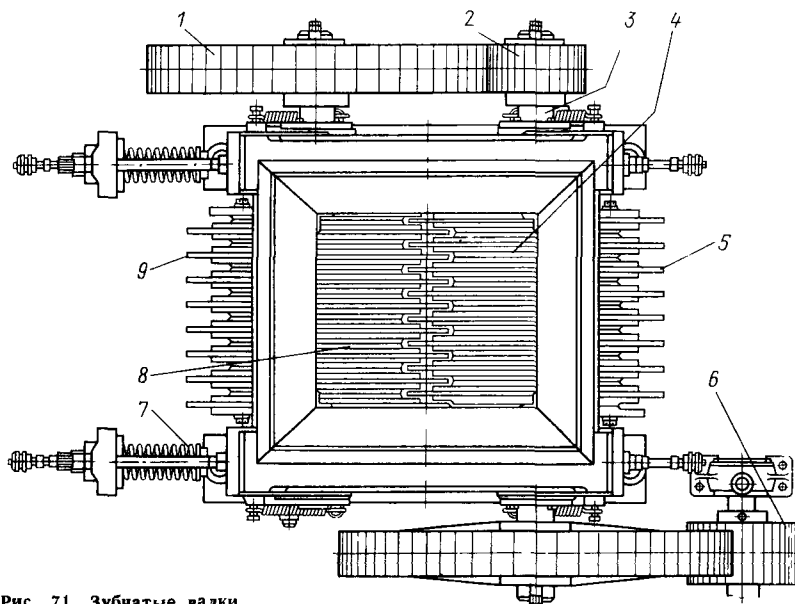
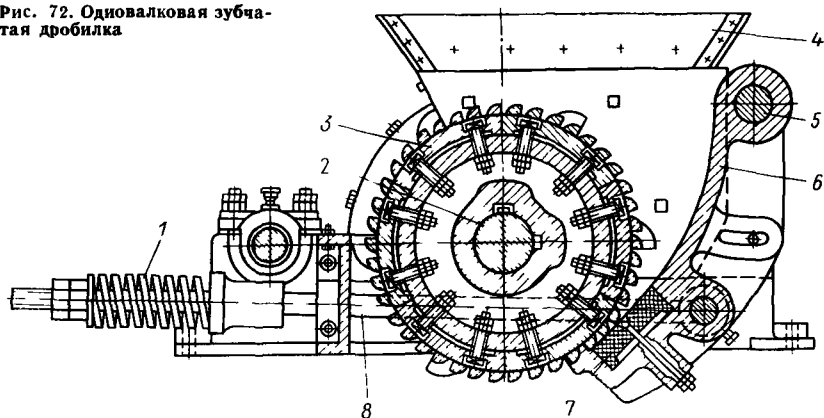


Рис. 71. Зубчатые валки

Рис. 72. Одновалковая зубчатая дробилка



ного захвата крупных кусков глины диаметр зубчатых валков должен превышать наибольшие размеры кусков материала в 5—6 раз, так как в противном случае их производительность резко снижается.

Одновалковая дробилка имеет один зубчатый валок 3 (рис. 72), а вместо подающего вала плиту 6, подвешенную на оси 5 и прижимающую дробимые куски глины к валку 3 пружинами 1 и тягами 8. Между плитой и валком образуется малый угол захвата и потому при одинаковых диаметрах валков в дробилке можно измельчать куски глины в 2—3 раза большие, чем в двухвалковой. При большом расходе глины ее разгружают из вагонов или грузовиков непосредственно в приемный бункер мощной одновалковой дробилки. При этом устраняются промежуточные механизмы и затраты ручного труда. Дробящий валок 3, насаженный на приводной вал 2, имеет сменные секторы, а плита 6 сменную вставку 7 из износостойкой стали. Воронка 4 монтируется в соответствии с размерами пластинчатого питателя дробилки.

Простая и надежная конструкция одновалковой дробилки предопределяет ее применение на крупных новостроящихся и реконструируемых заводах.

Ножевая глинорезка (стругач) дает по сравнению с зубчатыми валками куски (стружки) меньших размеров. Она получила за последние годы значительное распространение на заводах тонкой керамики при распускании пластичных глин в пропеллерных мешалках.

Диск 2 (рис. 73) глинорезки, вращающийся на вертикальном валу 10, является подвижным дном цилиндрического бункера 3, в который загружаются куски глины или «пряники» обогащенного каолина. Диск имеет радиальные прорезы, в которые вставляются сменные ножи 4, направленные к плоскости диска под углом 30°. Глина, загруженная в бункер, прижимается под влиянием собственного веса к ножевому диску и строгается на мелкую стружку

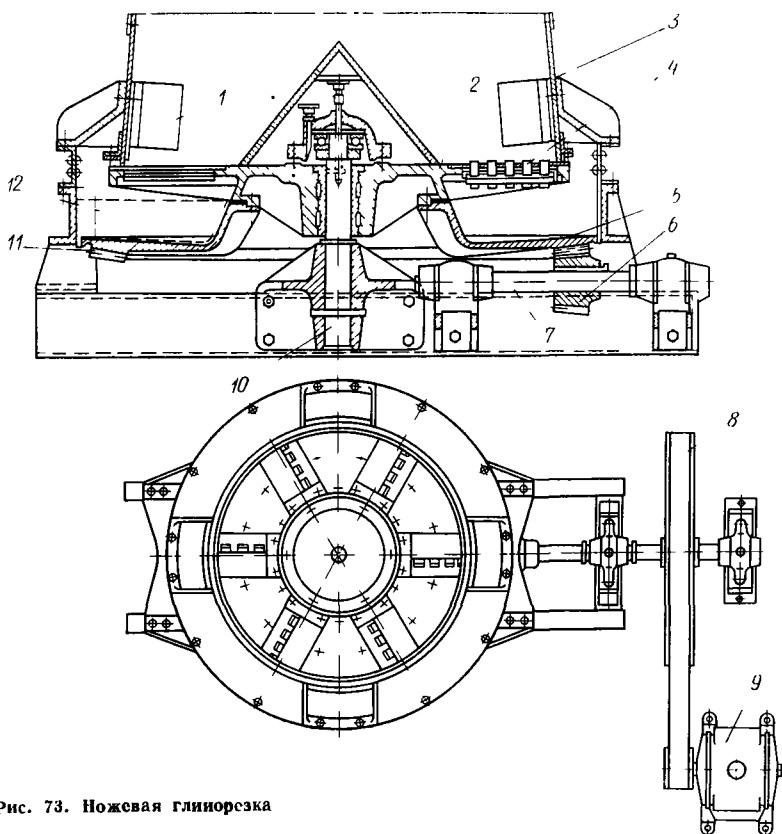


Рис. 73. Ножевая глинорезка

Ребра 1, прикрепленные к стенкам ящика 3, препятствуют вращению кусков глины вместе с диском.

Толщина стружки регулируется выдвижением ножей 4 над поверхностью диска. Стружка через прорези диска 5 выпадает на сплошное дно (шестерню) и выбрасывается спиральным скребком 13 через боковое отверстие глинорезки в приемную воронку транспортного устройства (ленты, ковшового элеватора) или машины. Диск приводится в движение от индивидуального двигателя 9 через шкив 8 и коническую зубчатую передачу. Большая коническая шестерня 11 со сплошным диском 5 закреплена снизу режущего диска 2, а малая 6 вместе с приводным валом 10, подшипниками и шкивом 8 монтируется на основной раме глинорезки.

Режущий диск, снабженный острыми ножами, легко справляется с любой глиной — сухой, влажной и мерзлой. Однако глинорезку нельзя использовать для дробления глин, содержащих каменные включения, из-за частых поломок ножей. Необходимо следить за тем, чтобы загрузочный ящик был достаточно заполнен,

так как большие куски мерзлой глины, не прижимаемые сверху нагруженным материалом, начинают кататься по диску, и производительность глинорезки резко снижается.

Глинорезка может заменить питатель для машин непрерывного действия (например, мешалок, сушильных барабанов). Производительность ее определяется диаметром диска, числом ножей, высотой выступающей их части, частотой вращения диска и свойствами глины — пластичностью и влажностью.

Глинорезка конструкции ГИКИ (Государственный исследовательский керамический институт) имеет диаметр режущего диска 1300 мм; число ножей 16; мощность привода 9—11 кВт, производительность до 8 м³/ч.

МАШИНЫ ДЛЯ ДИСПЕРГИРОВАНИЯ ГЛИН И КАОЛИНОВ

ЛОПАСТНЫЕ ГОРИЗОНТАЛЬНЫЕ МЕШАЛКИ

Лопастные горизонтальные мешалки применяют для приготовления жидкой керамической массы из глин, каолинов и тонкоразмолотых отошающих материалов.

Мешалка монтируется в стальном, футерованном керамическими плитами резервуаре 12 (рис. 74), установленном на раме 9. Вал 3 с шестью лопастями 2, укрепленными на четырех крестовинах 1, вращается электродвигателем 6 через редуктор 5 в двух подшипниках 4, смонтированных на опорных балках 7. В торцовых стенках резервуара встроены сальники 11 для герметичного уплотнения вала 3. Крестовины 1 мешалки изготовляют разъемными из двух скрепляемых болтами половин. Лопастные мешалки выполняют из углового железа.

Целесообразно лопасти мешалки укреплять на крестовинах, смещенных по винтовой линии, при этом уплотнившаяся на дне мешалки глина захватывается сначала концом, затем серединой и, наконец, всей лопастью, что обеспечивает более плавный ход мешалки.

Лопастные мешалки работают с периодической загрузкой и разгрузкой. Сливание готовой глинистой суспензии производится по окончании распускания глин через пробный кран 10 в торцовой части корпуса, противоположной приводу. Кран должен иметь достаточное сечение для очистки железным прутом при засорении его неразболтанными кусочками глины. Периодическую очистку мешалки от крупнозернистого осадка производят через люк 8.

Мешалка имеет следующие характеристики: длина резервуара 3340 мм, ширина 1600 мм. Частота вращения лопастного вала 12 об/мин, вместимость 7 м³; мощность электродвигателя 7 кВт; габаритные размеры: длина 5100, ширина 3100, высота 2450 мм. Масса мешалки 4620 кг.

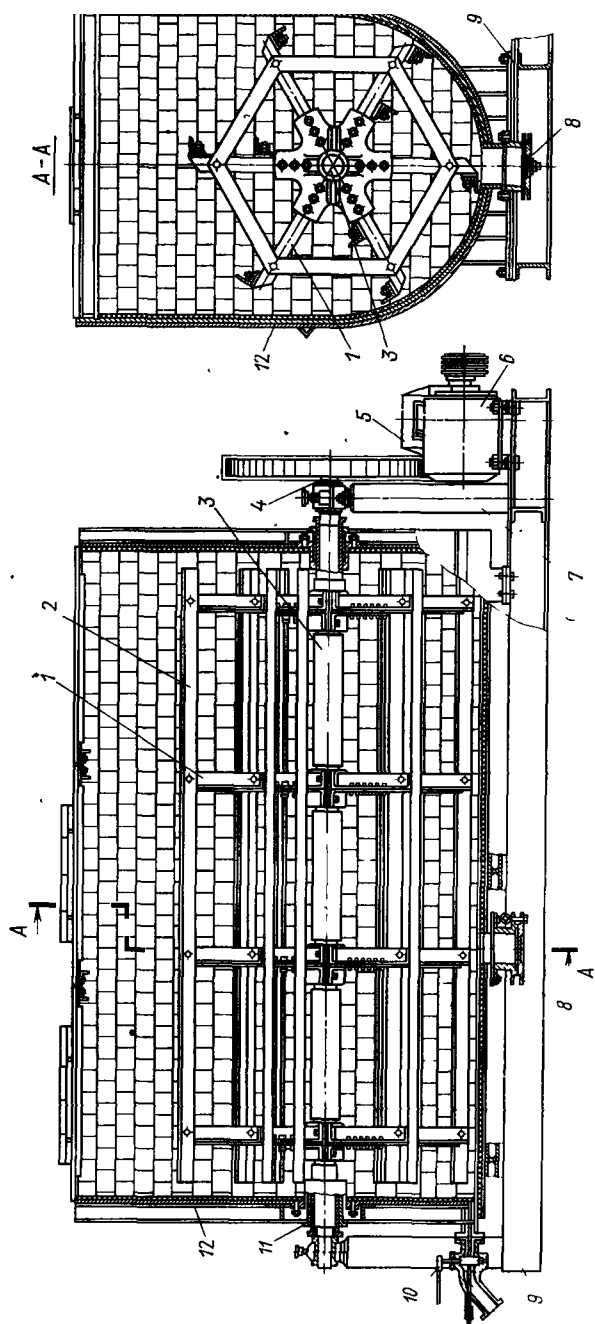


Рис. 74. Лопастная горизонтальная мешалка

Пропеллерные мешалки (табл. 28) применяют для приготовления шликера из пластичных материалов — глины и каолина, перемешивания керамических масс и удержания их во взвешенном состоянии.

Пропеллерные мешалки просты по устройству, имеют небольшую массу и удобны в эксплуатации, что обусловило их широкое применение на предприятиях тонкой керамики.

Перемешивающий механизм мешалки представляет собой один или два трехлопастных винта 1 (рис. 75), закрепленные на валу 2. Мешалка приводится от электродвигателя 6 через редуктор 4. Электродвигатель и редуктор смонтированы на двух швеллерных балках 7, укрепленных на железобетонном резервуаре. Отличительной особенностью редуктора является нижнее расположение шестерни 5, благодаря чему уровень масла в редукторе ниже верхнего края центральной втулки 3. При этом исключается попадание в керамическую массу масла, загрязненного частицами металла.

При вращении винта образуется непрерывный поток жидкости, направленный посередине мешалки вниз, а у периферии — вверх. Куски каолина или глины увлекаются струей воды, ударяются о лопасти винта и о дно мешалки и постепенно распускаются до жидкой суспензии. Наибольший эффект в работе мешалки получается при ударе кусков глины и каолина о ее дно. Для устранения вращательного движения массы резервуарам придают шести- или восьмигранную форму.

В зависимости от диаметра винта и назначения мешалки частота вращения винта составляет 200—500 об/мин. Для перемешивания готовой жидкой суспензии применяют мешалки с небольшой частотой вращения (150—250 об/мин). При диспергировании пластичных глин необходимо использовать мешалки с большой

28. Техническая характеристика пропеллерных мешалок

Показатели	СМ-242	СМ-243	СМ-244	К/RS-1000	СМ-489
Диаметр винта, мм . . .	300	500	750	100	750
Частота вращения винта, об/мин	300	250	200	150	156
Угол наклона винтовой линии, град	23,5	22,5	22,5	—	Регулируемый
Высота резервуара, мм	1300	2100	2500	2500	—
Полезная емкость резервуара, м ³	1	4	10	19	9,2
Мощность электродвигателя, кВт	1	2,8	4,5	18	4,5
Масса мешалки без резервуара, кг	190	595	725	1580	—

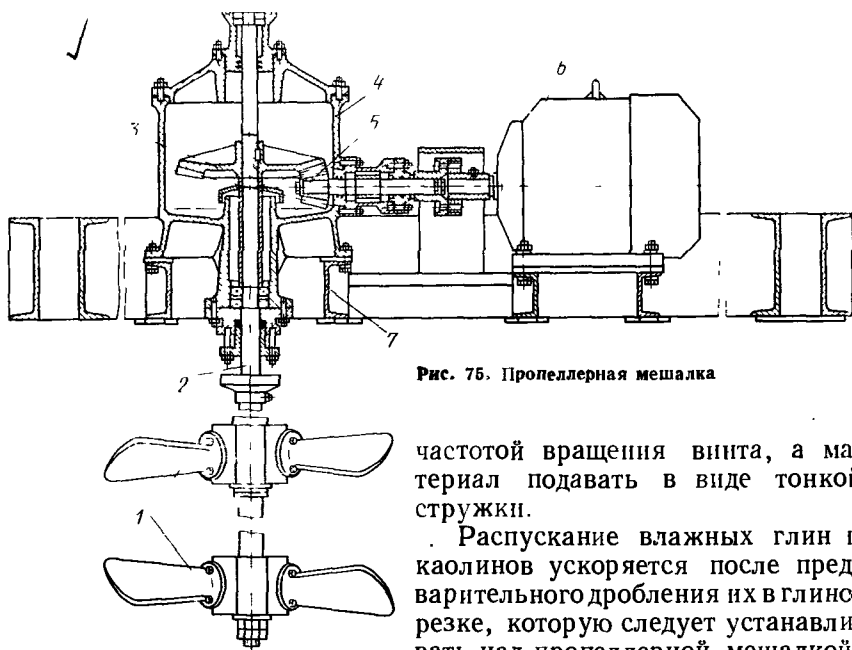


Рис. 75. Пропеллерная мешалка

частотой вращения винта, а материал подавать в виде тонкой стружки.

Распускание влажных глин и каолинов ускоряется после предварительного дробления их в глино-резке, которую следует устанавливать над пропеллерной мешалкой;

при этом тонкая стружка не слипается в комки, а сразу попадает в бурлящую жидкость и быстро размывается водой.

Для перемешивания жидкой массы или глазури в небольших бассейнах применяют переносные винтовые мешалки, закрепляемые в любом положении на стенках резервуара кронштейном с зажимным винтом. Пропеллерные мешалки с диаметром винта 100—300 мм обычно изготовляют с редуктором, смонтированным в корпусе электродвигателя, или с винтом, закрепленным непосредственно на оси электродвигателя.

При проектировании резервуара для винтовых мешалок обычно принимают следующее отношение его диаметра D к высоте H :

$$D = 1,5H.$$

В зависимости от назначения мешалки и диаметра пропеллера частоту вращения последнего принимают равной 150—500 об/мин.

Частоту вращения (об/мин) винта определяют по эмпирической формуле

$$n = 125/D \pm 80,$$

где D — диаметр винта, м.

Мощность (кВт) двигателя

$$N = \frac{k_1 k_2 \gamma F_0}{\eta_1 \eta_2 g \cdot 102} P n_c^3 \cos^4 \beta,$$

где k_1 — коэффициент возврата жидкости, принимаемый равным 0,7—0,8; k_2 — коэффициент сужения сечения потока лопастями

винта, который обычно составляет, в зависимости от конструкции, $0,7-0,8$; γ — удельный вес жидкости, кгс м³; F_0 — ометаемая площадь, равная $\pi D_n^2/4$ (здесь D_n — наружный диаметр винта, м); P — шаг винта, равный $2\pi r \operatorname{tg} \beta$, м (здесь r — радиус винта мешалки, м; β — угол наклона поверхности лопастей винта к плоскости вращения; при переменном угле β принимают его среднее значение в пределах $15-45^\circ$); $\eta_1 = 0,6 \div 0,8$ — коэффициент полезного действия винта; η_2 — коэффициент полезного действия привода; n_c — частота вращения винта, об/мин; $g = 9,8$ м/с² — ускорение свободного падения.

ДИСПЕРГАТОРЫ УДАРНОГО ДЕЙСТВИЯ

Приготовление пресс-порошка из жидкой керамической массы подсушкой в распылительных сушилках в производстве плиток обусловило разработку высокопроизводительного оборудования для диспергирования в воде больших количеств глин и каолинов. Как показали лабораторные и заводские испытания, эффективное распускание глин достигается в машинах с роторами, напоминающими по конструкции роторы молотковых мельниц. В производстве плиток на Волгоградском керамическом, Харьковском плиточном заводах освоены диспергаторы ударного действия трех конструкций (табл. 29).

Агрегат БМ конструкции «Волгоцеммаша» состоит из дробилки (рис. 76) и роторной мельницы-мешалки 3, объединенных в одном корпусе. Роторы имеют индивидуальные клиноременные передачи 2 и 4, что дает возможность подобрать наиболее благоприятные скорости для первой и второй стадий измельчения. Камни и случайные металлические предметы по мере их накопления в специальном кармане удаляются из машины. Глина подается в воронку 5 ленточным питателем, а вода с электролитом дозируется оператором по показаниям амперметра, контролирующего силу тока в электродвигателе привода дробилки 1, в зависимости

от консистенции в ней влажной глинистой массы. Камера дробилки 1 отделяется от камеры мельницы 3 решеткой, через которую суспензия с небольшими кусочками плотной глины проходит в роторную мельницу.

Шликер, выходящий из мельницы, имеет много еще не распутившихся комочков

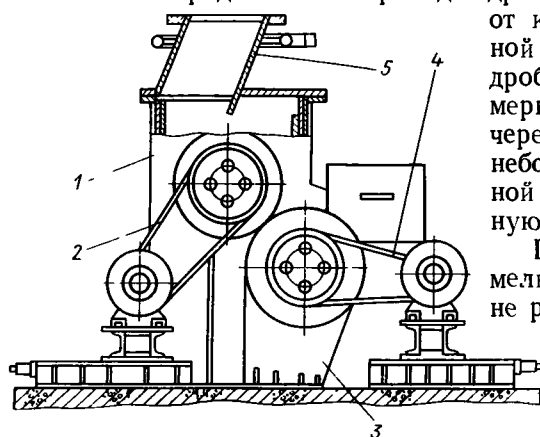


Рис. 76. Диспергатор БМ «Волгоцеммаша»

29. Техническая характеристика диспергаторов ударного действия

Показатели	БМ	ФММ-10М	Конструкция А. С. Слад- кова
Размеры ротора, мм:			
диаметр	850 и 880	600	260
длина	550 и 550	600	2000
Частота вращения ротора, об/мин	480 и 380	700	2500
Мощность привода, кВт:			
установочная	90	125	180
потребляемая	60	92	—
Крупность загружаемых кусков глины, мм	До 160	До 250	—
Производительность по сухой глине при испытаниях, т/ч	3,75	9,5—13,1	20
Габаритные размеры диспергатора, мм:			
длина	4465	2650	3400
ширина	3300	2600	1750
высота	2900	2030	2810
Масса диспергатора, т	7,495	3,17	9,3

глины и неоднороден по влажности, поэтому диспергатор БМ и другие непрерывнодействующие машины подобного типа надо комбинировать с бассейнами, в которых будет завершаться доведение шликера до заданных кондиций по влажности и допустимому максимальному размеру частиц глины. На большинстве заводов бассейны оборудованы пропеллерными мешалками, которые и завершают диспергирование мелких комочков глины. На Волгоградском керамическом заводе влажность готового шликера, направляемого в распылительную сушилку, колеблется в пределах 55,5—56,2%, а плотность 1,36—1,38 г/см³. Остаток твердых частиц кварцевого песка и других минералов на сите № 006 не превышает 2%.

Диспергатор ФММ-10М сконструирован Воронежским инженерно-строительным институтом и испытан на Минском комбинате строительных материалов. Эта машина работает по принципу непрерывной циркуляции воды с дозированным электролитом из бассейна, оборудованного пропеллерными мешалками, через диспергатор и постепенного насыщения суспензии глиной. Из одного бассейна скорректированная по влажности суспензия передается в производство, а второй подключается к машине ФММ-10М (рис. 77).

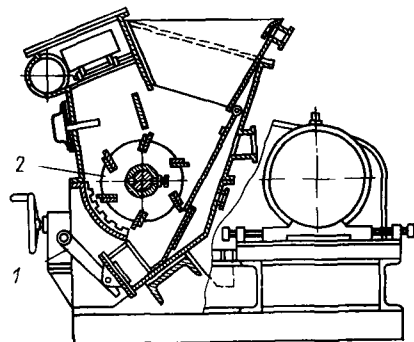


Рис. 77. Диспергатор ФММ-10М

От экспериментальной модели этой машины производствен-

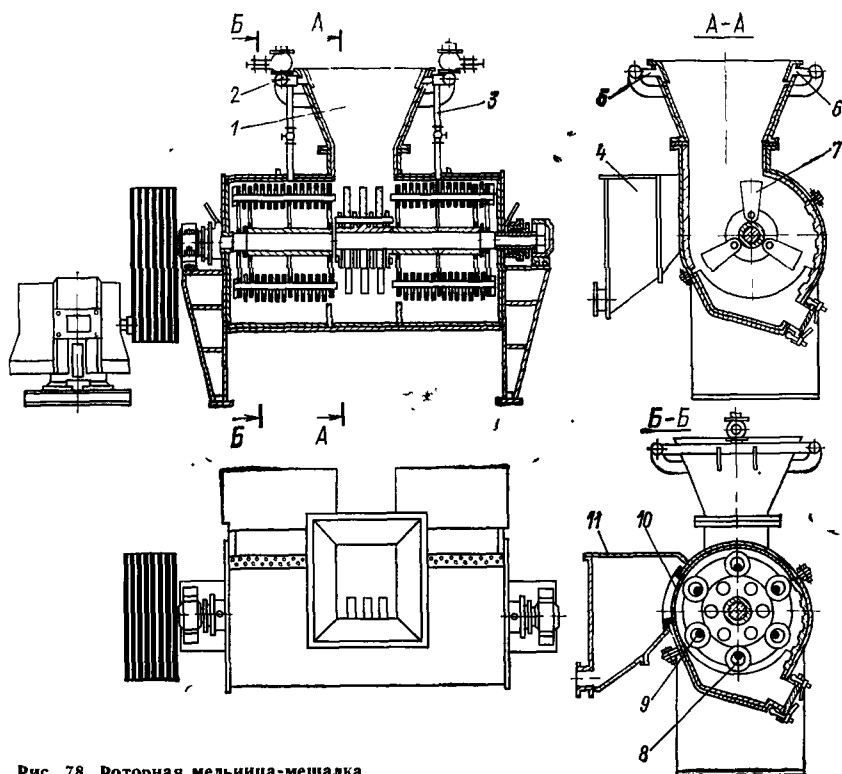


Рис. 78. Роторная мельница-мешалка

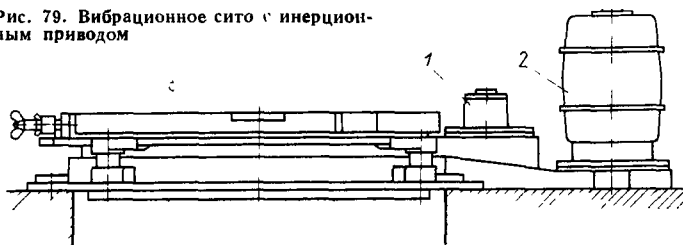
ный агрегат отличается наличием приспособления 1 для удаления недробимых включений, а также предохранительных шпильки для соединения ротора 2 со шкивом привода и конструктивными улучшениями в других узлах машины.

Роторная мельница — мешалка конструкции А. С. Сладкова освоена в производстве облицовочных плиток на Харьковском плиточном заводе. Измельчение глины производится в две стадии: сначала молотками 7 (рис. 78), а затем кольцами 8, свободно насаженными на стержни 9. В окна боковой части разъемного корпуса 11 установлены сита 10, через которые суспензия проходит в бункера 4, а затем на вибросито и в бассейн. Глина загружается через воронку 1, на которой смонтированы коллектор 2 и трубы 5 и 6 для подачи воды в мельницу. Подача воды через перфорированные плиты устраняет налипание глины на стенки загрузочной воронки. Вода может дополнительно поступать в помольные камеры по трубам 3.

ВИБРАЦИОННЫЕ СИТА

Шликеры отошающих и пластичных материалов, приготовленные в шаровых мельницах или лопастных мешалках и других диспергаторах, очищаются от крупных зерен и случайных посторонних

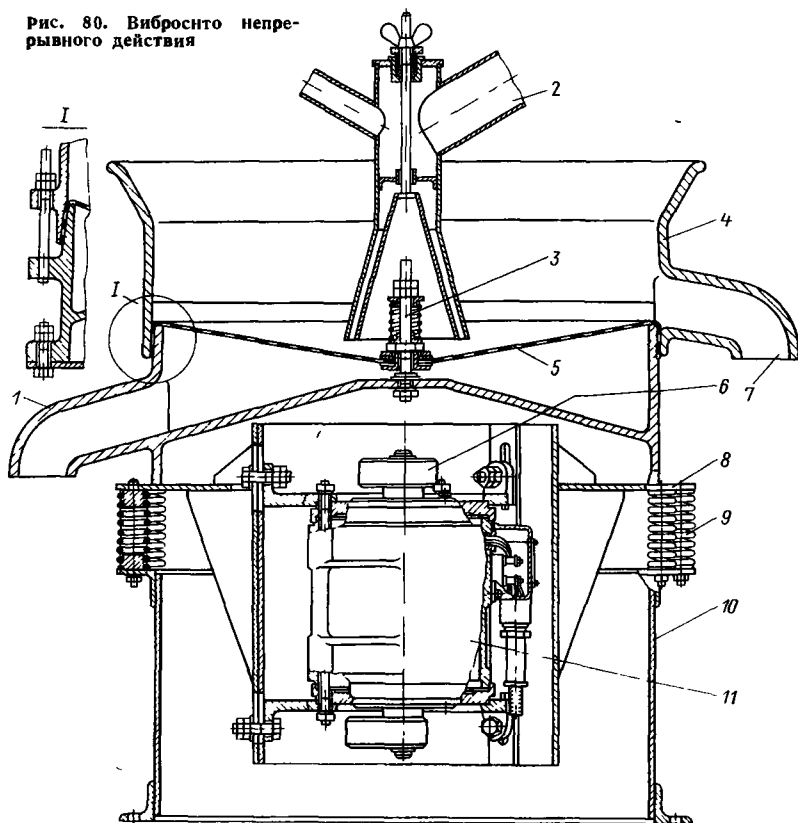
Рис. 79. Вибрационное сито с инерционным приводом



включений. Несложный, но очень важный для обеспечения высокого качества продукции процесс выполняется вибрационными ситами разных конструкций.

Для очистки шликера, получаемого из мельниц и мешалок периодического действия, используют переносные вибрационные сита легких конструкций, а при применении установок непрерывного действия или централизованной очистки — стационарные вибросита.

Рис. 80. Вибросито непрерывного действия



Переносное вибрационное сито с периодической очисткой сетки изготавливают в двух вариантах: с приводом ударного действия и с инерционным вибратором 1 (рис. 79), который смонтирован на раме сита и приводится в движение электродвигателем 2 через клиноременную передачу.

Вибрационное сито СМ-487А предназначено для очистки от крупных зерен тонкодисперсной жидкой керамической массы и глазури. Оно состоит из корпуса 10 (рис. 80), на котором на пружинах 9 установлено собственно сито. Внизу, на вибростоле 8 закреплен вибратор 11 с двумя дебалансами 6, а сверху над кольцевым желобом закреплена при помощи воронки 4 и пружинного натяжного устройства 3 сетка 5. Масса подается на сетку через распределительную трубку 2 и после очистки сливается через патрубок 1. Крупные зерна удаляются с сетки через патрубок 7.

Вибросита отличаются минимальными габаритными размерами по высоте. Для жидких керамических масс и глазури используют сетки 0071, 01, 009, 008.

Диаметр сетки переносного сита и сита СМ-487А составляет соответственно 450 и 500 мм; мощность привода 0,35 и 0,4 кВт; размеры 905 × 700 × 245 и 820 × 640 × 870 мм; масса сит без электродвигателя 36 и 55 кВт.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СЕПАРАТОРЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ЖИДКОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ

При самой тщательной магнитной очистке отошающих материалов после грубого дробления в них еще могут остаться мелкие частицы железа. В шаровых мельницах, работающих по мокрому способу, размолотые материалы иногда загрязняются от случайно попавших металлических предметов. При распускании глин в мешалках и смешивании их с отошающими материалами также возможно загрязнение жидкой массы железными частицами.

Для окончательной контрольной очистки жидкой массы от железа используют электромагниты, которые устанавливают обычно между шаровыми мельницами или мешалками и сборниками массы. Электромагнитные сепараторы (табл. 30), применяемые для очистки влажных керамических масс и глазури, рассчитаны на извлечение небольших количеств железа, так как большое содержание последнего в массе говорит о ненормальной работе цеха или же о загрязненном и непригодном для производства сырье. В таких случаях даже очень совершенные электромагниты не смогут задержать всех железных частиц, и продукция будет покрыта темными пятнами («мушкой»).

При использовании аппаратуры периодического действия применяют переносные электромагнитные сепараторы с периодической очисткой их от извлеченных из массы частиц железа. Для очистки

30. Техническая характеристика электромагнитных сепараторов

Показатели	Лотко- вый ЕО-600-5	Феррофилтр		
		41	261	471
Потребляемая мощность, кВт	0,45	0,40	0,50	0,80
Производительность, л/ч	450	500	2500	5000
Габаритные размеры, мм:				
длина	1340	—	—	—
ширина	794	—	—	—
высота	920	520	718	1070
Масса, кг	381 *	57	100	370

* Без приборного шкафа.

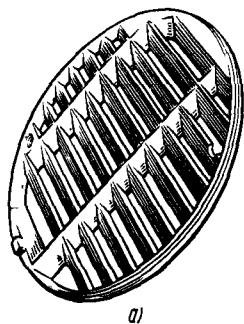
жидкой массы, поступающей из непрерывнодействующих мешалок, целесообразно использовать и непрерывнодействующие электромагниты с автоматической разгрузкой выделяемых из массы частиц железа.

Катушки переносного гребенчатого электромагнитного сепаратора периодического действия закрыты герметичным ящиком. К полюсам электромагнита прикреплены полюсные наконечники в виде частых железных гребенок. Электромагнит установлен в наклонном лотке, по которому самотеком проходит масса. Протекая через частые гребенки, масса разбивается на мелкие струи, омывающие со всех сторон магнитные стержни, к которым притягиваются железные частицы.

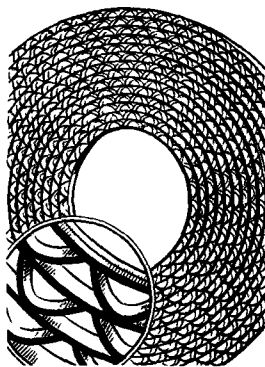
Для очистки электромагнита от железа необходимо предварительно вынуть его из спускного лотка и лишь после этого отключить источник тока, в противном случае частицы железа опять попадут в массу в сконцентрированном виде. Загрязнение массы частицами железа при отключении источника тока устраняется откидным предохранительным мостиком, удерживаемым в горизонтальном положении электромагнитом. При этом прекращение подачи тока повлечет за собой опускание мостика, выливание загрязненной железными частицами массы в специальный бак и прекращение ее подачи в общий сборник.

Для увеличения контактной поверхности в электромагнитных переносных сепараторах применяют решетчатую насадку, собираемую из литых (рис. 81, а) или изготовленных контактной сваркой решетчатых пластин (рис. 81, б).

Электромагнитный сепаратор с такой насадкой (феррофилтр) компактен по конструкции и выполняется как с нижней подачей массы и отводом по трубам (рис. 82, а), так и с верхней подачей массы через воронку 2 и сливом ее через лоток 1 (рис. 82, б). Сепаратор имеет специальный клапан 3, перекрывающий подачу массы при выключении тока в катушке 4 электромагнита, чем

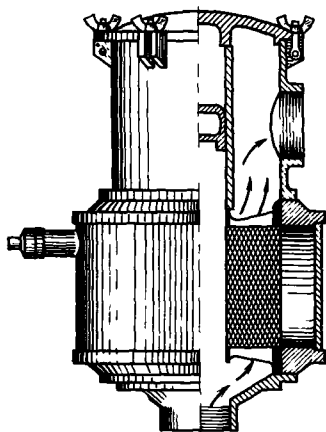


а)

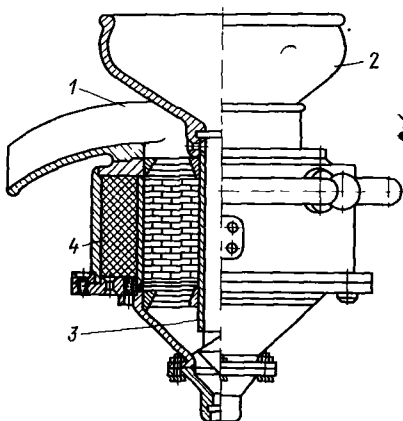


б)

Рис. 81. Решетчатые пластины электромагнитных сепараторов для очистки жидкой массы



а)



б)

Рис. 82. Феррофильтры

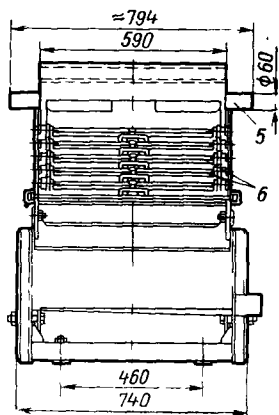
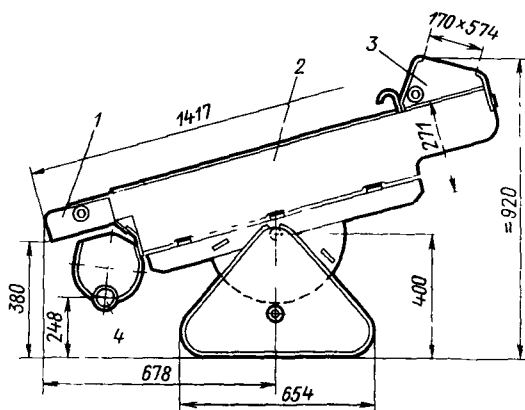


Рис. 83. Электромагнитный лотковый сепаратор

исключается подача выделенного железа обратно в массу через лоток 1.

Сепаратор лоткового типа состоит из наклонного лотка 2 (рис. 83) с каскадом из полюсных башмаков пяти пар электромагнитов 6. Над полюсными башмаками размещены чугунные поворотные пластины для усиления магнитного поля у зигзагообразно проникающей массы. Масса или глазурь, подаваемые через патрубок 5 в распределительное устройство 3, равномерно омывают полюсные башмаки и сливаются через предохранительный откидной желоб 1 и патрубок 4 в сборник очищенной массы. При отключении источника тока откидной желоб 1, удерживаемый последней парой электромагнитов в горизонтальном положении, поворачивается противовесом в вертикальное положение, и неочищенная масса отводится в резервный резервуар. Наклон пластин можно изменять в соответствии с вязкостью очищаемой массы поворотом вокруг оси в пределах 10—35°.

МАШИНЫ И МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЛАСТИЧНОЙ И ПОРОШКООБРАЗНОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЛИНИИ И СХЕМЫ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЛАСТИЧНОЙ ТОНКОКЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ

Тонкокерамические массы должны удовлетворять более жестким требованиям в отношении однородности и формовочных свойств, чем массы, применяемые для формования грубой керамики. В процессе обработки масса не должна загрязняться частицами железа, дающими на белых изделиях темные пятна. Масса должна обладать высокой пластичностью и выпускаться из машин в форме цилиндров, брусьев или пластов, имеющих конфигурацию и размеры, соответствующие формуемым изделиям. Пластичную формовочную массу получают из жидкой (шликера) путем удаления части воды в фильтр-прессах.

После фильтр-прессования получается пластичная масса с неравномерным содержанием воды и отошающих материалов. Неравномерность ее состава устраняется обработкой в массомялках, где влажность массы доводится до 19—24% в зависимости от условий формования изделий.

Керамические массы содержат около 5% воздуха, который распределяется с большей или меньшей равномерностью, в зависимости от применяемого метода обработки. Воздушные включения в керамической массе повышают пористость изделий и резко снижают механическую прочность, химическую стойкость и диэлектрические показатели, поэтому удаление воздушных включений является важной задачей, которую надо решать при обработке массы в вакуумных массомялках.

Пластичную вакуумированную массу в производстве технического и хозяйственного фарфора готовят по схеме, показанной на рис. 2, на механизированных линиях, оборудованных современными машинами с широким использованием мощных насосных установок и высокопроизводительных вакуумных массомялок. Компоновка линий связана со структурой смежных отделений массозаготовительного и формовочного цехов.

Одна из линий реконструированного завода фарфоровых изоляторов, типичная и для большинства заводов хозяйственного фарфора, объединяет отделение тонкого помола отошающих мате-

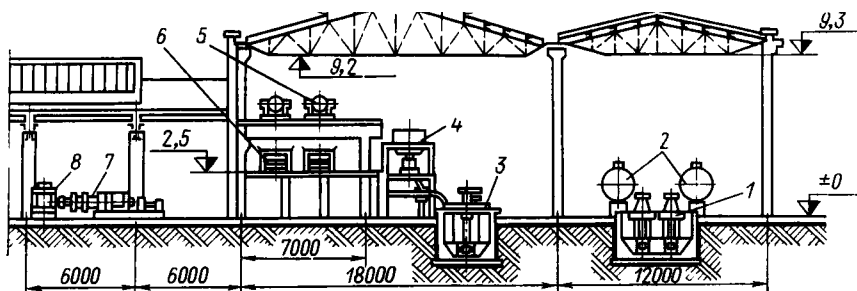


Рис. 84. Технологическая схема механизированной линии для приготовления пластичной массы

риалов, включающее шаровые мельницы 2 (рис. 84) и пропеллерные мешалки 1 для приготовления жидкой массы, с отделением вакуумных массоялок. Жидкая масса подается мембранными или героторными насосами в сборники 3 фильтр-прессового отделения. Из сборников масса нагнетается мембранными насосами 4 высокого давления в фильтр-прессы 5 периодического действия. Большим недостатком этих фильтр-прессов является трудоемкая разгрузка пластов массы на ленточные конвейеры 6, связанные с конвейерами, подающими массу в вакуумную массоялку 7. Вакуумированная масса разрезается автоматом на цилиндры и подается конвейером 8 в формовочный цех.

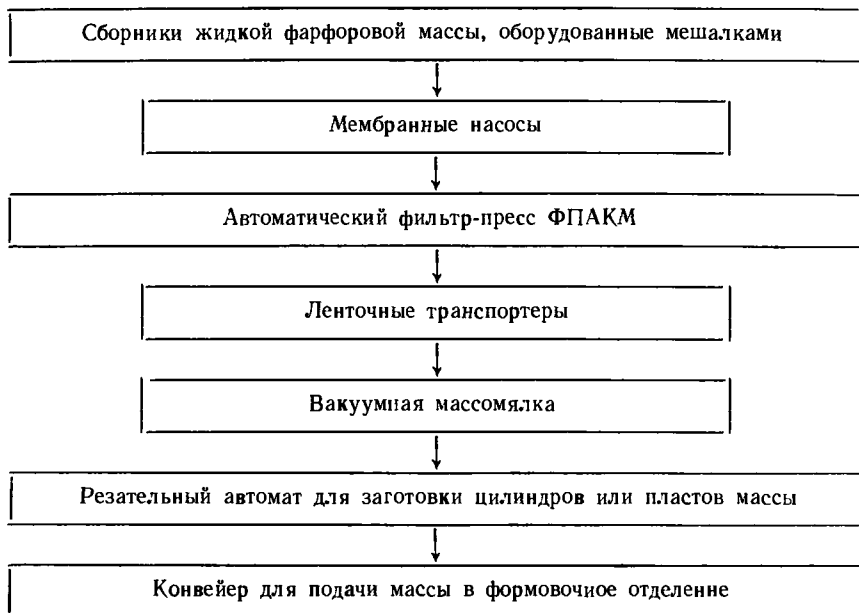


Рис. 85. Автоматическая линия для приготовления пластичной массы

Ручной труд при разгрузке фильтр-прессов периодического действия полностью устранен в результате установки автоматических фильтр-прессов ФПАКМ на Дмитровском фарфоровом и пока еще на немногих других заводах. Освоение серийного выпуска этих прессов на заводе химического машиностроения «Прогресс» (г. Бердичев) превратило механизированные линии по заготовке пластичной массы в автоматические (рис. 85).

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЛАСТИЧНОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ

КАМЕРНЫЕ ФИЛЬТР-ПРЕССЫ

Камерный фильтр-пресс состоит из трех 1, 2 и 5 (рис. 86) стоек, связанных круглыми балками 3 и поддерживающих комплект чугунных круглых щитов 4, обтянутых фильтровальным полотном, и гидравлического устройства 6 для сжатия щитов перед нагнетанием жидкой массы.

Щиты 1 фильтр-прессов (рис. 87) имеют рифленую поверхность 4 и утолщенные края 3, при смыкании которых между двумя щитами образуется камера 2, ограниченная полотном 7. В центре каждого щита имеется отверстие, в которое вставляются две специальные нарезные шайбы 6 для герметичного соединения полотна с центральной частью щита, а у края паз для резиновой прокладки 5.

Через центральные каналы все камеры сообщаются с трубопроводом насоса, подающего массу в фильтр-пресс. Вода, проходящая под давлением через фильтрующий слой и полотно, стекает по каналам щита в бетонированное корыто и затем в специальные сборники для отделения уноса керамической массы. В современных конструкциях щиты фильтр-пресса для герметичного уплотнения сжимаются гидравлическим устройством, которое состоит из цилиндра, поршня и уплотняющих манжет. Вода подается в цилиндр под давлением до 150 кгс/см^2 специальным насосом, а при большом количестве фильтр-прессов — общей насосной установкой. Под давлением воды поршень выдвигается из цилиндра и

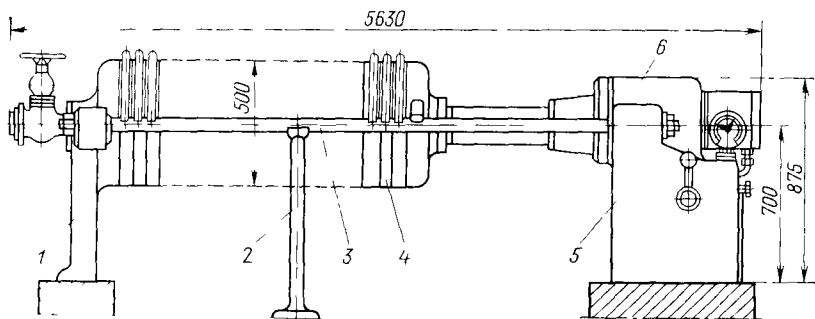
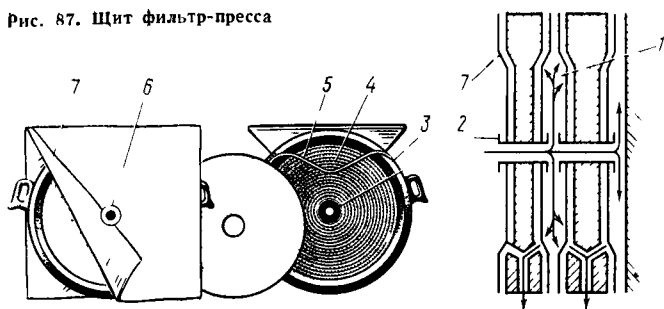


Рис. 86. Камерный фильтр-пресс

Рис. 87. Щит фильтр-пресса



сжимает щиты фильтр-пресса, создавая между ними и прокладками из фильтр-прессового полотна достаточное уплотнение.

Наиболее выгодный диаметр щитов 800 мм. При большем диаметре (1000 мм) увеличивается расслоение массы (более крупные частицы отоходящих материалов под влиянием собственного веса располагаются в нижней части пласта в больших количествах, чем в верхней). Усложняются также ручная сборка и разборка тяжелых щитов. Кроме того, из-за удара тяжелых щитов при сборке часто пробивается расположенное между ними полотно, так как соразмерить движение больших щитов труднее, чем 800-миллиметровых. Все это привело к тому, что фильтр-прессы с диаметром щитов 1000 мм не нашли широкого применения.

Толщина пласта отпрессованной массы определяется разницей толщин щита по окружности и в центре и обычно выбирается в пределах 20 — 30 мм в зависимости от плотности получаемого осадка, его сопротивления фильтрации и обусловленных этим размеров рам.

Производительность фильтр-прессов определяется конструктивными размерами (количеством и размером щитов), а также продолжительностью фильтр-прессования, зависящей от свойств фильтруемой жидкой массы и давления.

Продолжительность фильтр-прессования до средней конечной влажности керамической массы около 25% колеблется в зависимости от плотности получаемого осадка в следующих пределах:

Масса	Каолин	Фарфоровая	Фаянсовая
Продолжительность фильтр-прессова- ния, ч	0,75—1	1,5—2	2,5—3

Фильтр-прессы разгружают от готовой массы вручную путем раздвигания щитов, отделения пластов массы от фильтровальной ткани и сбрасывания их на транспортер или платформу вагонетки, подведенной под щиты через П-образную опору фильтр-пресса.

Техническая характеристика фильтр-прессов приведена в табл. 31.

Несмотря на конструктивные улучшения, рамные фильтр-прессы имеют ряд недостатков: вынужденный простой во время разгрузки и сборки щитов, трудоемкость и тяжелые условия

31. Техническая характеристика фильтр-прессов

Показатели	Модель завода				
	«Прогресс» (г. Бердичев)			«Thuringia» (ГДР)	
	1	2	3	K/(FPRY)/800	K/(FPRY)/500
Диаметр щита, мм . . .	500	800	800	800	500
Количество камер . . .	50	50	80	60	50
Вместимость (л) прессы при толщине шлама, мм:					
20	138	450	750	485	155
25	172	520	830	—	—
30	205	630	1010	730	229
Масса машины, кг . . .	2550	6700	9900	4200	—
Габаритные размеры, мм:					
длина	4000	4580	6130	5630	3435
ширина	—	1850	1850	1000	—
высота	—	1230	1330	1000	875

обслуживания, большой износ полотна из-за ударов при сборке щитов и неравномерного натяжения в процессе фильтр-прессования.

Камерный автоматический фильтр-пресс ФПАКМ, разработанный УкрНИИХИММашем, предназначен для фильтрации разных суспензий с концентрацией твердой фазы до 400 г/л при условии, что суспензия транспортабельна по трубам диаметром 36 мм и имеет температуру не выше 60°С.

Фильтр-пресс ФПАКМ является модернизированной моделью автомата и состоит, как и предшествующая модель ФПАК, из набора горизонтально расположенных фильтрующих плит.

Весь набор фильтрующих плит 6 (рис. 88) заключен между опорной плитой 10 и нижней плитой 14, которая рычажным механизмом 13 поднимается вверх и сжимает фильтрующие плиты 6 перед подачей жидкой массы.

Фильтрующая ткань 7, протянутая между плитами зигзагообразной замкнутой лентой, огибает ролики 4 и натягивается тяжкими роликами 8. Ткань перемещается роликами привода 1. У роликов 4 установлены ножи 5, снимающие основную часть осадка. Сходящая ветвь ткани проходит в камеру 2, в которой ткань очищается от оставшегося осадка и промывается водой. Привод передвижения фильтрующей ткани и камера очистки расположены на общей плите 15 фильтр-пресса.

Направляющие ролики 3 устраняют смещение очищенной ленты 7 при прохождении ее между фильтрующими плитами 6.

Жидкая масса подается насосом через коллектор (12, 11) и автоматические клапаны в полости между фильтрующими плитами. Фильтр-прессование происходит в расположенных один над другим блоках по принципиальной схеме последовательности автоматически выполняемых операций.

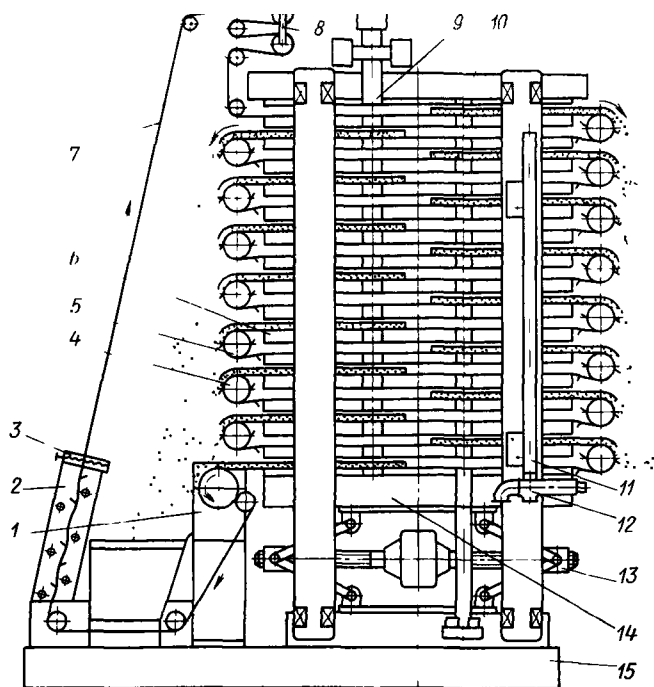


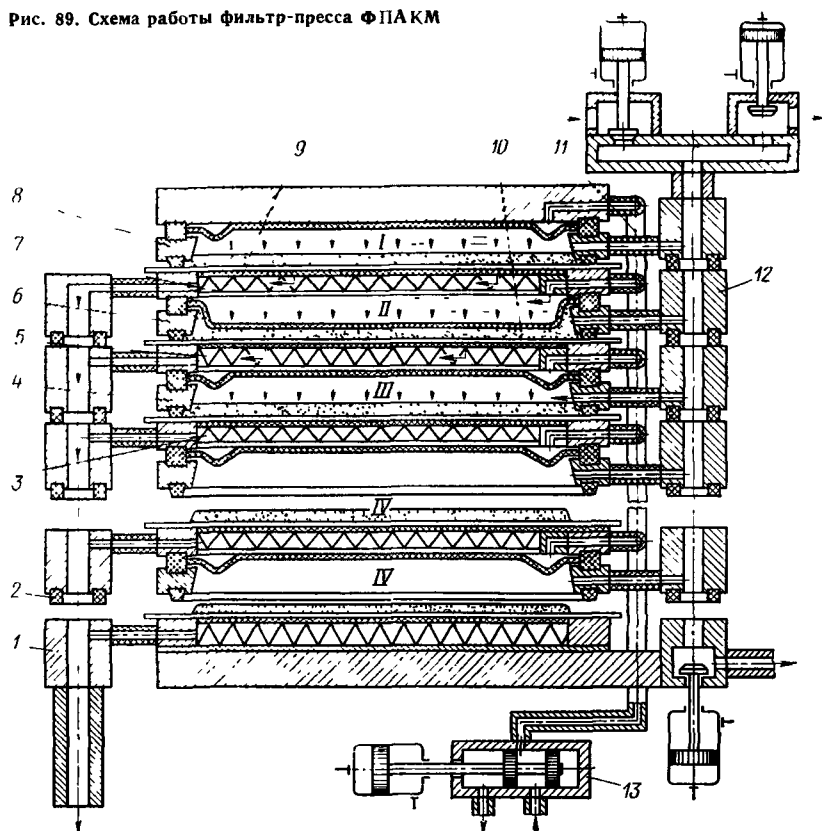
Рис. 88. Устройство автоматического фильтр-пресса ФПАКМ

Полости для подачи и фильтрации жидкой массы образуются рамками (плитами) 4, 6, 8 (рис. 89).

Камера фильтрации имеет дренажное днище 9, на которое настиляется перемещающаяся фильтровальная ткань, и перекрывается резиновой диафрагмой 10. Последняя служит для передачи давления воды, нагнетаемой насосом 13 через коллектор 11. Жидкая масса подается через коллектор 12 под диафрагму 10, затем в полость над диафрагмой поступает вода, давлением которой на диафрагму и обеспечивается фильтр-прессование. Проходящий через ткань фильтрат собирается в камерах 3, 5, 7 и удаляется через коллектор 1. Коллекторы 12 и 11 образуются соединением их звеньев на резиновых прокладках 2 одновременно с подъемом и сжатием фильтрующих плит 4, 6, 8. В первой стадии процесса (позиция I) жидкая масса подается в камеру плиты 8. Фильтрат проходит через ткань в камеру 7.

Во второй стадии (позиция II) образовавшийся на ткани осадок отжимается через резиновую диафрагму водой, которая подается насосом 13 через коллектор 11. В третьей стадии (позиция III) прекращается подача воды в камеру плиты 4, упругая диафрагма возвращается в исходное верхнее положение, вытесняя воду через открытый в этот период коллектор 1. Далее плиты раздвигаются и между ними образуется зазор, через который

Рис. 89. Схема работы фильтр-пресса ФПАКМ



пласты отпрессованной пластичной массы перемещаются вправо и влево за пределы фильтрующих камер (позиция IV). Масса, срезанная ножами, подается ленточными транспортерами в вакуумные массоямки.

УкрНИИХИММашем разработан ряд типоразмеров автоматических фильтр-прессов ФПАКМ, техническая характеристика которых приведена в табл. 32.

32. Техническая характеристика фильтр-прессов ФПАКМ

Показатели	ФПАКМ 2,2	ФПАКМ 5	ФПАКМ 10	ФПАКМ 25
Площадь фильтрующей поверхности фильтр-пресса, м ²	2,5	5	10	25
Количество плит	6	6	12	16
Суммарная мощность электродвигателей, кВт	17,5	23	23	35

Показатели	ФПАКМ 2,2	ФПАКМ 5	ФПАКМ 10	ФПАКМ 25
Длина фильтровальной ткани, м . . .	17	20	35	50
Давление фильтрации, МПа	—	До 1,5	—	—
Рабочее давление отжима осадка дна-фрагмой, МПа	—	До 1,2	—	—
Максимальная толщина фильтруемого слоя, мм	35	35	35	35
Масса фильтр-пресса в комплекте, т	8,5	11,5	13,6	18
Габаритные размеры, мм:				
длина	2825	3375	3375	3770
ширина	1690	2000	2000	2155
высота	2725	2778	3525	4200

МЕМБРАННЫЕ НАСОСЫ

Для подачи жидкой керамической массы в фильтр-прессы применяют специальные мембранные насосы, приспособленные для нагнетания абразивных суспензий под давлением до 15—20 ат. Мембранный насос имеет цилиндр 17 (рис. 90) и поршень 14, который при помощи шатуна 6 и кривошипа 5 совершает возвратно-поступательное движение вверх и вниз. Цилиндр насоса, наполненный водой, вверху уплотняется вместе с поршнем сальниковой набивкой 16, прижимаемой грундбуксой 15. С полостью цилиндра 17 сообщаются водяной бак 10 с регулирующими клапанами 11 и 12 и камера 18 с резиновой гибкой мембраной 19 и клапанной коробкой. В коробке 2 имеются всасывающий 1 и нагнетательный 3 клапаны. Воздушный резервуар 4 выравнивает давление подачи насоса при возвратно-поступательном движении поршня.

При подъеме поршня 14 образуется вакуум, керамическая масса под действием атмосферного давления поднимает клапан 1 и проходит в камеру 18, отгибая мембрану 19 вправо. При этом вода, находившаяся в камере 18 вправо от мембраны, перемещается в полость цилиндра насоса. При движении поршня вниз вода из цилинд-

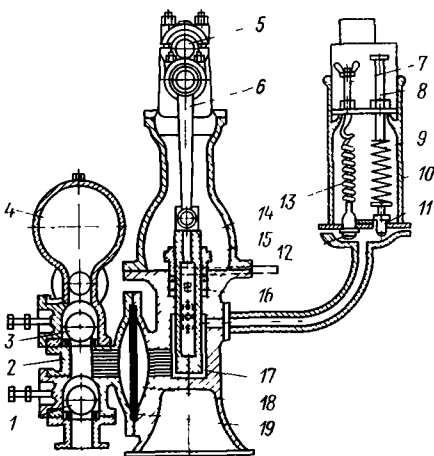


Рис. 90. Мембранный насос

ра 17 вытесняется в камеру 18, отжимает мембрану 19 влево и подает керамическую массу через нагнетательный клапан 3, компенсационный резервуар 4 и трубопровод в фильтр-прессы или другие установки.

Работа мембранного насоса регулируется клапанами 11 и 12, при помощи которых бак 10 сообщается с цилиндром насоса. Клапан 11, прижимаемый пружиной 9, поднимается вверх и выпускает воду из цилиндра в бак, когда давление под поршнем, а следовательно, и в нагнетательном массопроводе превысит нормальное для данного периода фильтрации. Давление насоса можно регулировать в широких пределах поджатием пружины 9 винтом 8.

Когда сопротивление фильтрующего слоя в фильтр-прессах с увеличением его толщины возрастает, давление в насосе поднимается выше допустимого, и вода из цилиндра вытесняется через клапан 11 в водяной бак. Кроме того, вода понемногу просачивается через сальниковую набивку 16. Количество воды в цилиндре 17 уменьшается, и в дальнейшем поршень 14 проходит бы часть пути без вытеснения воды в мембранную камеру с соответствующим снижением производительности. Пополнение воды в цилиндре насоса производится из бака 10 через клапан 12, открывающийся вниз и удерживаемый в верхнем перекрывающем положении пружиной 13. Натяжение последней регулируется винтом 7.

В массозаготовительных цехах заводов тонкой керамики применяют преимущественно двухцилиндровые мембранные насосы (табл. 33) разных конструкций, в которых путем использования пустотелой станины получена компактная компоновка основных узлов, и закрытые конструктивные варианты мембранных насосов. Конструкции мембранного насоса, в котором коленчатый вал 3 (рис. 91) вместе с редуктором 2 и фланцевым мотором 1 смонтированы в закрытом картере и установлены на коробчатой станине 4 насоса, разработаны в разных вариантах. Для большей компактности нагнетательный клапан 5 насоса и компенсационный воз-

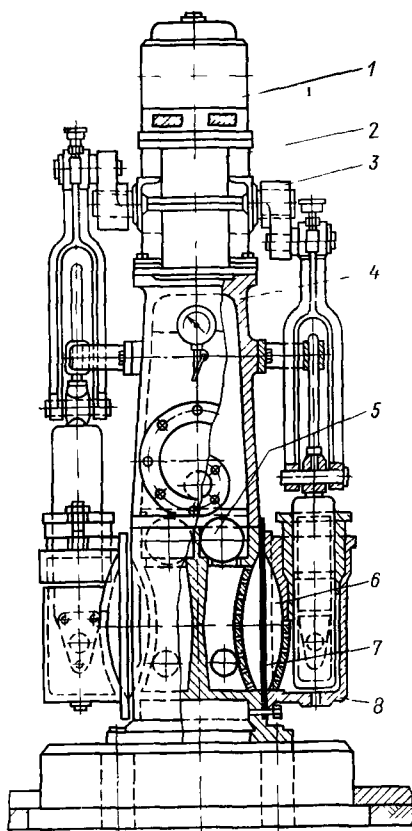


Рис. 91. Двухцилиндровый мембранный насос закрытого типа

33. Техническая характеристика мембранных насосов

Показатели	ДПМ-8/15 2MGD 7,5/16	2MGD 7,1/20	К/РиМ 8
Диаметр поршня, мм	100/125	120	80
Ход поршня, мм	210	210	250
Число ходов поршня в минуту	51	35	—
Потребная мощность, кВт	7,5	7,5	5,1
Расход, м ³ /ч	7,5	7,1	1,8
Габаритные размеры, мм:			
длина	1650	1650	1080
ширина	1400	1400	1150
высота	1700	1700	2000
Масса комплекта, кг	1600	1600	—

душный резервуар размещены в пустотелой станине 4, а камеры 6, в которых расположены резиновые мембраны 7, образованы стенками станины и фланцем цилиндра 8 путем их герметичного соединения.

ЧЕРВЯЧНЫЕ НАСОСЫ

Керамическую массу транспортируют на современных заводах тонкой керамики компактными червячными (героторными) насосами (табл. 34).

Насос состоит из статора 1 (рис. 92), внутренняя поверхность которого представляет собой двухзаходную винтовую полость, и

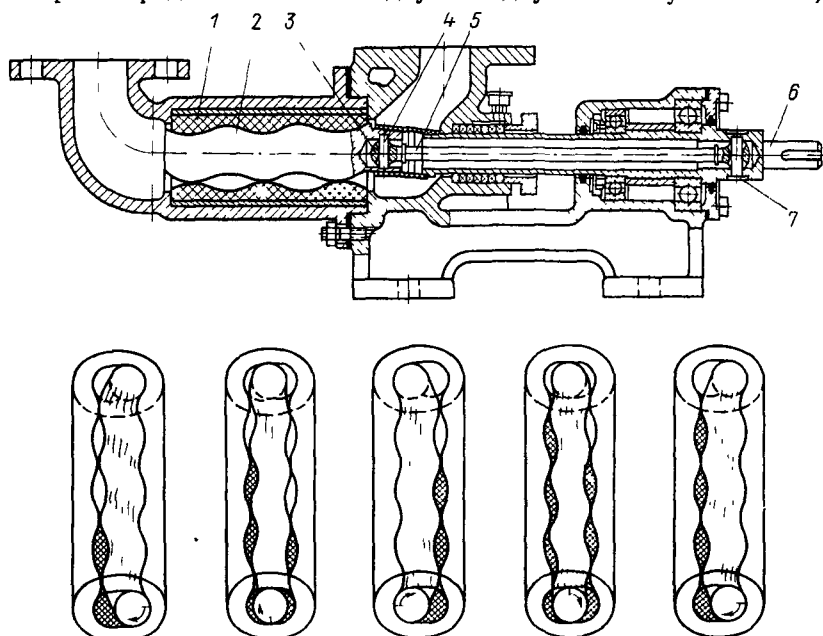


Рис. 92. Червячный насос

ротора 2. Статор футерован износостойчивой резиной, ротор выполнен в виде однозаходного винта (червяка) из износостойчивой стали с шагом вдвое меньшим, чем шаг статора. При вращении ротора между его поверхностью и поверхностью статора образуются полости, в которые засасывается жидкая масса, затем она нагнетается вдоль винта в последующие полости.

Вал 6 насоса соединен непосредственно с валом электродвигателя. С помощью звена 5, заканчивающегося головкой 3, и шарнирных соединений 4 и 7 вал 6 соединен с ротором 2.

Отдельные фазы работы насоса за один оборот ротора показаны на рисунке в разных его положениях.

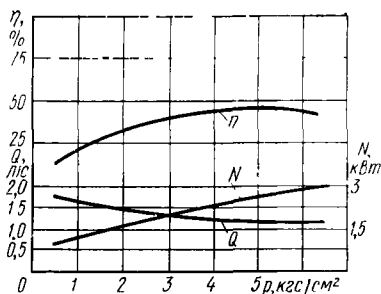


Рис. 93. Зависимость показателей работы червячного насоса от давления подаваемой жидкости

34. Техническая характеристика червячных насосов

Показатели	Модели зарубежных заводов *			Модели отечественных заводов		
	I	II	IV	1В6/5	1В20/5	1В20/10
Подача, м³ ч	0,57	2,2—4,5	12,6—3	5	16	16
Частота вращения ротора, об/мин	470—1140	560—1140	375—1140	1430	1430	1430
Масса насоса, кг	12	56	280	130	206	240
Габаритные размеры, мм:						
длина	500	875	1550	1379	1510	1857
ширина	—	—	—	410	450	470
высота	150	190	415	370	535	485

* По данным каталога «Robbins e Myers, Inc» (США)

Червячные насосы имеют простую и надежную конструкцию и обеспечивают плавную подачу керамической массы. Направление подачи массы или воды при промывке труб изменяется реверсированием электродвигателя при переключении фаз.

В зависимости от размеров червячных насосов их подача составляет 10—500 л/мин. Давление в зависимости от конструкции и частоты вращения ротора изменяется от 1,4 до 10 кгс/см². Потребная мощность N двигателя и подача Q червячных насосов, а также их КПД η зависят от давления p в сети, питаемой насосами (рис. 93).

✓ ВАКУУМНЫЕ МАССОМЯЛКИ И ПРЕССЫ

→ Приготовление пластичной формовочной массы завершается ее гомогенизацией, вакуумированием и уплотнением в шнековых массомялках. Из массомялок масса выходит в виде круглого или пря-

Показатели	K/stsv 200	K/stsv 350	K/stsv 250	«Potter»	«Ceramic»	«Parselain»
Диаметр цилиндра, мм	200	350	250	250	200	150
Пропускная способность, т/ч	1—2	10—14	4—5	5—9	2—4	1
Мощность привода, кВт	8,5	55	17,5	11—15	6—7	2—4
Масса вакуумной массомялки без вакуум-насоса, кг	1000	6200	3200	4750	2700	2000
Габаритные размеры, мм:						
длина	2265	6500	4500	6400	5050	4100
ширина	1170	950	700	900	850	500
высота	910	1750	1300	1000	900	700

моугольного бруса, разрезаемого на заготовки, из которых затем на станках, полуавтоматах и автоматах формуют изделия разнообразной, иногда довольно сложной формы.

Наиболее современные машины — вакуумные шнековые массомялки, дающие однородную и плотную массу с минимальным включением равномерно распределенного воздуха.

Одновальные вакуумные массомялки (табл. 35) применяют преимущественно для приготовления фарфоровых, фаянсовых и других пластичных масс с влажностью 20—25%. При обработке масс с пониженной влажностью используют более мощные двухвальные вакуумные массомялки.

Одновальная вакуумная массомялка имеет вал 5 (рис. 94) с винтовыми лопастями, предназначенными для подготовки и подачи массы через решетку 4 в вакуум-камеру 3, и закрепленный на том же валу шнек 2 для уплотнения вакуумированной массы и выдачи ее из мундштука 1 в виде бруса заданного сечения. Шнек

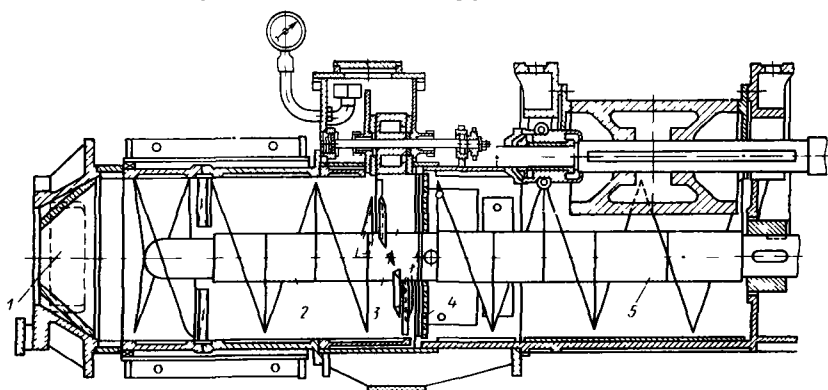


Рис. 94. Одновальная вакуумная массомялка

и вакуум-камера расположены на одной оси, благодаря чему машина компактна. Однако при такой конструкции размеры вакуум-камеры получаются небольшими и, кроме того, трудно отрегулировать подачу массы в вакуум-камеру при резком изменении размеров и формы выпускаемого из мундштука бруса.

Одновальные массомялки дают удовлетворительно вакуумированную массу. Изготавливают их разных размеров с диаметрами цилиндров 250—500 мм; производительность массомялок 2—10 т/ч фарфоровой и фаянсовой массы при потребной мощности 6—25 кВт.

В одновальных массомялках и вакуум-прессах легко поддерживается вакуум, так как в них нет уплотнений вращающихся шнековых валов, сквозь которые при износе может засасываться воздух. Уплотнение же при подаче массы через решетку 4 в вакуум-камеру 3 и у выхода ее из мундштука 1 обеспечивается непрерывной подачей уплотненной массы винтовыми лопастями шнеков.

Существенными недостатками массомялок, работающих по описанной схеме, являются малые размеры вакуум-камеры и наличие решетки, через которую масса для разделения на тонкие жгуты продавливается шнеком в вакуум-камеру. Решетка засоряется волокнами; чистка ее, даже при разъемной конструкции, усложняет обслуживание массомялки. Эти недостатки послужили основной причиной замены в производстве тонкой керамики одновальных массомялок двухвальными, у которых шнеки расположены на разных уровнях. При таком положении основных механизмов массомялки можно увеличить размеры вакуум-камеры, удлинить период вакуумирования и регулировать работу машины в широких пределах применительно к требованиям разных производств керамики.

Двухвальные вакуумные массомялки обеспечивают широкий диапазон регулирования подачи массы в вакуум-камеру и производительности прессующего шнека, благодаря чему их можно использовать при обработке керамических масс разного состава: фарфоровых, фаянсовых, стеатитовых и других, отличающихся разной влажностью и пластичностью.

Тонкокерамические массы, прошедшие обработку в шаровых мельницах и выпускаемые из фильтр-прессов в виде пластов толщиной 25—30 мм, не нуждаются в длительном перемешивании и увлажнении, поэтому в производстве изоляторов, фарфоровой посуды и других тонкокерамических изделий применяют массомялки с короткими шнековыми мешалками.

Основными частями массомялки являются вал 3 (рис. 95) с винтовым шнеком 5, вакуум-камера 8, винтовой шнек 18 для формирования бруса, электродвигатель 2, клиноременная передача 1 с фрикционной муфтой и редуктор 19 для привода массомялки. В крыте 4 вращается вал 3, на который насажены винтовые лопасти и коническая винтовая насадка 6, выжимающая массу через кольцевую обойму 7 в вакуум-камеру 8. В камере установлен реза-

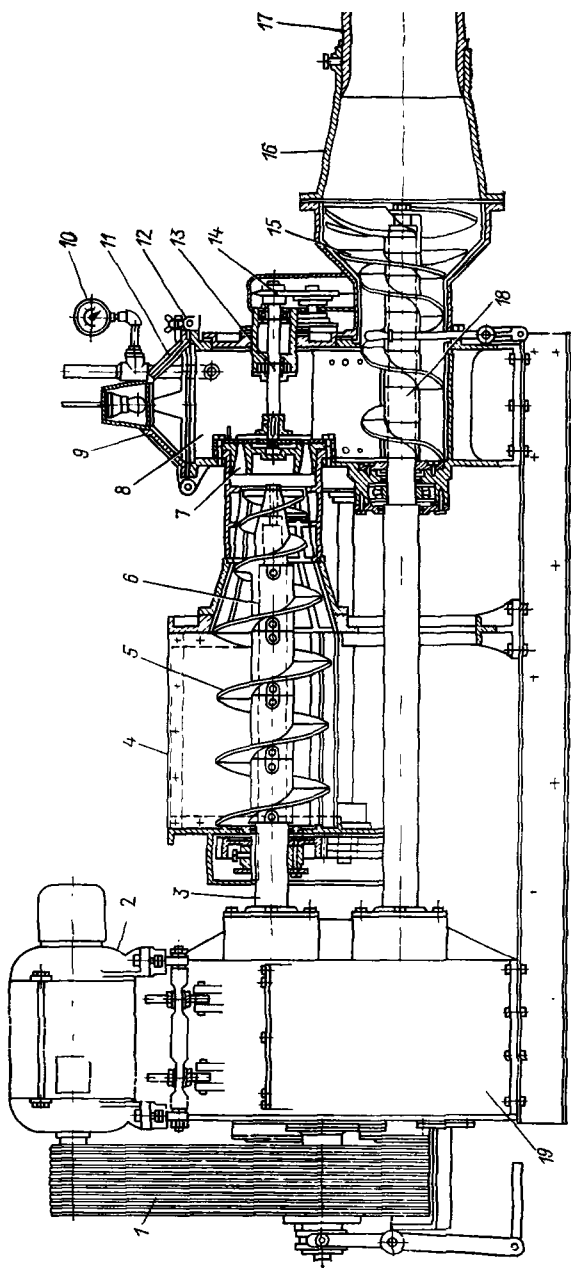


Рис. 95. Двухвальная вакуумная массомылка

тельный аппарат. На вращающемся валу 13 аппарата расположена втулка, в которой закреплены ножи, разрезающие массу при подаче ее в вакуум-камеру на тонкие ленты. Резательный механизм приводится через основной редуктор, выходящий из него вал и цепную передачу 14.

Масса, разрезанная на ленты, подвергается вакуумированию в камере 8. Для наблюдения за обработкой массы и работой резательного аппарата в крышке 9 вакуум-камеры имеются смотровые стекла 11 и манометр 10. В закрытом состоянии крышка уплотнена резиновым жгутом и затянута откидным барашком 12. Вакуумированная масса захватывается и выдавливается шнеком 18 через мундштук 17.

Данную массомялку применяют тогда, когда при небольшой производительности машины и, следовательно, небольшом диаметре прессующего винта требуется изготовить цилиндр или брус больших сечений. Для этого предусмотрена переходная головка 16 с винтовыми лопастями 15. Необходимое уплотнение массы достигается установкой дополнительных насадок перед мундштуком 17.

Описанные массомялки по сравнению с другими вакуумными массомялками имеют существенное преимущество: регулирование толщины ленты массы, поступающей в вакуум-камеру, изменением частоты вращения резательного механизма (для чего представляют звездочки цепной передачи 14). Недостатком машины является отсутствие устройства в виде поворотных заслонок в кольцевой обойме для регулирования подачи массы в вакуум-камеру, что может привести к ее переполнению в случае приготовления из массы цилиндров малого сечения. Кроме того, из-за наличия в вакуум-камере трех подшипников, для которых во избежание засоса воздуха необходимы уплотнения, требуется особо тщательное выполнение сальников и внимательное наблюдение за ними.

Диаметр прессующего шнека описанной массомялки 250 мм, производительность 2—3 т/ч, мощность электродвигателя 20 л. с.

Вакуум-пресс, изготавливаемый заводом «Воппол Со» (США), применяют при обработке изоляторной фарфоровой массы и выдавливании из нее цилиндрических болванок для формования малогабаритных изоляторов. Он имеет мешалку длиной 850 мм и режущий аппарат, скомбинированный с перемешивающим устройством. Режущий аппарат и перемешивающее устройство смонтированы на валу фланцевого мотора с встроенным редуктором. Частота вращения режущего аппарата 200 об/мин, мешалки 24 об/мин, а прессующего шнека 34 об/мин. Диаметр прессующего цилиндра 250 мм.

Для изготовления скалок меньшего диаметра вставляют сменные рубашки и винты или головки со сменными мундштуками. Мощность двигателя массомялки 7,5 кВт, двигателя режущего аппарата 3,5 кВт.

Вакуумная массомялка с отдельным приводом режущего механизма, сходная по конструкции с описанной и служащая для

обработки изоляторных масс, имеет минимальные для производственных моделей размеры. Отличается она от предыдущей устройством режущего аппарата. Конструкции редуктора и прессующего шнека, а также основного привода существенных изменений не имеют, кроме того, что отдельный электродвигатель для привода режущего и перемешивающего механизмов имеет встроенный в его корпусе редуктор.

Диаметр прессующего шнека массомялки 150 мм; производительность 0,2—0,5 т/ч; мощность электродвигателя основного привода, а также привода режущего и перемешивающего механизмов 1,5 кВт; частота вращения режущего механизма 188, мешалки 33, прессующего вала 60 об/мин.

В конструкции вакуум-пресса, предложенной заводом «Thuringia» (ГДР), вместо индивидуального мотора для привода вертикального шнека 5 (рис. 96) используется передача от электродвигателя 3 (мощностью 7,5 кВт) через клиноременную передачу 2, редуктор 1, вал 6, коническую зубчатую передачу 8, вал 7 и пару цилиндрических шестерен 4. На разрезах узлов I и II показана конструкция сальниковых уплотнений, от устройства и износостойчивости которых зависит обеспечение необходимого вакуума.

Для формования заготовок диаметром до 1200 мм из фарфоровой массы пониженной влажности (18—19%) харьковский машиностроительный завод «Красный Октябрь» выпустил мощный вакуум-пресс СМ-24 с диаметром шнекового цилиндра на выходе 450 мм, работающий со специально сконструированными мундштуками-рабочими. Вакуум-пресс имеет необходимый для тяжелых условий работы запас прочности в основных узлах машины.

Предусмотренное в конструкции пресса устройство муфты для выключения шнека, питающего вакуум-камеру, оказалось нецелесообразным, так как требовало дополнительного ручного регулирования. Кроме того, муфта для выключения шнека была недолговечной. Так как при смене мундштуков изменяется производительность прессующего шнека, то наиболее рациональным мероприятием для устранения этих недостатков явилось использование устройств для регулирования сопротивления мундштука у шнека, питающего вакуум-камеру, в соответствии с сопротивлениями мундштуков, применяемых для формования заготовок. Несложные по конструкции устройства, например поворотные клапаны, известны и их надо внедрять при вакуумировании керамических масс.

Ступенчатая футеровка цилиндра прессующего шнека вызывала нагревание фарфоровой массы и была заменена на цилиндрическую, не дающую нагрева массы.

Масляные вакуум-насосы типа ВН-4 при откачивании больших количеств влажного воздуха работают неудовлетворительно; масло обводняется, насос греется, вакуум падает и фарфоровая масса плохо вакуумируется. Частая смена масла вызывает дополнительные расходы и неудобства.

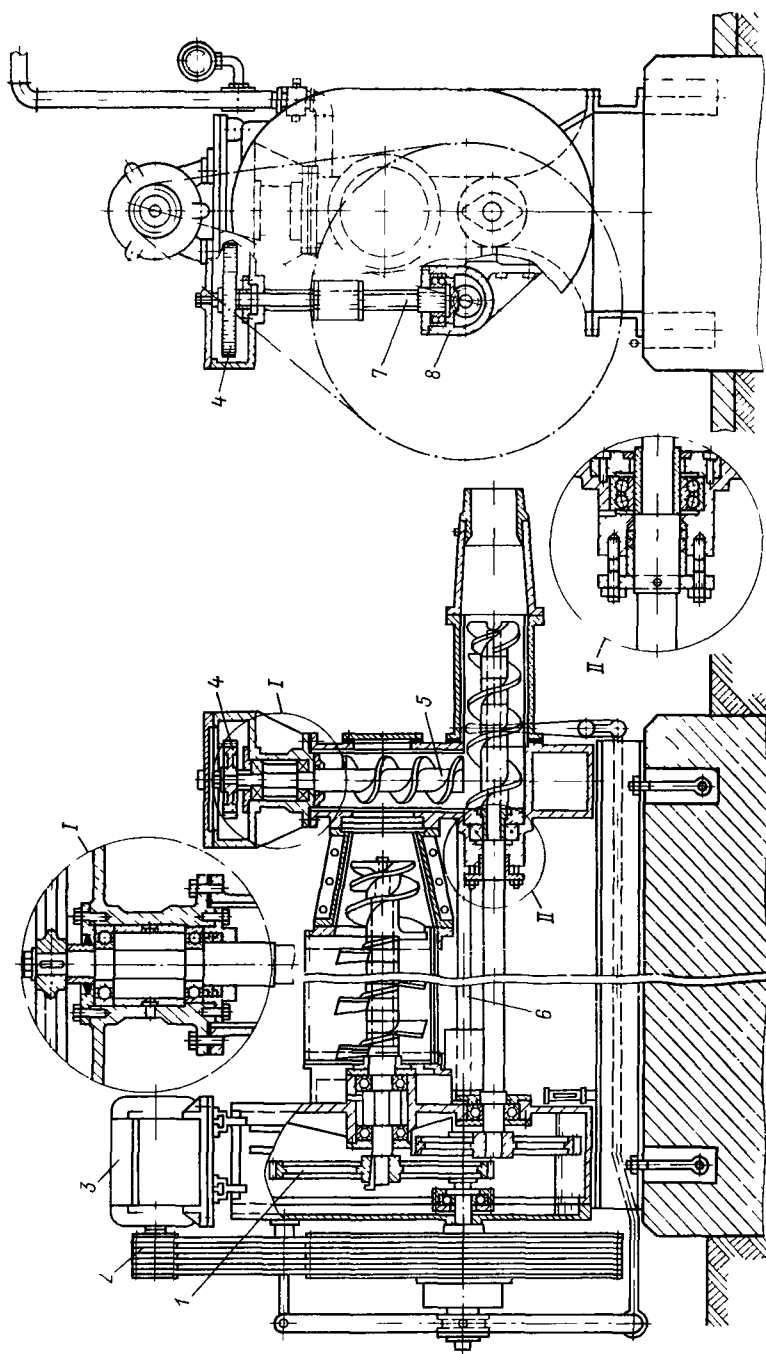


Рис. 96. Вакуум-пресс с приводом механизма вакуум-камеры от общего редуктора

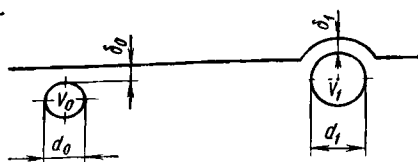


Рис. 97. Схема процессов вакуумирования
пластичной массы

В этих условиях водокольцевые насосы работают более надежно и экономичнее в эксплуатации. Устранение отмеченных и некоторых более мелких недостатков первого образца мощного вакуум-пресса позволило обеспечить производство изоляторов крупногабаритными

заготовками вакуумированной фарфоровой массы.

Вакуум-пресс СМ-241 имеет прессующий шнек с диаметром на выходе 450 мм, шагом 400 мм, частотой вращения 12 об./мин, питающий вакуум-камеру шнек с диаметром на выходе 450 мм, шагом 500 мм. Мощность электродвигателя 60 кВт; производительность в зависимости от режима работы до 5 т/ч; масса машины около 15 000 кг, длина 6180, ширина 5115, высота 2145 мм.

Условия работы массомялок и прессов. Вакуумные массомялки рассчитывают и конструируют на основе положений, изложенных в литературе по расчету обычных (невакуумных) шнековых прессов. В дополнение необходимо лишь отметить некоторые особенности вакуумных массомялок, которые следует учитывать при расчете и конструировании.

Основное отличие вакуумных массомялок от обычных ленточных прессов в самом процессе вакуумирования массы, определение производительности которого должно быть положено в основу расчета производительности машины, размеров вакуум-камеры и других ее параметров. Из-за отсутствия достаточно полно разработанных теоретических и экспериментальных основ для расчета вакуумных массомялок и прессов ниже приводятся некоторые принципиальные соображения, определяющие основные характеристики вакуум-процесса и проектируемого для его выполнения оборудования.

На основании экспериментальных исследований установлено, что содержание воздуха в тонкокерамической фарфоровой массе при обработке в вакуумных массомялках снижается от 9—10% приблизительно до 2% (по объему), и, следовательно, объем воздуха, удаляемого из массы, незначителен. Процесс осложняется не тем, что количество воздуха, удаляемого из массы, велико, а трудностью выделения мелких его пузырьков из плотной пластичной массы.

Для удаления из массы воздушных включений, форма которых для упрощения принимается близкой к шару, разность давлений в пузырьке воздуха и в вакуум-камере должна быть достаточной для разрыва пленки массы толщиной δ_1 (рис. 97). При этом

$$q = p_0 - p_1,$$

где p_0 — давление внутри пузырька воздуха в момент прохождения массы через мундштук; p_1 — давление воздуха в вакуум-камере.

Для предварительных расчетов можно принять $p_0 = 2 \text{ кгс/см}^2$, а $p_1 = 0,25 \text{ кгс/см}^2$. Таким образом, в начальный момент разность давлений составит $1,75 \text{ кгс/см}^2$.

Однако фаянсовые, фарфоровые и другие массы до разрыва получают пластическое удлинение, поэтому при поступлении массы из мешалки в вакуум-камеру пленка разрывается не сразу, а после вспучивания под влиянием изменения давления в пузырьке воздуха по уравнению

$$p_1 = p_0 V_0 / V_1,$$

где V_0 и V_1 — начальный и конечный объемы воздушного включения.

Для вакуумирования массы с большим пластическим удлинением требуется больше времени и более высокое разрежение в вакуум-камере, чем для вакуумирования тощей массы с незначительным пластическим удлинением. Снижение давления p_0 до значения p в момент разрыва пленки дает соответствующее снижение разности давлений до q_1 .

Принимая форму пленки массы в момент ее разрыва шарообразной, получаем следующую зависимость между ее толщиной δ_1 (см) и разностью давления q_1 :

$$\delta_1 = q_1 r_1 / (2F_2),$$

где q_1 — разность между давлением внутри воздушного пузырька и давлением (абсолютным) внутри вакуум-камеры, кгс/см^2 ; r_1 — внутренний радиус поверхности пленки, отделяющей воздушное включение от окружающей среды, см; F_2 — разрывное усилие для растянутой пленки пластичной массы, кгс/см^2 .

В качестве примера определим толщину пленки для воздушного включения, имеющего диаметр $d = 1 \text{ мм}$, в фарфоровой массе с $F_2 = 0,35 \text{ кгс/см}^2$, которая допускает увеличение объема пузырька без разрыва окружающей его пленки до $V_1 = 1,3 V_0$.

Принимая исходное давление $p_0 = 2 \text{ кгс/см}^2$ и давление в вакуум-камере $p_0 = 0,25 \text{ кгс/см}^2$, получим

$$p_1 = \frac{p_0 V_0}{V_1} = \frac{2 \cdot 1}{1,3} \approx 1,54 \text{ кгс/см}^2;$$

$$q = p_1 - p_0 = 1,54 - 0,25 \approx 1,3 \text{ кгс/см}^2;$$

$$\delta = \frac{q r_1}{2F_2} = \frac{1,3 \cdot 0,5}{2 \cdot 0,35} \approx 0,093 \text{ см.}$$

Таким образом, воздух в виде пузырька диаметром 1 мм, расположенного на расстоянии около 1 мм от поверхности массы, можно быстро удалить вакуум-насосом после разрыва пленки толщиной около 1 мм.

Следовательно, при толщине лент, отрезаемых ножами, равной 3 мм, масса быстро вакуумируется. Если пузырьки воздуха мелкие, например диаметром 0,1 мм, толщина ленты должна быть

меньше 1 мм. Практически она изменяется в пределах 5—10 мм, а требуемая степень вакуумирования достигается увеличением времени пребывания массы в вакуум-камере и размеров последней. При этом масса, приобретая губчатую структуру, отдает воздух в вакуум-камеру постепенно: сначала прорываются пленки у пузырьков, близких к поверхности, затем у глубинных.

На основе отмеченной закономерности можно сделать общие выводы: 1) наибольшая толщина вакуумируемой ленты массы находится в обратной зависимости от разрывающего усилия; 2) для удаления мелких воздушных включений из тонкодисперсных пластичных масс следует разделять их на более тонкие стружки, увеличивать продолжительность вакуумирования и создавать более высокое разрежение в вакуум-камере.

Объем вакуум-камеры, предопределяющий продолжительность вакуумирования, колеблется, в зависимости от размеров и назначения прессов, от 0,06 до 1,7 м³, а разрежение от 4900 до 6860 Па.

Расчет основных параметров вакуумных шнековых прессов. В производствах тонкой керамики вакуумный шнековый пресс может выполнять разные процессы. При двухстадийном процессе вакуум-пресс используется сначала для вакуумирования и гомогенизации пластичной керамической массы с выпуском ее в виде «валюшек», из которых в дальнейшем изделия формуются другими машинами. Машины, выполняющие лишь гомогенизацию и вакуумирование массы, имеют мундштуки с оптимальными размерами, соответствующими диаметру шнека, и работают со стабильной производительностью, зависящей от свойств керамической массы — влажности и коэффициента внутреннего трения. К таким машинам более подходит название «вакуумные массомялки».

Чаще вакуумный шнековый пресс выполняет одновременно два процесса — вакуумирование массы и формование из нее изделий в виде трубок, штабиков и призм разной формы, отрезаемых от непрерывного бруса, или заготовок для получения изделий на полуавтоматах и автоматах разных конструкций. В этих условиях в зависимости от ассортимента изделий мундштуки, многомундштучные и переходные головки вакуум-прессов имеют разное устройство.

Конструкция мундштука зависит от формы и размеров изделий и, в свою очередь, определяет сопротивление, возникающее при выдавливании через него бруса массы. В зависимости от сопротивления мундштука изменяются мощность, необходимая для привода, а также потери производительности пресса от проворачивания массы и возврата ее через зазоры между кромками лопастей шнека и внутренней поверхностью цилиндра пресса.

При расчете производительности пресса за основу принимают диаметр и шаг выжимного витка шнека, так как предшествующие нагнетательные витки шнека имеют в некоторых прессах разные диаметры или переменный шаг. Учитывая отмеченные обстоятель-

ства, производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) любого шнекового пресса по объему можно определить по формуле

$$Q = 60 \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) (t - \delta) (1 - \lambda) n k,$$

где D — диаметр выжимной лопасти, м; d — диаметр ступицы, м; t — шаг выжимной лопасти, м; δ — толщина лопасти, м; λ — коэффициент относительного уменьшения объема массы при ее уплотнении, увеличивающийся от 0,105 при давлении 3 $\text{кгс}/\text{см}^2$ до 0,363 при давлении 15 $\text{кгс}/\text{см}^2$; n — частота вращения, об/мин; k — коэффициент потери производительности пресса из-за частичного проворачивания массы относительно цилиндра и ее возврата через зазоры между цилиндром и лопастями шнека (в зависимости от конструкции и степени износа рабочих органов пресса $k = 0,2 \div 0,35$).

Для приближенного определения мощности, необходимой для привода пресса, надо суммировать расходы мощности для перемещения массы от загрузочного отверстия до уплотняющих и нагнетательных лопастей шнека; уплотнения и подачи массы нагнетательными витками шнека; выдавливания массы выжимными лопастями через мундштук. Расход мощности на транспортирование массы вдоль корпуса пресса к нагнетательным виткам шнека незначителен по сравнению с расходом на два последующих процесса, и потому им можно пренебречь.

Наиболее важным при расчете мощности привода пресса является определение оптимальной частоты вращения шнека и крутящих моментов, необходимых для преодоления сопротивлений, возникающих в разных частях шнека. Как показали экспериментальные исследования работы шнекового механизма, оптимальная частота вращения зависит от свойств массы: влажности и пластичности (содержания в ней отошающих материалов).

Гудсон на лабораторном прессе с диаметром цилиндра около 110 мм и сечением мундштука 56×28 мм установил зависимость производительности от частоты вращения шнека (рис. 98). Как видно из кривых, полученных для масс с разной влажностью ($w = 20 \div 26\%$), высокие частоты вращения эффективны лишь при влажности 24–26%. При понижении последней оптимальная частота вращения шнека снижается до 20–30 об/мин.

В настоящее время в производстве изоляторов и других изделий начинают применять технологические схемы получения изделий из масс пониженной влажности, поэтому определение наиболее эффек-

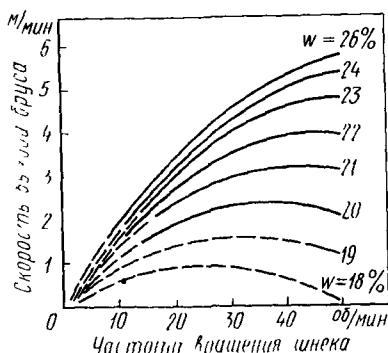


Рис. 98. Зависимость скорости выхода массы от частоты вращения шнека

тивной конструкции шнека и установление оптимальной его частоты вращения для типичных керамических масс пониженной влажности приобретают особо важное значение. В некоторых случаях заводской практики, например при формовании заготовок из разных масс, имеющих неодинаковую пластичность, в приводах небольших прессов применяют вариаторы скоростей, при помощи которых оптимальную частоту вращения шнека подбирают экспериментальным путем.

Значимость правильного выбора частоты вращения шнека пресса для эффективной его работы подтверждается примером из практики работы мощного пресса в США. Шнековый пресс, выпускавший 12 000 шт. кирпича в час при частоте вращения шнека 44 об/мин и расходе мощности 275 кВт, после снижения частоты вращения до 32 об/мин стал выпускать до 18 000 шт. кирпича в час при снижении расхода мощности до 185 кВт.

Наиболее сложная задача при расчете привода — определение крутящих моментов шнекового механизма. Г. Д. Левицкий из математического анализа работы шнекового механизма с постоянными диаметром и шагом нагнетательных и выжимных лопастей вывел формулы для определения моментов, суммирующихся на валу шнека [8, 9].

Момент, необходимый для вращения нагнетательных лопастей, с учетом подачи массы под заданным давлением к выжимным лопастям шнека и трения керамической массы о его рабочую поверхность определяется по формуле

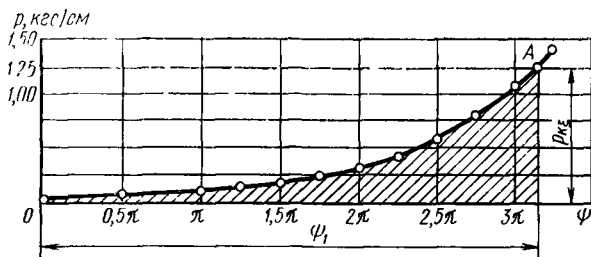
$$M_{н. л} = p_k \xi (R - r) (t - \delta) \frac{R + r}{2} + \left[r^2 (t - \delta) + \right. \\ \left. + \frac{2}{3} (R^3 - r^3) \right] \mu' \int_0^{\psi_1} p d\psi, \quad (7)$$

где p_k — конечное давление, создаваемое шнеком; ξ — коэффициент распора (принимается равным 0,24); R — радиус нагнетательных лопастей шнека; r — радиус ступицы шнека; t — шаг шнека; δ — толщина лопасти; μ' — коэффициент трения керамической массы о рабочую поверхность шнека (колеблется в пределах от 0,2 до 0,6 в зависимости от свойств керамической массы и характера обработки рабочих поверхностей); ψ — угол закручивания спирального бруса массы, заключенной между нагнетательными витками шнека, соответствующий той длине спирали, которая необходима для обеспечения давления массы $p_k \xi$; p — давление, развиваемое нагнетательными лопастями.

При отношении $R/r = 3$ и начальном давлении массы, поступающей к нагнетательным лопастям, равном 0,1 кгс/см², давление (кгс/см²), развиваемое лопастями,

$$p = e^{0,34 - \frac{3}{4} \pi}. \quad (8)$$

Рис. 99. Зависимость удельного давления массы от угла закручивания нагнетательных лопастей прессующего шнека



Подставляя выражение (8) в формулу (7), получим

$$M_{н. л} = p_k \xi (R - r) (t - \delta) \frac{R - r}{2} + \left[\frac{2}{3} (R^3 - r^3) + r^2 (t - \delta) \right] \mu' \int_0^{\psi_1} e^{0.3\psi - \frac{3}{4}\pi} d\psi. \quad (9)$$

Графически $\int_0^{\psi_1} e^{0.3\psi - \frac{3}{4}\pi} d\psi$ изображается площадью (рис. 99),

ограниченной кривой $p = e^{0.3\psi - \frac{3}{4}\pi}$, осью абсцисс, осью ординат, отстоящей от начала координат на расстояние ψ_1 .

Задаваясь на основании практических или экспериментальных данных значением $p_k \xi$, равным, например, $1,25 \text{ кгс/см}^2$ получают точку A на кривой и определяют соответствующую этой точке величину ψ_1 . Пользуясь формулой (9), находят крутящий момент нагнетательных лопастей шнека.

Момент, необходимый для вращения выжимной головки шнекового пресса, получается путем сложения трех частных моментов: момента вращения выжимной лопасти

$$M_1 = \frac{2}{3} \pi p_k (R^3 - r^3) \operatorname{tg}(\alpha_{ц. т} + \varphi);$$

момента трения массы о торцовую часть ступицы шнека

$$M_2 = \frac{2}{3} \pi p_k r^3 \mu';$$

момента трения массы о цилиндрическую поверхность ступицы

$$M_3 = \pi r^2 t p_k \mu'.$$

Момент вращения выжимной лопасти

$$M_{в. л} = \pi p_k \left[\frac{2}{3} (R^3 - r^3) \operatorname{tg}(\alpha_{ц. т} + \varphi) + \frac{2}{3} \mu' r^3 + t \mu' r^2 \right],$$

где $\alpha_{ц. т}$ — угол подъема средней винтовой линии (по центру тяжести) шнека.

Момент вращения шнека составляет

$$M_{ш. в} = M_{н. л} + M_{в. л}.$$

Рассмотрим пример расчета вакуумного двухвального шнекового пресса для формования заготовок из фарфоровой массы.

Пресс предназначается для гомогенизации и вакуумирования пластичной фарфоровой массы и формования цилиндрических заготовок с влажностью 18,5—20%. Производительность пресса составляет 2500 кг/ч; максимальный диаметр формируемых заготовок 150 мм; диаметр цилиндра пресса 200 мм; максимальное осевое давление p_k при выдавливании массы через мундштук 5 кгс/см²; пресс должен быть укомплектован вакуумным насосом, создающим вакуум 97%. Для обеспечения равномерной подачи фарфоровой массы в воронку и удобства обслуживания пресс должен иметь наклонный ленточный транспортер.

Подаваемая в вакуум-пресс фарфоровая масса имеет следующие физико-механические характеристики: плотность $\rho = 2,2$ г/см³; коэффициент трения по шнеку $\mu' = 0,2$; коэффициент внутреннего трения $f = 0,42$; коэффициент распора $\xi = 0,24$.

Параметры верхнего шнека. Определяем основные технологические параметры пресса: наружный диаметр шнека D (см), диаметр ступицы шнека d (см), шаг шнека t (см), толщину лопасти δ (см).

Для расчета используем принятую для шнековых прессов формулу производительности

$$Q = \frac{\pi (D^2 - d^2) (t - \delta) n \cdot 60 \rho \beta}{4 \cdot 1000} \quad (10)$$

На основании заводской практики производительность пресса $Q = 2500$ кг/ч; диаметр шнека $D = 20$ см; частота вращения шнека $n = 16,3$ об/мин; $t - \delta = 0,94t$; $\delta = 0,06t$; $d = 1/3D \approx 6,5$ см; $\beta = 0,25$ (коэффициент снижения производительности пресса вследствие частичного проворачивания массы вместе со шнеком и возврата ее через зазоры между шнеком и цилиндром пресса).

Подставляя принятые значения в уравнение (10), получим

$$2500 = \frac{3,14 [20^2 - 6,5^2]}{4 \cdot 1000} \cdot 0,94t \cdot 16,3 \cdot 60 \cdot 2,2 \cdot 0,25,$$

откуда $t = 17,6$ см.

Масса подается к выжимным лопастям шнека под давлением

$$p = q\xi = 5 \cdot 0,24 = 1,2 \text{ кгс/см}^2.$$

Зная давление p , действующее в плоскости, перпендикулярной к оси шнека, пользуясь зависимостью его от длины спирали ψ , определяем величину ψ (Исследование прессующей способности шнекового механизма. — «Стекло и керамика», 1964, № 10, с. 26—31).

Для заданной массы и принятых конструктивных параметров шнека

$$p = e^{0,3\psi - \frac{3}{4}\pi}.$$

Подставляя вместо p его значение, определяем ψ :

$$1,2 = e^{0,3\psi - \frac{3}{4}\pi} = \frac{e^{0,3\psi}}{e^{3/4\pi}} = \frac{e^{0,3\psi}}{e^{2,36}};$$

$$e^{0,3\psi} = 1,2e^{2,36};$$

$$0,3\psi \lg e = \lg 1,2 + 2,36 \lg e;$$

$$\psi = \frac{\lg 1,2 + 2,36 \lg e}{0,3 \lg e};$$

$$\lg 1,2 = 0,07918; \lg e = 0,43429;$$

$$\psi = \frac{0,07918 + 2,36 \cdot 0,43429}{0,3 \cdot 0,43429} = 8,47 \text{ рад.}$$

Таким образом, минимальное число витков шнека, обеспечивающее заданное давление,

$$8,17/(2\pi) = 1,35.$$

Для размещения питающей воронки прессы и подающего вала над шнеком длину шнека принимаем равной 3,5 виткам.

Верхний шнек предназначен для выдавливания пластичной керамической массы через перфорированную решетку вакуумной камеры прессы.

Суммарный крутящий момент на верхнем валу шнека

$$M_I = M_{в.л} + M_{н.л}.$$

Крутящий момент, необходимый для вращения выжимных лопастей шнека [10],

$$M_{в.л} = \frac{2}{3} \pi p_k (R^3 - r^3) \operatorname{tg}(\alpha_{ц.т} + \varphi) + \frac{2}{3} \pi p_k \mu' r^3 + \pi r^2 \operatorname{tg} \mu',$$

где $\alpha_{ц.т}$ определяется следующим образом:

$$R_{ц.т} = \frac{2(R^3 - r^3)}{3(R^2 - r^2)} = \frac{2(10^3 - 3,25^3)}{3(10^2 - 3,25^2)} = 6,7 \text{ см};$$

$$R_{ср} = \frac{R + r}{2} = \frac{10 + 3,3}{2} = 6,65;$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{ц.т} = \frac{t}{2\pi R_{ц.т}} = \frac{17,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 6,7} = 0,416;$$

$$\alpha_{ц.т} = 22^\circ 36'.$$

Для принятых значений коэффициента трения $\mu' = 0,2$;

$$\operatorname{tg} \varphi = 0,2; \quad \varphi = 11^\circ 18'$$

$$\operatorname{tg}(\alpha_{ц.т} + \varphi) = \operatorname{tg}(21^\circ 9' + 11^\circ 18') = \operatorname{tg} 33^\circ 54' = 0,672;$$

$$M_{в.л} = \frac{2}{3} 3,14 \cdot 5 \cdot 965,68 \cdot 0,672 \frac{2}{3} 3,14 \cdot 5 \cdot 0,2 \cdot 34,32 + 3,14 \cdot 10,55 \cdot 17,5 \cdot 5 \cdot 0,2;$$

$$M'_{в.л} = 6810 + 38 + 582 = 7430 \text{ кгс}\cdot\text{см}.$$

Крутящий момент, необходимый для вращения нагнетательных витков верхнего шнека, после преобразования уравнений [9]

$$M_{н.в} = \left[r^2 (t - \delta) + \frac{2}{3} (R^3 - r^3) \right] \mu_0 \left[\frac{1}{0,3} (e^{0,3\psi} - 1) + p_0 \psi \right] \frac{1}{e^{3/4\pi}}, \quad (11)$$

где $p_0 = 0,1 \text{ кгс/см}^2$; $\psi = 8,47 \text{ рад}$; $e^{3/4\pi} = e^{2,36}$; $r = 3,25 \text{ см}$; $t = 17,5 \text{ см}$; $R = 10 \text{ см}$; $\mu = 0,2$; $\delta = 0,8 \text{ см}$.

Подставляя эти значения в выражение (11), получим

$$\begin{aligned} M'_{н.в} &= \left[3,25^2 \cdot 16,7 + \frac{2}{3} (10^3 - 3,25^3) \right] (0,2 \cdot 0,24) \left[\frac{1}{0,3} (e^{0,3 \cdot 8,47} - 1) + \right. \\ &\quad \left. + 0,1 \cdot 8,47 \right] \frac{1}{e^{2,36}} = \left(10,56 \cdot 16,7 + \frac{2}{3} 965,68 \right) \times \\ &\quad \times 0,2 \cdot 0,24 \left(\frac{11,7}{0,3} + 2,82 \right) \frac{1}{10,6} = 147,5 \text{ кгс}\cdot\text{см}. \end{aligned}$$

Крутящий момент верхнего шнека

$$M_1 = (M'_{в.л} + M'_{н.в}) \frac{1}{\eta} = (7430 + 147,5) \frac{1}{0,75} = \frac{7578}{0,75} = 10\,000 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

Коэффициент $\eta = 0,75$ учитывает сопротивление вращению шнека из-за заклинивания массы между цилиндром и наружной кромкой лопастей, неточности сборки витков на валу и затрату энергии на вращение подающих валков.

Параметры нижнего шнека. Нижний шнек предназначен для выдавливания пластичной керамической массы через головку и мундштук пресса. Так как от его конструкции зависит качество керамического бруса, выдаваемого прессом, он отличается от верхнего шнека устройством выжимных лопастей (головки шнека).

Для устранения возможности забивания вакуумной камеры массой (при установке мундштуков малого диаметра или вытягивания тонкостенных труб) наружный диаметр шнека по сравнению с верхним увеличен до $D = 220$ мм и повышена частота вращения. При наружном диаметре $D = 220$ мм обеспечивается получение качественной заготовки диаметром 150 мм.

Остальные размеры нижнего шнека (шаг и диаметр ступицы) принимаем аналогично размерам верхнего шнека: шаг $t = 17,5$ см; диаметр ступицы $d = 6,5$ см. Частота вращения шнека $n = 16,3$.

Крутящий момент нижнего шнека

$$M_2 = M''_{в.л} + M''_{н.в},$$

где $M''_{в.л}$ — момент выжимной лопасти нижнего шнека; $M''_{н.в}$ — момент нагнетательных лопастей нижнего шнека.

Крутящий момент, прикладываемый к выжимным лопастям нижнего шнека,

$$M''_{в.л} = \frac{2}{3} \pi q (R^3 - r^3) \operatorname{tg}(\alpha_{ц.т} + \varphi) + \frac{2}{3} \pi q \mu' r^3 + \pi r^2 \operatorname{tg} \mu' \cdot \frac{2}{3} \cdot 3,14 \cdot 5 (11^3 - 3,25^3) \operatorname{tg}(19^\circ 39' + 11^\circ 18') + \\ + \frac{1}{3} \cdot 3,14 \cdot 5 \cdot 0,2 \cdot 3,25^3 + 3,14 \cdot 3,25^2 \cdot 17,5 \cdot 5 \cdot 0,2 = 8803 \text{ кгс} \cdot \text{см},$$

где $R_{ц.т}$ и $\operatorname{tg} \alpha_{ц.т}$ определяем по формулам

$$R_{ц.т} = \frac{2(R^3 - r^3)}{3(R^2 - r^2)} = \frac{2(11^3 - 3,25^3)}{3(11^2 - 3,25^2)} = 7,82;$$

$$\operatorname{tg} \alpha_{ц.т} = \frac{t}{2\pi R_{ц.т}} = \frac{17,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 7,82} = 0,357;$$

$$\alpha_{ц.т} = 19^\circ 39'; \operatorname{tg} \varphi = 0,2; \varphi = 11^\circ 18',$$

Как показал опыт эксплуатации прессов, число витков верхнего и нижнего шнеков, занятых массой, одинаково, поэтому крутящий момент, действующий на нагнетательные витки, принимают большим, чем для нижнего в отношении $R_{н.ш}/R_{в.ш}$ ($R_{н.ш}$ и $R_{в.ш}$ — радиусы верхнего и нижнего шнеков):

$$M''_{н.в} = M'_{н.в} \frac{R_{н.ш}}{R_{в.ш}} = 147,5 \frac{11}{10} = 163 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

Тогда

$$M_2 = (M''_{в.л} + M''_{н.в}) \eta = (8803 + 163) 0,75 = 6725 \text{ кгс} \cdot \text{см.}$$

Мощность, затрачиваемая на вращение верхнего шнека,

$$N_1 = \frac{M_1 n_1}{973,8 \eta} = \frac{10\,000 \cdot 16,3}{100 \cdot 973,8 \cdot 0,45} \approx 3,8 \text{ кВт.}$$

Мощность, затрачиваемая на вращение нижнего шнека,

$$N_2 = \frac{M_2 n_2}{972 \eta} = \frac{6725 \cdot 16,3}{100 \cdot 973,8 \cdot 0,45} \approx 2,5 \text{ кВт},$$

где η — КПД передач и привода пресса.

Мощность электродвигателя

$$N = N_1 + N_2 = 3,8 + 2,5 \approx 6,3 \text{ кВт}$$

Учитывая возможность изменения свойств керамической массы — влажности, коэффициента внутреннего трения и трения по металлу, принимаем установочную мощность электродвигателя 8 кВт.

При переработке тонкокерамических масс, получаемых из фильтр-прессов и не нуждающихся в продолжительном перемешивании, длина шнека ограничивается, как это предусмотрено в приведенном выше расчете, длиной подающего массу валка. При обработке масс, нуждающихся в тщательном перемешивании (гомогенизации), производительность комбинированных с мешалками вакуум-прессов и мощность привода рассчитывают по следующим формулам.

Производительность ($\text{м}^3/\text{ч}$) пресса по нижнему прессующему шнеку

$$Q = (\pi/4) (D^2 - d^2) (s - \delta) (1 - \alpha) n k \cdot 60,$$

где D — наружный диаметр лопасти, выталкивающей массу через мундштук, м; d — диаметр ступицы, м; s — шаг лопасти, м; δ — толщина лопасти, м; α — относительное уменьшение объема массы (в зависимости от структуры массы, загружаемой в мешалку, и удельного давления верхнего шнека составляет 0,13—0,35); n — частота вращения шнека, об/мин; k — коэффициент, учитывающий проворачивание массы вместе со шнеком и ее возврат через зазоры между лопастью и цилиндром пресса (в зависимости от обработки шнека равен 0,2—0,25).

Мощность привода двухвального вакуум-пресса, в котором верхний шнек имеет общий вал с мешалкой, определяется сложением отдельных расходов мощности на преодоление сопротивлений, возникающих на отдельных участках вакуум-пресса.

Мощность (кВт), расходуемая на преодоление сил трения между массой и поверхностью лопастей шнека, выталкивающих ее через мундштук,

$$N_{\text{тр}} = \frac{2\pi p f (R^3 - r^3) n}{97 \cdot 500 \cdot 3},$$

где p — давление прессующего шнека, $\text{кгс}/\text{см}^2$; f — коэффициент трения массы о поверхность лопасти, принимаемый равным 0,4; R — радиус выжимной лопасти, м; r — радиус ступицы шнека, м; n — частота вращения, об/мин.

Мощность (кВт), необходимая для выталкивания массы через мундштук,

$$N_1 = \frac{\rho Q n}{3600 \cdot 102},$$

где Q — производительность пресса, $\text{м}^3/\text{ч}$.

Мощность, расходуемая на транспортирование массы до выжимной лопасти,

$$N_2 = \frac{Q \rho L_1 \omega}{367},$$

где ρ — плотность керамической массы, равная $1,6 \text{ т/м}^3$; L_1 — длина части нижнего шнека (без выжимной лопасти), м; ω — коэффициент сопротивления передвижению керамической массы, принимаемый равным $4,0$ — $4,5$.

Мощность (кВт), затрачиваемая на уплотнение массы в пресовой головке,

$$N_3 = \frac{0,81 \rho \alpha V_1 n}{60 \cdot 102},$$

где α — коэффициент уплотнения массы, изменяющийся с увеличением давления от 4 до 15 кгс/см^2 в пределах от $0,131$ до $0,363$; V_1 — объем массы, подаваемый за один оборот шнека, м^3 .

Суммарная мощность, необходимая для привода нижнего шнека комбинированного вакуум-пресса,

$$N'_{\text{н. ш}} = \frac{N_{\text{тр}} + N_1 + N_2 + N_3}{\eta},$$

где η — КПД, учитывающий потери в механизмах привода.

Мощность (кВт), необходимая для привода верхнего шнека, определяется работой шнековой мешалки и лопасти, выталкивающей массу через мундштук в вакуум-камеру:

$$N''_{\text{меш}} = \frac{Q \rho L_2 \omega}{367} + \frac{0,342 b l p' i \pi (R^2 - r^2) n}{12 \cdot 240},$$

где, кроме принятых ранее обозначений, L_2 — длина шнековой мешалки без выжимной лопатки, м; b — ширина лопатки перемешивающего шнека, м; l — длина лопатки, м; p' — давление при перемещении лопатки в керамической массе, принимаемое равным 2 — 3 кгс/см^2 ; R — радиус окружности, описываемой паружной кромкой лопасти, м; r — радиус ступицы, м; n_1 — частота вращения мешалки, об/мин.

Мощность (кВт) верхней выталкивающей лопасти

$$N'''_{\text{в. л}} = \frac{2 \pi p_1 f (R^3 - r^3) n_1}{97 \cdot 500 \cdot 3 \eta} + \frac{p_1 V_1 n_1}{3600 \cdot 102 \eta} + \frac{0,81 p_1 \alpha V_1 n_1}{60 \cdot 102 \eta},$$

где, кроме принятых ранее обозначений, p_1 — давление верхнего шнека (приблизительно в 2 — 3 раза меньше давления ниж-

него шнека), кгс/см²; n_1 — частота вращения верхнего шнека, об/мин.

Мощность привода комбинированного с мешалкой вакуум-пресса в целом определяется сложением рассчитанных мощностей для привода отдельных его механизмов.

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТОНКОГО ПОМОЛА ГЛИН И КАОЛИНОВ

АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ СУШКИ
И ТОНКОГО ПОМОЛА ГЛИНЫ И КАОЛИНА
В РОЛИКОВЫХ МЕЛЬНИЦАХ

Роликовые мельницы в керамической промышленности используют для тонкого помола мягких материалов: глины, талька, каолина. Помол таких материалов обычно сочетается с подсушкой и воздушной сепарацией для выделения заданных тонких фракций. Эти процессы выполняются в компактной автоматической установке (рис. 100). В ней через трубу 4, мельницу 9, сепаратор 5, циклон 6 и вентилятор 7 подается смесь воздуха и печных газов, получающихся при сжигании газа или жидкого топлива в подо-

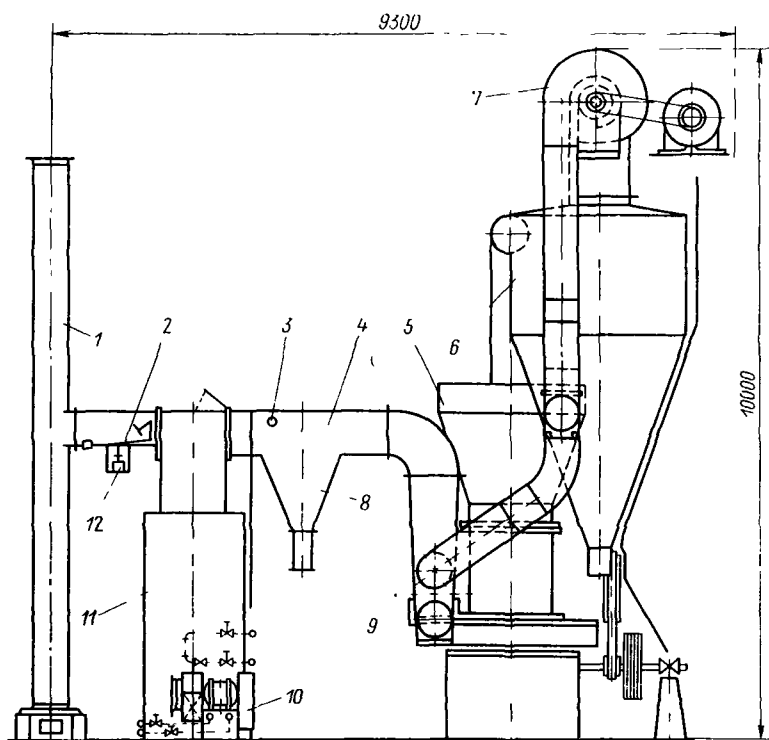


Рис. 100. Роликовая мельница для размола, совмещенного с подсушкой в автоматической линии

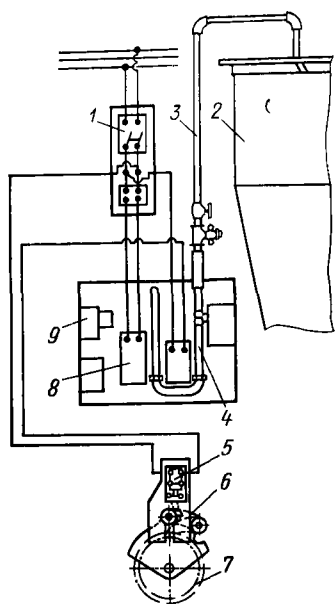


Рис. 101. Барабанный питатель для автоматического регулирования сушки и помола пластичных материалов

гревателе 11. При использовании твердого топлива для очистки газов от золы предусматривают пылеосадительную камеру 8 или более совершенные устройства в зависимости от технических требований, предъявляемых к размолотому материалу. Система мельница—циклон работает под разрежением, поэтому горячие газы подсасываются через слой размалываемого материала в роликовой мельнице 9. Воздух в подогреватель подается вентилятором 10. Температура газов, поступающих в мельницу, регулируется подсосом холодного воздуха через клапан 2; последний управляется электромагнитным автоматом-регулятором 12, связанным с контрольной термпарой 3. Труба 1 служит для удаления газов при пуске нагревателя и для подсоса воздуха из атмосферы при регулярной работе автоматической линии. Регулирование подачи материала, например глины, с изменяющейся влажностью яв-

ляется сложной задачей. При перегрузке роликовой мельницы влажной глиной ее рабочая камера забивается комкующейся массой материала, и помол прекращается.

Регулирование подачи материала в роликовую мельницу в зависимости от изменения влажности материала успешно производится автоматической системой типа «электроглаз».

Барабанный питатель с автоматическим регулированием подачи (рис. 101) применяют для питания роликовых мельниц, работающих в замкнутом цикле с воздушным сепаратором и циклоном. При увеличении влажности подаваемого материала выше допустимой производительность мельницы падает, и неразмолотый материал заполняет ее рабочий объем. При этом уменьшается живое сечение для прохода воздуха, отсасываемого вентилятором вместе с пылью, через сепаратор и циклон 2; разрежение в циклоне и соединенной с ним трубке 3 увеличивается, уровень жидкости в U-образной трубке 4 изменяется, и окрашенный столб жидкости перекрывает луч, направленный на фотоэлемент 9. Последний через реле 8 при помощи соленоида 5 поднимает собачку 6 храпового механизма и выключает барабанный питатель 7, подающий материал. После того как будет восстановлен нормальный рабочий режим мельницы и разрежение в воздушной системе упадет, питатель тем же способом включается в работу. Реле присоединяется к сети через щит 1.

Рабочими органами роликовых мельниц являются кольцо или тарелка и прижимаемые к ним ролики или стальные шары. Материал, попадающий между кольцом или тарелкой и роликом, в зависимости от их формы только раздавливается или одновременно раздавливается и истирается.

По конструкции разделяют роликовые мельницы с центробежным нажимом одного или нескольких роликов; пружинным нажимом роликов; центробежным или пружинным нажимом шаров.

Мельницы, в которых ролик прижимается к кольцу центробежной силой и вращается на шарнирно-подвешенном валу, называются маятниковыми.

РОЛИКОВЫЕ МЕЛЬНИЦЫ

Маятниковая мельница СМ-209 имеет корпус 1 (рис. 102), в подшипниках которого вращается вал 2 с посаженной на нем крестовиной 3. В проемах крестовины шарнирно подвешены четыре маятника 4 с вращающимися роликами 5. Под действием центробежной силы ролики прижимаются к неподвижному кольцу 6 и размалывают попадающие между ними куски материала. Материал загружается в мельницу барабанным питателем 8, закрепленным на корпусе 1 и работающим с постоянной подачей, устанавливаемой для данных условий измельчения переключением ременной передачи на ступенчатых шкивах питателя. Привод мельницы состоит из электродвигателя, клиноременной 9 и конической зубчатой 10 передач.

Разгрузка мельницы производится потоком воздуха, подаваемого вентилятором через коллектор 7.

Роликовые мельницы, предназначенные для помола сухих (некомкующихся) материалов, обычно работают в замкнутом цикле с проходными воздушными сепараторами. Воздух подается вентилятором через воздушный коллектор в рабочее пространство мельницы и увлекает мелкие частицы материала в проходной сепаратор, установленный непосредственно на корпусе мельницы. Из сепаратора мелкие частицы уносятся в циклон, а крупные возвращаются в мельницу на домалывание; осажденные в циклоне мелкие частицы являются готовым продуктом. Воздух из циклона направляется в вентилятор, а затем опять в мельницу; часть воздуха для создания в системе мельница—циклон некоторого разрежения выбрасывается в атмосферу через рукавный фильтр. Вентилятор сепарирующей установки обычно потребляет от 25 до 35 % общего количества энергии.

Мельница СМ-209 с центробежным нажимом роликов имеет ролики диаметром 410 мм и шириной 200 мм; частота вращения вертикального вала 105 об/мин; мощность электродвигателя 41 кВт; масса машины 8980 кг.

В настоящее время характеристики роликовых мельниц, изготавливаемых нашими и зарубежными заводами, определяются следующими значениями: масса 2—48 т; производительность при

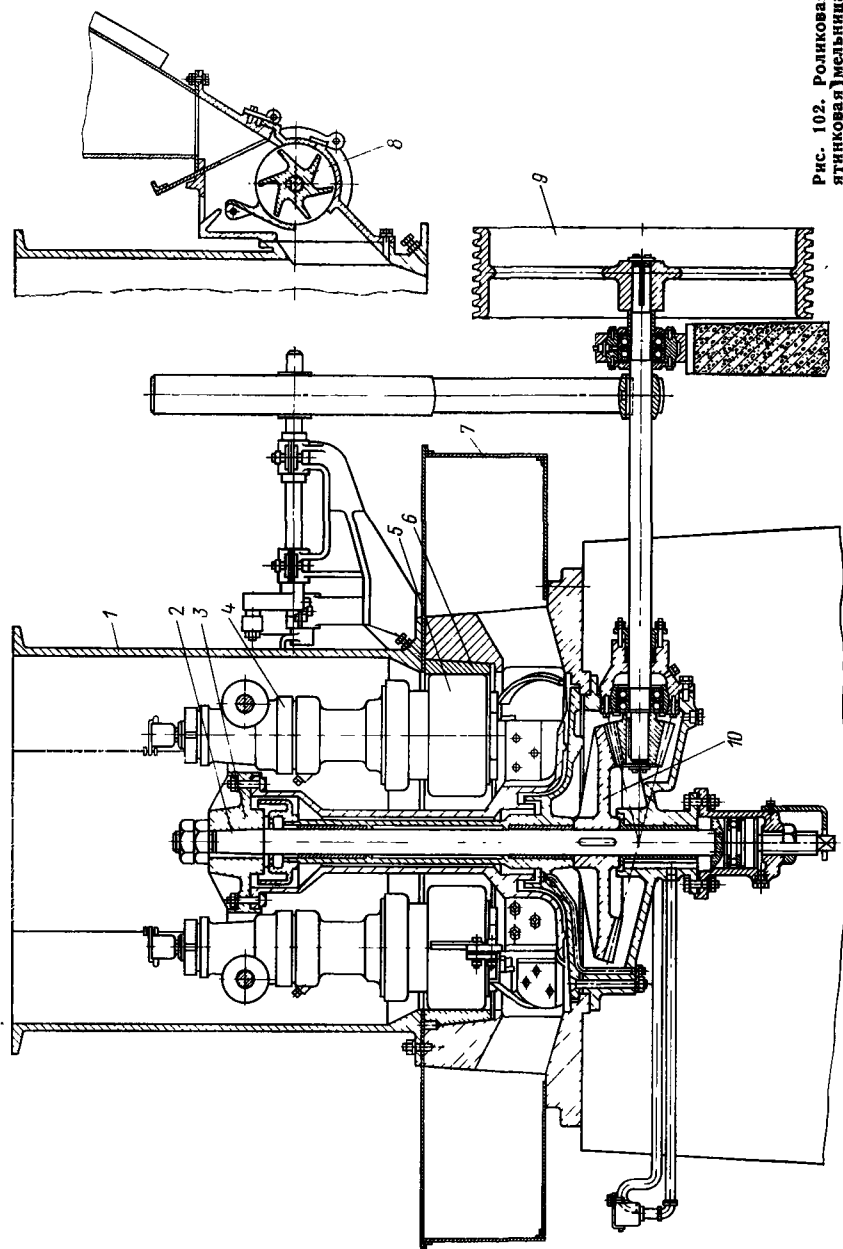


Рис. 102. Раликовая машина

36. Удельная производительность роликовых мельниц при помоле различных материалов

Материал	Тонкость помола		Удельная производительность (кг/ч) на 1 кВт мощности электродвигателя мельницы (без вентилятора)
	Размер отверстия сита, мм	Остаток на сите, %	
Пластичная глина	0,074	6,0	273
Каолин	0,043	0,05	106
Бентонит	0,074	14,0	215
Доломит	0,074	2,0	182
Мел	0,043	1,0	60
Тальк	0,043	1,5	91

очень тонком размоле сухого каолина 0,1—19 т/ч; потребная мощность электродвигателей мельницы и вентилятора 4,5—235 кВт.

Удельная производительность на 1 кВт мощности электродвигателя мельницы (без вентилятора) в зависимости от размолоспособности материалов колеблется в широких пределах. Для предварительных расчетов для мельницы с диаметром рабочего кольца 1100 мм удельную производительность можно принять по данным в табл. 36.

ОБОРУДОВАНИЕ* для приготовления порошкообразной керамической массы

методы приготовления прессовочного порошка

Порошкообразную массу для прессования фаянсовых плиток готовят тремя проверенными в заводской практике методами.

Широко используемый ранее метод подсушки получаемой из фильтр-прессов пластичной массы и ее измельчения до заданной крупности возник на основе технологии производства хозяйственного фаянса. Пластичную массу вместо проминки в массомялках подсушивали до влажности пресс-порошка и затем измельчали в дезинтеграторах или других машинах. На современных заводах этот сложный и трудоемкий метод заменен автоматизированным без использования фильтр-прессов.

Другой метод стали применять после организации централизованного обогащения и размола керамического сырья по техническим условиям заводов-потребителей. При этом (преимущественно в США) дробление, обогащение и тонкий помол компонентов на централизованных заводах выполняют с использованием мощного оборудования непрерывного действия и с малыми удельным расходом электроэнергии и рабочей силы. В производстве плиток не надо эксплуатировать сложные массогазотвительные цехи с оборудованием периодического действия. Порошок для прессования готовится в одном агрегате путем смешения готовых сухих порошкообразных компонентов с последующим увлажнением смеси.

Третий метод получения прессовочного порошка путем высушивания жидкой массы до заданной влажности в распылитель-

ных (башенных сушилках) широко применяется в автоматических линиях для производства облицовочных плиток. По этому методу в производстве плиток на заводах СССР трудоемкое частичное обезвоживание жидкой массы в фильтр-прессах периодического действия и подсушка полученной пластичной массы с последующим измельчением заменяются высушиванием распыленной жидкой массы в башенной сушилке до заданной влажности.

РАСПЫЛИТЕЛЬНЫЕ БАШЕННЫЕ СУШИЛКИ

За последние годы широкое распространение на действующих и новостроящихся заводах строительной керамики получило приготовление прессовочного порошка в распылительных сушилках. Этот способ дает наибольший экономический эффект, когда используется сырье, нуждающееся в тонком мокром помоле и ситовой и электромагнитной очистке и непригодное для непосредственного использования в керамических массах. Практиковавшийся ранее способ частичного обезвоживания шликера в фильтр-прессах и затем подсушки получающихся «коржей» пластичной массы в сушилках и грубого помола в мельницах ударного действия отличается от получения порошка в распылительных сушилках большой трудоемкостью, потребностью в больших площадях для размещения разнотипного оборудования. Для порошка, получаемого из распылительной сушилки, характерны сферическая форма зерен и малое содержание пыли, чем облегчается распределение его в пресс-формах и удаление воздуха при прессовании плиток.

Шликер с влажностью 45—65% подается из сборника, оборудованного пропеллерными мешалками, мембранным насосом 2

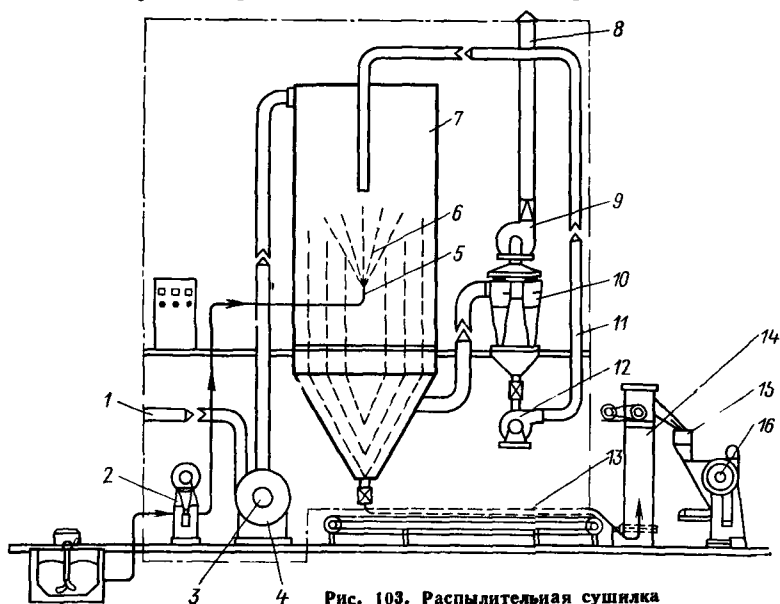


Рис. 103. Распылительная сушилка

(рис. 103) в механическую форсунку 5. Шликер распыляется на мелкие частицы, направляемые веером 6 в верхнюю часть сушильной камеры 7. Воздух подается по трубе 1 в подогреватель 4, снабженный газовой горелкой 3. Горячие газы из подогревателя подаются в верхнюю часть камеры 7, омывают и высушивают капельки массы до заданной влажности (около 9%).

Из камеры отработанные газы отбираются вентилятором 9 через батарейный циклон 10 и выбрасываются в трубу 8 и в атмосферу. Тонкая пыль, выделяемая циклоном и непригодная для прессования, подается вентилятором 12 обратно по трубе 11 в сушильную камеру, осаждается на каплях распыляемого шликера и возвращается в производство.

Порошок транспортером 13 и элеваторами 14 подается в бункера 15 прессов 16.

Производительность распылительных сушилок конструкций Минского комбината стройматериалов и НИИСтройкерамики составляет соответственно 5 и 2,6 т/ч; количество испаряемой влаги 3 и 2,02 т/ч; расход тепла на испарение воды 3486 и 3158 кДж; объем сушильной камеры 650 и 94 м³.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПРЕССОВОЧНОГО ПОРОШКА В БЕГУНКОВЫХ СМЕСИТЕЛЯХ

В США в производстве прессовочного порошка способ предварительного перемешивания тонкоизмельченных сухих глин отошающих материалов применяется, например, на заводе «Atlantic Tile Manufacturing Co». Автоматическая линия этого завода показана на рис. 104.

В бегунковый смеситель 2 шихта загружается скиповым подъемником 1. Смеситель снабжен автоматом для регулирования подачи воды или других жидких «связок» в соответствии с рецептурой. Жидкие добавки вводятся постепенно после предварительного сухого перемешивания, что обеспечивает равномерность увлажнения. Перемешанная и

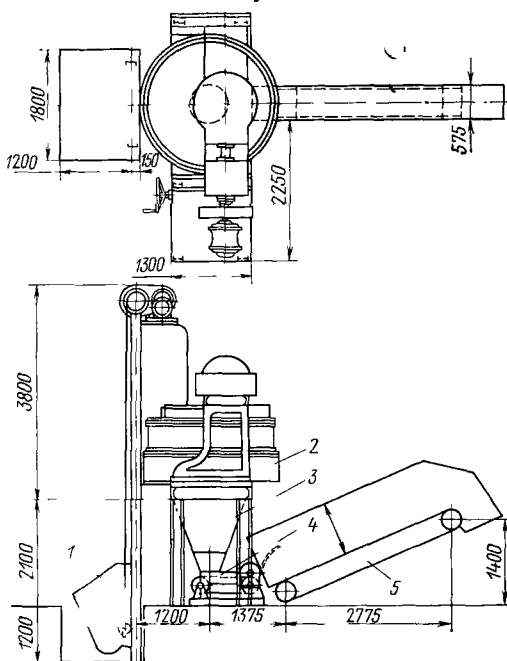


Рис. 104. Автоматическая линия для приготовления пресс-порошка в бегунковых смесителях

увлажненная масса выгружается через промежуточный бункер 3 в бесколосниковую быстроходную молотковую мельницу 4 для измельчения крупных комков. Готовая масса герметизированным ленточным 5 или шнековым транспортером подается в бункера прессов. Все операции приготовления прессовочного порошка выполняются автоматически с помощью электроблокировки отдельных механизмов установки.

БЫСТРОХОДНЫЕ БЕГУНКОВЫЕ СМЕСИТЕЛИ

Бегунковые смесители изготовляют двух типов: с двумя лопатками и одним катком (рис. 105, а), с двумя лопатками и двумя катками (рис. 105, б). Для производства капсульных масс, пропускаемых после смешивания и увлажнения через ленточные прессы, целесообразно пользоваться смесителями с двумя лопатками и одним катком. При производстве тонких керамических масс для штамповки (изоляционный низковольтный фарфор, облицовочные плитки), где требуется прямо из смесителя получить массу без комков, с равномерно распределенной влагой и минимальным содержанием воздуха, целесообразно применять смеситель с двумя катками (бегунками) и двумя лопатками.

Рабочие органы смесителя — катки 1 и лопатки 2 закреплены на вращающейся крестовине 3, ось которой расположена эксцентрично относительно оси тарелки, вращающейся в однороторных и двухроторных смесителях в направлении, противоположном вращению катков. Вращение тарелки, бегунков и лопаток в противоположных направлениях позволяет при относительно небольшой абсолютной скорости механизмов иметь большую скорость перемещения лопаток и бегунков относительно смешиваемой массы. Благодаря эксцентричному расположению осей тарелки и перемешивающего механизма траектории движения рабочих органов являются сложными, многократно пересекаются и обеспечивают интенсивное перемешивание материала. Кроме вращающихся ло-

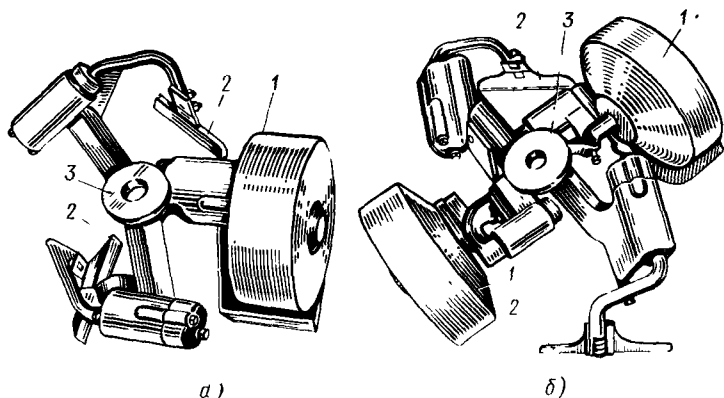


Рис. 105. Перемешивающие механизмы смесителей

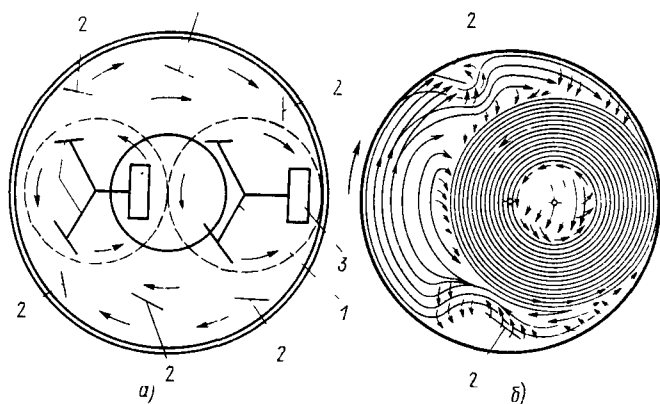


Рис. 106. Схема перемешивания пресс-порошка

патоки в смесителе имеются неподвижные лопатки 2 (рис. 106, а), подающие материал при вращении тарелки к лопаткам 1 и каткам 3, к двум или к одному ротору (рис. 106, б).

Бегунковые смесители являются машинами периодического действия. Материал подъемным ковшом подается на вращающуюся тарелку смесителя. По окончании смешивания открывается при помощи рукоятки отверстие, находящееся в центре тарелки, и перемешанная масса разгружается вращающимися лопатками в бункер бесколосникового гранулятора (см. рис. 104). Для устранения пыли, выделяющейся при работе быстроходного смесителя, все механизмы установки закрыты герметичными кожухами. Загрузочный ковш поднимается канатной лебедкой.

Завод «Lancaster» (США) изготовляет бегунковые смесители моделей 150 и 250. Объем их составляет соответственно 50—150 и 80—250 л; диаметр тарелок 1500 мм, катков 400 и 465 мм; мощность электродвигателя 3—5 и 4,5—6 кВт соответственно; массы смесителей 1650 и 2450 кг.

БЕСКОЛОСНИКОВЫЕ МОЛОТКОВЫЕ ГРАНУЛЯТОРЫ

Для приготовления прессовочного порошка удовлетворительного зернового состава из глин или масс с влажностью от 6 до 10% в США применяют быстроходные бесколосниковые молотковые мельницы — грануляторы (распылители). Использовать для этой цели молотковые мельницы с решетками не следует, так как решетки с мелкими отверстиями легко забиваются влажной массой.

Литой или сварной корпус 2 (рис. 107) молоткового бесколосникового гранулятора вместе с ротором 1 смонтирован на раме под бегунковым смесителем. Вдоль образующей ротора на осях шарнирно закреплены тонкие пластинчатые молотки. Ротор приводится во вращение от мотора 3 клиноременной передачей 4.

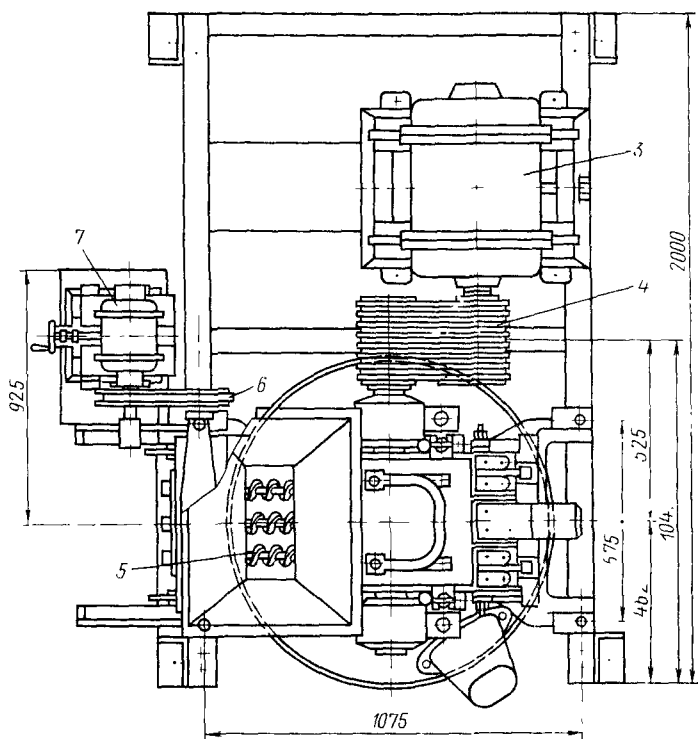
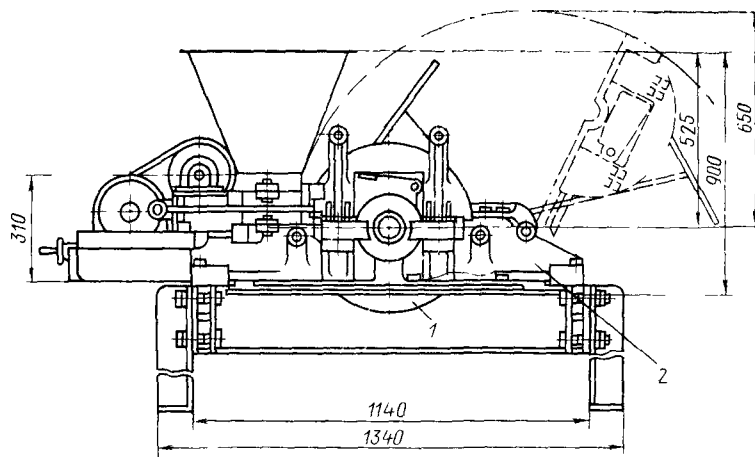


Рис. 107. Молотковый бесколосниковый гранулятор

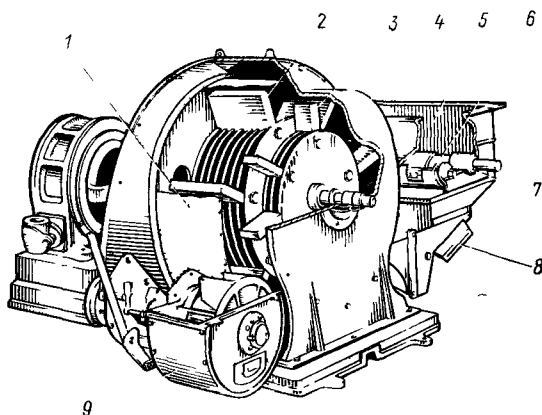


Рис. 108. Двухступенчатый гранулятор

Питатель 5, состоящий из нескольких расположенных в горизонтальном ряду винтов, обеспечивает равномерную подачу материала и однородность его зернового состава после измельчения. Питатель приводится в движение от отдельного мотора 7 через клиноременную передачу 6. Сменой шкивов этой передачи можно в известных пределах регулировать производительность мельницы и крупность зерен прессовочного порошка.

На больших заводах внедряется пневматическое транспортирование порошкообразных материалов. При этом быстроходные легкого типа молотковые грануляторы специально приспособливают для подачи прессовочного порошка непосредственно в бункера прессового цеха, снабженные циклонами. Бункера для прессовочного порошка можно устанавливать непосредственно у прессов без использования сложных транспортных устройств.

Для получения при работе по открытому циклу достаточно измельченной массы грануляторы (рис. 108) снабжают двухступенчатым ротором, который вращается с частотой 1800 об/мин и выше в зависимости от размеров мельницы. Из бункера 5 глина (при производстве плиток для полов) или уплотненная масса подается через питатель 6, состоящий из двух зубчатых валиков 7, в рабочую камеру, где разбивается билами 3 и 2. Размолотая глина (или масса) увлекается воздухом, который проходит сквозь отверстие с регулирующим шибером 8, рабочую камеру 4, контрольное сито 1 и подается вентилятором 9 в циклон для сортирования (классификации).

Производительность быстроходных бесколосниковых молотковых грануляторов колеблется от 160 до 11 600 кг/ч, в зависимости от их размеров, свойств измельчаемой глины или массы и требуемой тонкости измельчения. Удельный расход энергии составляет 10—3,4 кВт·ч на 1 т измельченного материала.

Для тонкого измельчения пластичных материалов часто применяют дезинтеграторы (табл. 37). Дезинтегратор состоит из двух вращающихся дисков 4 и 7 (рис. 109), по окружностям которых насажены концентрическими рядами пальцы 6. В зависимости от заданной степени измельчения на дисках устраивают по одному, два и три ряда пальцев. Дробильные роторы (так называемые корзины) укреплены на валах 11, 9 и вращаются один навстречу другому при помощи шкивов 3 в подшипниках 2 и 8, установленных на массивной чугунной станине 1. Дробильный механизм помещен в герметичном кожухе 10, верхняя отъемная часть которого имеет загрузочную воронку 5 для подачи материала в центр вращающихся дисков.

Дезинтеграторы малой производительности имеют один вращающийся и один неподвижный диск. Куски материала проходят через вращающийся диск, разбиваются в пыль встречными ударами пальцев и выбрасываются вниз через отверстие в фундаментной плите. Дезинтегратор подобно центробежному вентилятору выдувает насыщенный пылью воздух через выходное отверстие, поэтому бункера или транспортные устройства, в которые подается измельченный материал, должны закрываться герметичными кожухами. Избавиться от пыли в помещениях, где работают дезинтеграторы, довольно трудно.

37. Техническая характеристика дезинтеграторов

Показатели	Модель			
	№ 1	№ 2	№ 3	СМ-223
Диаметр, мм:				
наружного ряда пальцев	800	1000	1350	330
приводного шкива	300	400	600	—
Частота вращения, об/мин	600—800	500—700	300—450	1420
Мощность мотора, кВт	7,5	9	11	1,7
Производительность при влажности 8%, т/ч	1,75	4,0	6,0	1,0
Масса машины, кг	1325	2400	3500	220
Габаритные размеры, мм:				
длина	2200	2700	2900	1190
ширина	1120	1350	1740	570
высота	1250	1345	1700	571
Наибольшая крупность поступающих кусков, мм	25—50	25—50	25—50	25
Количество рядов пальцев на каждом диске	2	2	3	2
Гранулометрический состав помола — содержание (приблизенное) зерен, %:				
от 3 до 1 мм	10	10	10	—
от 1 до 0 мм	90	90	90	—

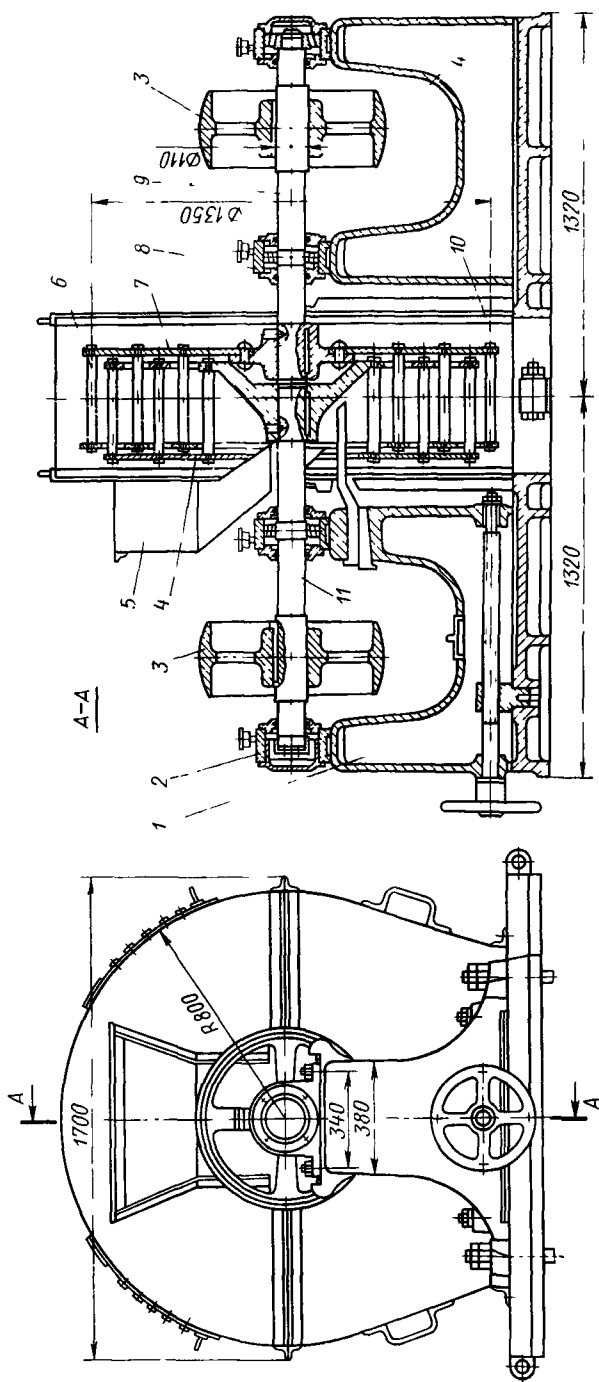


Рис. 109. Дезинтегратор

В дезинтеграторах можно измельчать глины и другие материалы с высокой влажностью, неприемлемые при дроблении на бегунах и молоточных мельницах из-за забивания сита или решетки, а также гранулировать прессовочные порошки после увлажнения на бегунах или иных смесителях.

При попадании металлических частей или твердых камней в дезинтегратор неизбежна серьезная авария, поэтому надо тщательно наблюдать за загрузкой материала. Весьма целесообразно дезинтегратор загружать транспортером с магнитным барабаном, задерживающим куски железа, болты и другие металлические предметы.

Производительность дезинтеграторов определяется вязкостью материала, а для глин — их пластичностью и влажностью.

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ, ПОЛУАВТОМАТЫ И АВТОМАТЫ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ФАРФОРА И ФАЯНСА

ФОРМОВАНИЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТИЧНОЙ МАССЫ

СПОСОБЫ И ОСОБЕННОСТИ ФОРМОВАНИЯ

В производстве хозяйственного фарфора и фаянса организация механизированных поточных линий, их состав и уровень автоматизации технологических процессов во многом определяются разнообразным ассортиментом изделий и структурой цехов реконструируемых и строящихся заводов [4]. Формование и сушка тарелок и блюдец, корпусов чашек и чайников могут быть выполнены в формовочно-сушильных автоматах. Некоторые операции, например обработка тонкостенных хрупких после сушки фарфоровых изделий, изготовление и приклеивание мелких деталей — носиков и ручек, не поддаются автоматизации и выполняются вручную. Механизмы, предложенные для выполнения таких операций, полностью не устраняли ручного труда или давали высокий процент боя и брака продукции. Выполнение этих операций часто совмещается с визуальным контролем качества полуфабриката, при этом устраняется необходимость специальной организации промежуточного контроля качества, снижается количество занятых рабочих и устраняется монотонность ручного труда.

В дальнейшем описываются механизированные и автоматизированные линии и оборудование, применяемое для формования хозяйственного фарфора и фаянса из пластичной, порошкообразной и жидкой массы. Метод пластического формования получил в этой отрасли производства преимущественное использование из-за высокой производительности применяемого оборудования. Метод отливки изделий в гипсовых формах характерен преимущественно для производства изделий сложной формы, которые нельзя заформовать из пластичной массы, например художественного и декоративного фарфора, майолики и мелких деталей. Метод пресования толстостенных тарелок из низкотемпературных фарфоровых и фаянсовых масс, несмотря на общепризнанную его экономическую эффективность, еще находится в стадии лабораторных исследований и конструкторских разработок.

Помимо описания оборудования, использованного в рассматриваемых механизированных линиях, в этой главе дается описание

полуавтоматов и автоматов, которые в перспективе будут способствовать дальнейшей механизации и автоматизации технологических процессов фарфоро-фаянсовой промышленности.

В станках и полуавтоматах разных конструкций основными органами для формирования изделий из пластичной массы являются гипсовые или пластмассовые пористые формы и плоские стальные шаблоны или вращающиеся профильные ролики [5]. В последние годы начинают применять ролики из гидрофобных пластмасс.

Все формы данной партии должны иметь одинаковые размеры и пористость, иначе заформованные на них изделия будут иметь разную толщину, а также деформироваться и давать трещины при сушке из-за неравномерного отсасывания влаги через капилляры форм. Особенно неблагоприятно действует на формы вода, содержащая щелочи. Оборачиваемость форм в зависимости от качества гипса колеблется около 100 оборотов. Механическая прочность гипсовых форм с увеличением их пористости снижается, а количество отсасываемой влаги из формируемого изделия увеличивается. Пористость форм измеряется их водопоглощением и регулируется количеством воды при затворении гипса. Размеры пор уменьшаются при более тонком помоле гипса.

Объемная масса гипсовых форм составляет приблизительно $0,95 \text{ г/см}^3$, пористость 60%; преобладающий диаметр пор 1—4 мкм; водопоглощение форм 30—40%; предел прочности при изгибе 25—40 кгс/см²; количество возможных формовок равно 100; влажность формы не выше 5%.

Проверены опытные партии пластмассовых форм для тарелок и чашек в производственных условиях. На основе эксплуатации 4000 форм на Дулевском фарфоровом заводе имени газеты «Правда» получены следующие данные: оборачиваемость форм (приблизительное число формовок) для чашек составляет 7000, для тарелок 5000; масса формы для чашек 570, для тарелок 630 г.

При такой высокой оборачиваемости использование пластмассовых форм становится выгодным, несмотря на относительно высокую их стоимость. Организация производства пористых пластмассовых форм при налаженных поставках сырья химической промышленностью открывает широкие перспективы усовершенствования формовки фарфора и фаянса со значительным экономическим эффектом. В гипсовой или пластмассовой пористой форме (рис. 110) оформляется наружная поверхность полых изделий, например чашек, а шаблоном (рис. 111) — внутренняя.

Шаблоны изготовляют из стального листа толщиной 7—10 мм в соответствии с контурами формируемого изделия. Стальную пластину шаблона вместе с привинченной к ней деревянной планкой затачивают под углом около 15° в зависимости от влажности массы.

При изготовлении тарелок и блюд формой профилируется внутренняя поверхность, а шаблоном — наружная.

Пласт или цилиндр фарфоровой массы на поверхности гипсовой формы обжимается шаблоном или роликом.

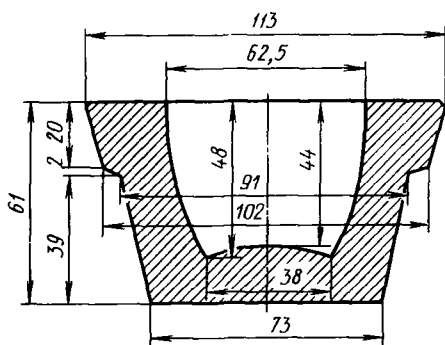


Рис. 110. Гипсовая форма для формования полых изделий

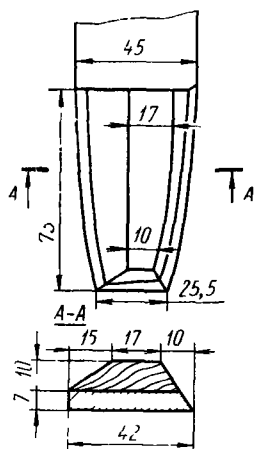


Рис. 111. Шаблон для формования чашек

В развитии конструкций формующих устройств по мере усовершенствования полуавтоматов и автоматов [3] можно отметить следующее. Ранее применяли тонкий шаблон (рис. 112, а). Он опускается в радиальной плоскости на фарфоровую массу, кромкой уплотняет ее в вертикальном и срезает в горизонтальном направлении с накоплением избытка массы перед шаблоном. Для формования тонким шаблоном используют массу с влажностью 23—25%. При небольшой толщине шаблона и остром угле заточки формование не сопровождается существенным уплотнением массы, и наблюдается значительный сдвиг и срез верхнего ее слоя. Для получения гладкой поверхности изделия масса в заключительной стадии формования смачивается водой, что приводит к неравномерной влажности изделия и затруднениям в процессе сушки. Внедрение в заводской практике более толстых шаблонов с увеличением угла заточки (рис. 112, б) дает возможность повысить уплотнение массы, снизить ее влажность на 1,5—2%, устранить смачивание ее поверхности водой и снизить деформацию изделий при сушке и обжиге.

Использование вращающейся формы, подвергающейся разрыву при высоких скоростях под действием центробежных сил, ограничивает частоту вращения формовочного шпинделя и

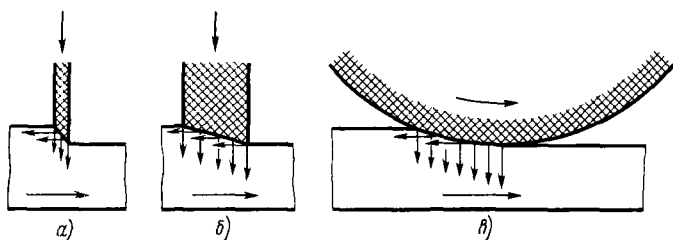


Рис. 112. Схемы формования тарелок и других «плоских» изделий

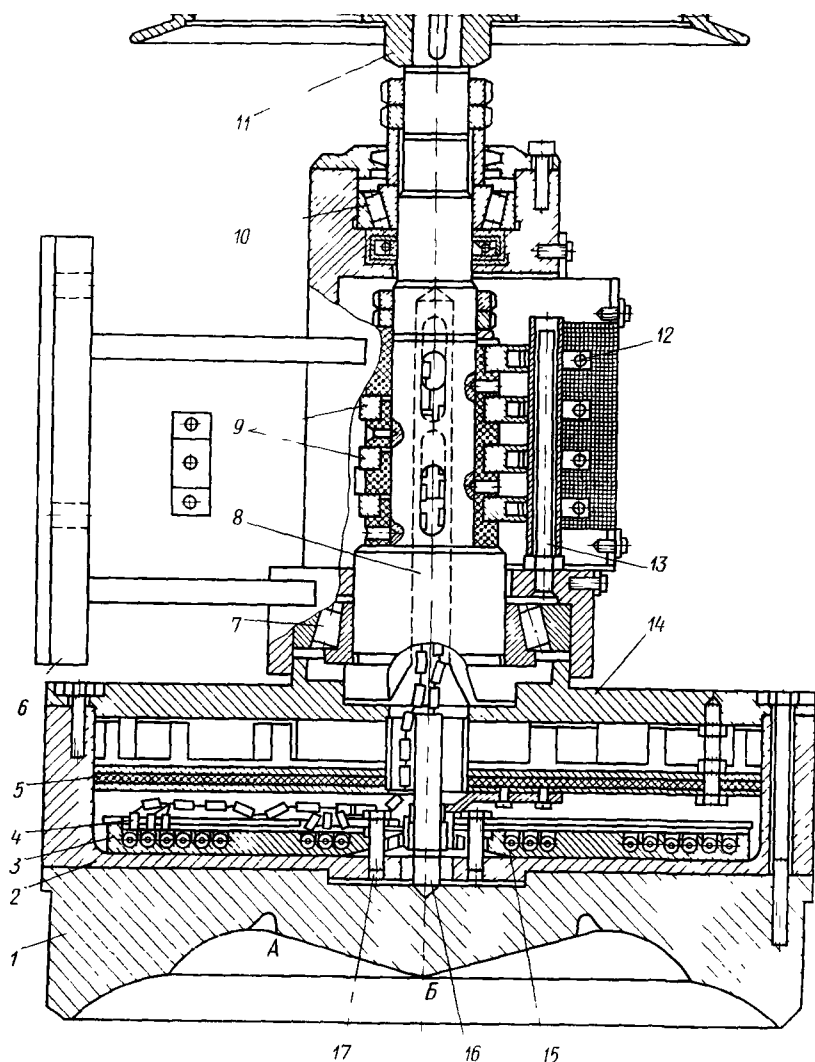


Рис. 113. Профильный ролик

скорость формования, а следовательно, и производительность полуавтомата.

Замена вращения гипсовой формы на вращение тройного шаблона с регулируемой частотой до 1200 об/мин дает соответствующее увеличение производительности одношпиндельного полуавтомата. Кроме того, одновременный нажим на формуемую массу

трех радиальных шаблонов вместо одного позволяет формировать тарелки и блюда из цилиндрической заготовки вакуумированной массы без предварительного формования пласти.

Тройной шаблон при повышенной частоте оборотов шпинделя дает в единицу времени в 7—9 раз больше круговых нажимов на массу, чем один шаблон на формовочном станке с вращающейся формой. Естественно, при этом существенно повышается производительность полуавтомата. Однако необходимость увлажнения поверхности формируемой массы усложнило конструкцию тройного шаблона и привело к замене его формирующим роликом (рис. 112, в).

Ролик для формования тарелок состоит из сменного профильного диска 1 (рис. 113), закрепленного вместе с электронагревательным устройством на диске 14, шпинделя 8, вращающегося в роликовых подшипниках 7 и 10, кронштейна 6 и приводного шкива 11.

Нижняя поверхность диска 1 является негативом для обратной стороны тарелки, когда в заключительной стадии формования вращающийся шпиндель вместе с кронштейном 6 повернутся против часовой стрелки и участок *АВ* образующей ролика примет горизонтальное положение. Лицевая сторона тарелки, как и в других полуавтоматах, имеет профиль, соответствующий профилю гипсовой формы.

В результате взаимодействия вращающейся гипсовой формы и профильного ролика фарфоровая масса постепенно раскатывается от центра к периферии и получает форму тарелки или блюда заданного фасона.

Электронагрев профильного ролика выполняется нихромовыми спиралями 15, которые уложены в пазах диска 3 в керамической изоляции 4. Диск 3 прикреплен винтами 17 к дну цилиндрической коробки 2. От диска 14 и шпинделя 8 электронагреватель изолирован теплоизоляционной прокладкой 5. Отводы от спиралей 15 подведены через трубку 16 и канал в шпинделе к коллекторным кольцам 9, к которым при вращении ролика подается ток через щеткодержатели 12, закрепленные на шпильке 13. Температура нагрева диска 1 контролируется терморпарой и регулируется изменением силы тока, подаваемого в спирали нагревателя.

АВТОМАТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФАРФОРОВЫХ ТАРЕЛОК И БЛЮДЕЦ

Сервизные тарелки и блюда изготовляют обычно по традиционной схеме с двукратным обжигом до температуры 900° С, а затем до 1350° С. Автоматизация процессов на современных заводах начинается с отрезания заготовок из цилиндров вакуумированной фарфоровой массы и может продолжаться до выпуска тарелок из конвейерных печей после первого обжига. Далее процессы выполняются в полуавтоматах, которые загружают вручную.

В производстве углощенных тарелок для общественного питания из низкотемпературной массы при однократном обжиге до

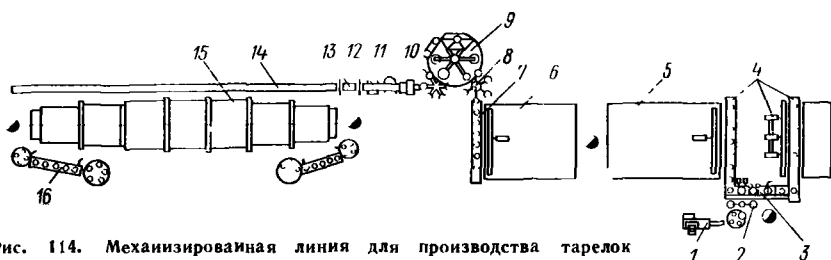


Рис. 114. Механизированная линия для производства тарелок

1200° С технологическая схема упрощается. В этих условиях производство имеет более высокий уровень автоматизации основных технологических процессов.

Автоматическая линия для формования тарелок в основном состоит из вакуум-пресса 1 (рис. 114), машины 2 для приготовления пластов, транспортера 3, автомата 4 для формования тарелок, двух сушилок 5 и 6, автомата 9 для зачистки тарелок и обеспыливания. Далее процессы выполняются в установке 11 для глазурирования, двенадцатиканальной конвейерной роликовой электропечи 15 для обжига тарелок, на машинах 16 для шлифовки и упаковки, переставительных и транспортирующих устройствах (7, 8, 10, 12, 13, 14).

Вакуум-пресс подает цилиндрический брус массы диаметром до 150 мм к автоматической пласторезке. Часовая производительность пресса до 1000 кг/ч при мощности привода 11 кВт.

Автомат для формования тарелок выполняет две операции: разводку пласта и формование. Для хорошего сцепления пласта с гипсовой формой полый шпиндель формующего автомата присоединен к вакуумному устройству. Отличительной особенностью автомата является предварительная обработка отрезанного пласта шаблоном перед автоматической его укладкой на гипсовую форму.

Производительность автомата 300—600 шт/ч; частота вращения формующего ролика 120—300, шпинделя 150—400, синхронизирующего кулачкового вала 5—10 об/мин; мощность двигателя шпинделя 1 кВт. Суммарная мощность электродвигателей формующего автомата 3,45 кВт. Мощность нагревателя формующего ролика 3,5 кВт.

Габаритные размеры автомата: длина 2300; ширина 1800; высота 1700 мм; масса 2200 кг.

Переставительное устройство загружает сушилку гипсовыми формами с заформованными тарелками для предварительной сушки и выгружает из сушилки освободившиеся гипсовые формы. Мощность двигателя для съема форм 0,18 кВт, мощность двигателя для загрузки 0,55 кВт.

Работа автомата для оправки сухих тарелок синхронизирована при помощи пульсирующего транспортера с работой сушильной установки. Автомат состоит из шпинделей для зачистки та-

релок, устройств для их центровки и переставителя для передачи тарелок на ленточный транспортер.

Производительность автомата 660 шт/ч; общая мощность приводов 7,5 кВт; расход воды 1,0 м³/ч; расход воздуха 0,1 м³/ч.

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ для изготовления чашек

Механизированные линии для формования чашек работают на наших фарфоровых заводах в двух типичных вариантах. Первый вариант использован на Дмитровском фарфоровом заводе, где на основе двух формовочных автоматов фирмы «Service» (Англия) и скоростной подвялочной сушилки в двух смежных помещениях организована механизированная линия с использованием люлечных конвейеров для перемещения полуфабриката.

По второму варианту созданы две механизированные линии на Дмитровском и Барановском фарфоровых заводах на основе четырехшпиндельных формовочных автоматов фирмы «Netzsch» (ФРГ), скомбинированных с подвялочными конвейерными сушилками, механизмов для оправки чашек, приспособлений для приставки ручек и сушилок для сушки чашек с ручками, работающих с использованием механических переставителей.

На механизированной линии (спроектирована на основе формовочных полуавтоматов под руководством Ю. И. Черняева и А. П. Пискарева, изготовлена и смонтирована под руководством В. М. Грецова и И. П. Лукуткина) для изготовления чашек на Дмитровском фарфоровом заводе выполняются следующие операции: 1) подача заготовок в форму и автоматическое формование чашек; 2) предварительная сушка изделий при температуре 150—250° С в течение 1,5 мин продуктами горения природного газа; 3) оправка края чашек на оправочном полуавтомате; 4) сушка в конвейерных сушилках; 5) газурование в полуавтоматах; 6) механизированная передача изделий от одной операции к другой и с этажа на этаж.

Продолжительность обработки изделий от формования до загрузки на вагонетки гуннельной печи составляет около 7 ч.

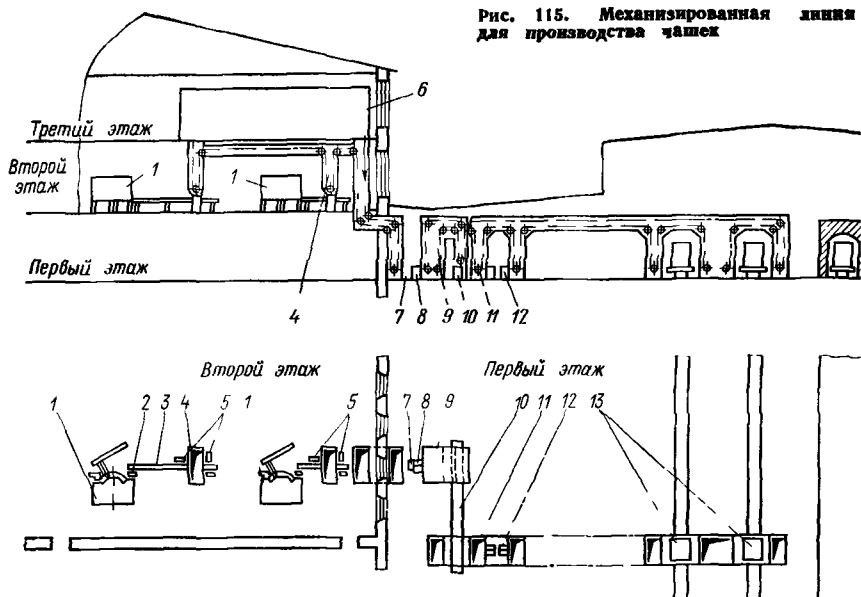
На формовочно-сушильной части каждой линии освободелось 11 человек в смену из работавших ранее на этом участке.

Вручную выполняют приставку ручек, спарку и склейку чашек, заборку на этажерки печных вагонеток.

На втором этаже формовочного цеха (рис. 115) установлено два формовочно-сушильных агрегата 1 фирмы «Service» с оправочными полуавтоматами 2. Отформованные, предварительно высушенные и оправленные на этих агрегатах чашки ленточным транспортером 3 подаются к рабочим местам 5 приставщиков.

Обработанные изделия по выносным вертикальным ветвям 4 люлечного конвейера подаются на третий этаж в конвейерную сушилку 6 на окончательную сушку, после чего по такой же вертикальной ветви опускаются на первый этаж.

Рис. 115. Механизированная линия для производства чашек



На первом этаже туннельного цеха, где установлены две глазуровочные машины 8, чашки подвергаются парафинированию края в ванне 7 и внутреннему глазурованию.

Во избежание переувлажнения чашек на линиях осуществляется раздельное глазурование с промежуточной подсушкой (15—20 мин) на передаточном транспортном устройстве 9. Наружное глазурование проводится на конвейерной машине 10, после чего чашки устанавливаются на полки люлечного конвейера 11 и доставляются к рабочим местам 12 «спарки» и склейки. Далее этим же конвейером изделия подаются для загрузки на печные вагоны 13.

Расчетная производительность линий — 14 000 чашек в смену.

В механизированной линии фирмы «Netzsch» сделана попытка связать формовочно-сушильный четырехшпиндельный автомат 1 (рис. 116) вакуумным подъемником 2 и вакуумным поворотным механизмом 3 с механизмом зачистки края 4 и с устройством 5 для ручной приставки ручек. Чашки с ручками устанавливают вручную на конвейер сушилки 6.

В этой линии по проекту фирмы должны выполняться формование корпусов чашек, оправка, приставки ручек и сушка. Глазурование, спарка, склейка чашек и подача чашек на обжиг организованы заводами применительно к местным условиям. Основные процессы выполняются следующим образом.

Заготовки массы диаметром 55—60 мм, длиной 450—500 мм подают в два ленточных дозатора с автоматизированными струнными резаками, а затем вручную закладывают в гипсовые формы.

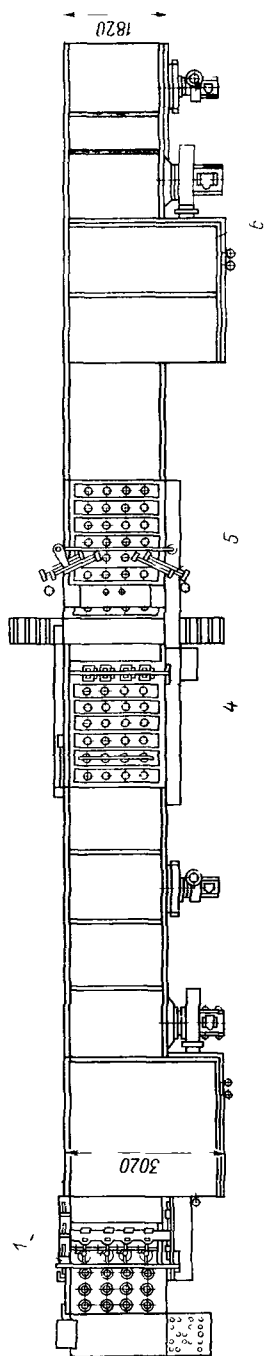
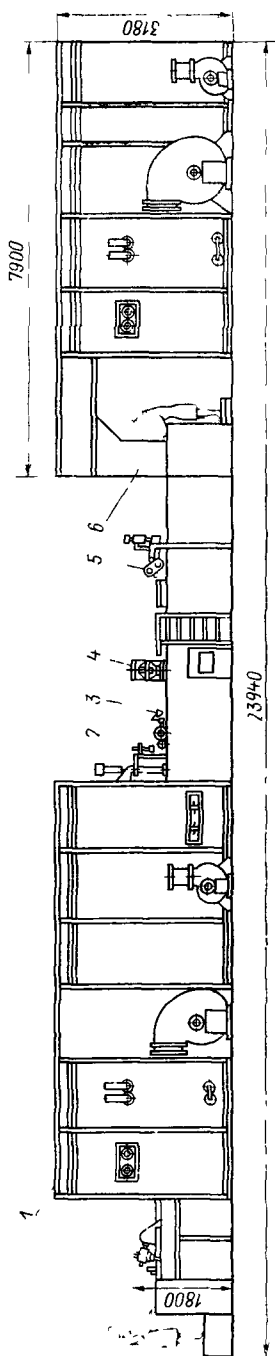


Рис. 116. Механизированная линия фирмы «Netzsch» для производства чашек

Четыре подъемных шпинделя прижимают формы к четырем формующим головкам, закрепленным на трубчатой раме над выносной горизонтальной ветвью конвейерной сушилки.

Формующий ролик при погружении в гипсовую форму вращается благодаря захвату его массой. Нажимом тормозных лент регулируют количество оборотов ролика.

Формующие ролики имеют электроподогрев и заменяются после формования 350 тыс. чашек.

Полки в сушилке предварительной сушки перемещаются синхронно с работой формовочной машины цепным пульсирующим конвейером. На полке размещаются четыре формы для чашек или блюд. Чашки переставляются из сушилки вакуум-подъемником и вакуум-кантователем с резиновыми присосами на горизонтальный полочный конвейер в подставки. Транспортер подает чашки на позиции зачистки края и приставки ручек. Автомат для зачистки края чашек имеет губчатый диск, вращающийся в ванночке с водой от индивидуального привода. Диск с ванночкой и приводом совершает возвратно-поступательное движение, синхронизированное с перемещением транспортера. Над шпинделями закреплены прижимные диски с подпружиненными кронштейнами. Механизм приставки ручек должен был, по замыслу конструкторов, облегчить ручную операцию, но не обеспечил бесперебойной работы установки и не дал ожидаемой экономии рабочей силы.

Блюда формуют так же, как и чашки, — ножкой вниз. Формы с отформованными изделиями опускаются в гнезда на полках конвейера и поступают в сушилку, где подвяливаются горячим воздухом, струи которого направляются в полость чашек или блюд и ускоряют процесс.

Края блюд не зачищаются, так как установленный для этого механизм не обеспечивает достаточно высокого качества изделий, и зачистка выполняется вручную.

Длительная эксплуатация в условиях одного предприятия двух одинаковых по назначению, но различных по конструкции, механизированных линий позволяет провести объективное сопоставление их работы.

Достигнутая производительность обеих линий почти одинакова и находится в пределах 1000 шт/ч.

Количество рабочих на линии «Netzsch» — семь человек, а на линии с полуавтоматами «Service» — пять человек. Отходы производства на линии «Netzsch» в 2 раза выше, а занимаемая площадь в 3 раза больше, чем на линии с полуавтоматами «Service». Кроме этого, следует заметить, что линия «Netzsch» очень сложная и часто выходит из строя с продолжительными простоями. Чаще всего выходит из строя блок перестановки изделий из форм на конвейер для дальнейшей их обработки. При выполнении этой операции возникают различные дефекты и резко возрастают технологические отходы.

Линия «Netzsch» имеет четыре формующих органа и в конструкции не предусмотрена возможность работы трех линий при остановке одной линии на ремонт. При неисправности, возникшей в одном потоке, приходится полностью останавливать всю установку.

ПОТОЧНАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЧАЙНИКОВ

Значительный интерес представляет линия, разработанная конструкторским бюро Дмитровского фарфорового завода применительно к использованию имеющихся площадей действующего формовочного цеха и примыкающего к нему одноэтажного здания туннельного цеха. Эта линия является типичным примером линий, оборудуемых в реконструируемых цехах, когда полуавтоматы созданы и проектируются первоначальные варианты для механизации сложных ручных операций.

На линии осуществляются следующие операции: формование, подвялка, пробивка сетки, оправка, приставка, окончательная сушка, обдувка, глазурирование, заборка на этажерки туннельных вагонов.

Линия (рис. 117) состоит из четырех конвейерных сушилок, восьми формовочных полуавтоматов 2, рабочих мест для ручной обработки и конвейеров. Отформованные и подвяленные в сушилках 1 корпуса чайников по специальному цепному транспортеру 3 передаются на рабочие места 4 для пробивки сетки в корпусе и зачистки шва. Двухленточным транспортером 5 чайники подаются к рабочим местам оправщиков 6 и приставщиков 7. Готовые чайники выносной ветвью люлечного конвейера 8 направляются в кон-

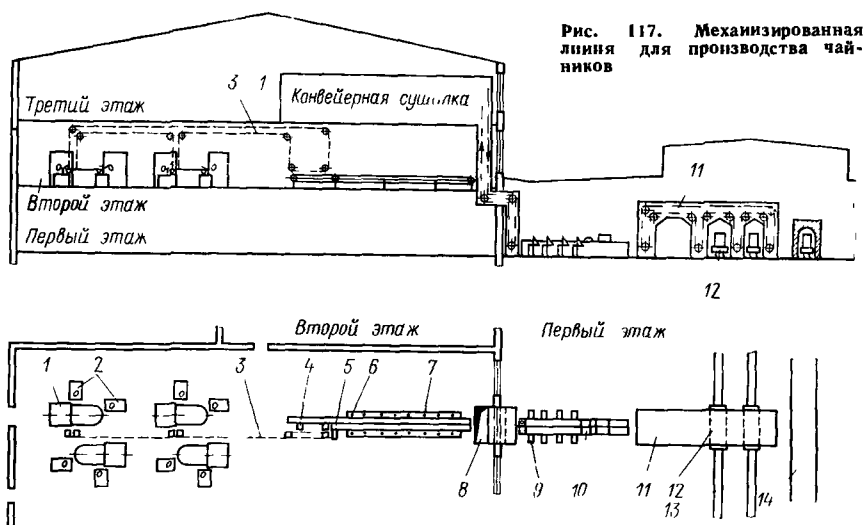


Рис. 117. Механизированная линия для производства чайников

вейерную сушилку длиной 21,3 м, расположенную на третьем этаже. После сушки той же выносной ветвью конвейера изделия подаются на первый этаж, где выполняются следующие операции: парафинирование ножек, окончательная отделка (устройство 9) обдувка и глазурирование на четырехрядной глазуровочной машине 10. Глазурированные изделия конвейером 11 направляются к туннельной печи для заборки на этажерки вагонеток 12, которые перемещаются по путям 13 в туннельные печи 14.

На линии использованы скоростные газовые сушилки, что позволяет сократить цикл предварительной сушки с 2 ч до 31 мин. Весь цикл от формования и до обжига составляет 7 ч.

ФОРМОВОЧНО-СУШИЛЬНЫЕ АВТОМАТЫ

Во всех полуавтоматах, в разное время применявшихся в производстве хозяйственного фарфора и фаянса, механизирована операция формования, а в наиболее совершенных моделях фирм «Miller Pattery engineering Co» (США) и «Service» (Англия) отрезка пласта или цилиндра массы и загрузка их в гипсовую форму. Подача форм в полуавтомат и вместе с заформованными изделиями обратно в конвейерную сушилку выполняется вручную и на современных заводах облегчается подводом выносных ветвей конвейера сушилки к полуавтоматам. Расход рабочей силы по сравнению с формованием на одношпиндельных станках снижается в 2—3 раза, а для перестановки форм не требуются рабочие высокой квалификации. Невысокая производительность полуавтоматов (500—600 формовок в час) приемлема для небольших заводов Западной Европы с разнообразным ассортиментом, когда для формования однотипных изделий требуется два-три полуавтомата, поэтому специализированные заводы ФРГ, ГДР, Франции и Англии, снабжающие оборудованием фарфоро-фаянсовую промышленность, ориентируются главным образом на производство полуавтоматов. На заводах большой мощности необходимо заменять многочисленные полуавтоматы высокопроизводительными формовочно-сушильными автоматами, в которых многшпиндельный (от 4 до 15 шпинделей) автомат объединен с сушилкой в соответствующее число автоматически работающих линий.

Формовочно-сушильные автоматы были впервые сконструированы машиностроительной фирмой «Miller Pattery engineering Co» (США). Производительность их изменяется в зависимости от количества заблокированных с сушилкой формовочных линий. Первая модель автомата имела восемь линий и производительность около 105 000 шт., а вторая — 168 000 шт. разнообразного ассортимента в сутки при 10 формовках в минуту и трехсменной работе.

Формовочно-сушильные автоматы Миллера являются наиболее эффективными в массовом производстве посуды из-за следующих особенностей их конструкции. Высокая производительность обес-

печивается большим количеством линий в одном агрегате. Ассортимент одновременно формуемых изделий разнообразен. Любую линию можно переналадить на выпуск изделий иного фасона и размера путем смены инструмента и форм, не приостанавливая работы остальных линий автомата. Эта особенность автомата позволяет одновременно выпускать разнообразные изделия, например тарелки, чашки, блюда, салатники, в соответствии с конъюнктурой сбыта. При изменении ассортимента заменяют алюминиевые подставки на полках конвейера и инструмент формирующей головки другими в соответствии с размерами нового комплекта форм.

Питатель 1 (рис. 118) формовочного автомата 2 загружается цилиндрами вакуумированной массы. Заформованные изделия люлечным цепным конвейером 3 подаются в сушилку 4. Сушилка имеет свободный пролет 6 между ветвями 7 конвейера. В пролете организована зачистка полых изделий и приклейка к ним деталей (ручек) на ленте транспортера 5. Обработанные изделия другой лентой транспортера подаются к загрузочному окну второй камеры 8 сушилки для окончательной сушки. Тарелки, блюда, салатники не снимаются с форм у транспортера 5, а досушиваются во второй камере 8 сушилки, а затем снимаются с форм у транспортера 9, который подает их на зачистку и в печное отделение.

Цилиндры вакуумированной массы, получаемые из массозаготовительного цеха, в питатели формовочной машины загружаются обычно одним рабочим. Отрезка пластов из цилиндров массы 2 (рис. 119) и их укладка на формы 1 производятся автоматически несложным и надежным механизмом 3. В формовочном автомате предусмотрены пульсирующее перемещение конвейерных полок с формами и две позиции для предварительного и окончательного формования. Открытая площадка над горизонтальной ветвью конвейера, проходящей через формирующую часть автомата, дает возможность использовать любые формирующие инструменты (шаблоны, штемпели, ролики).

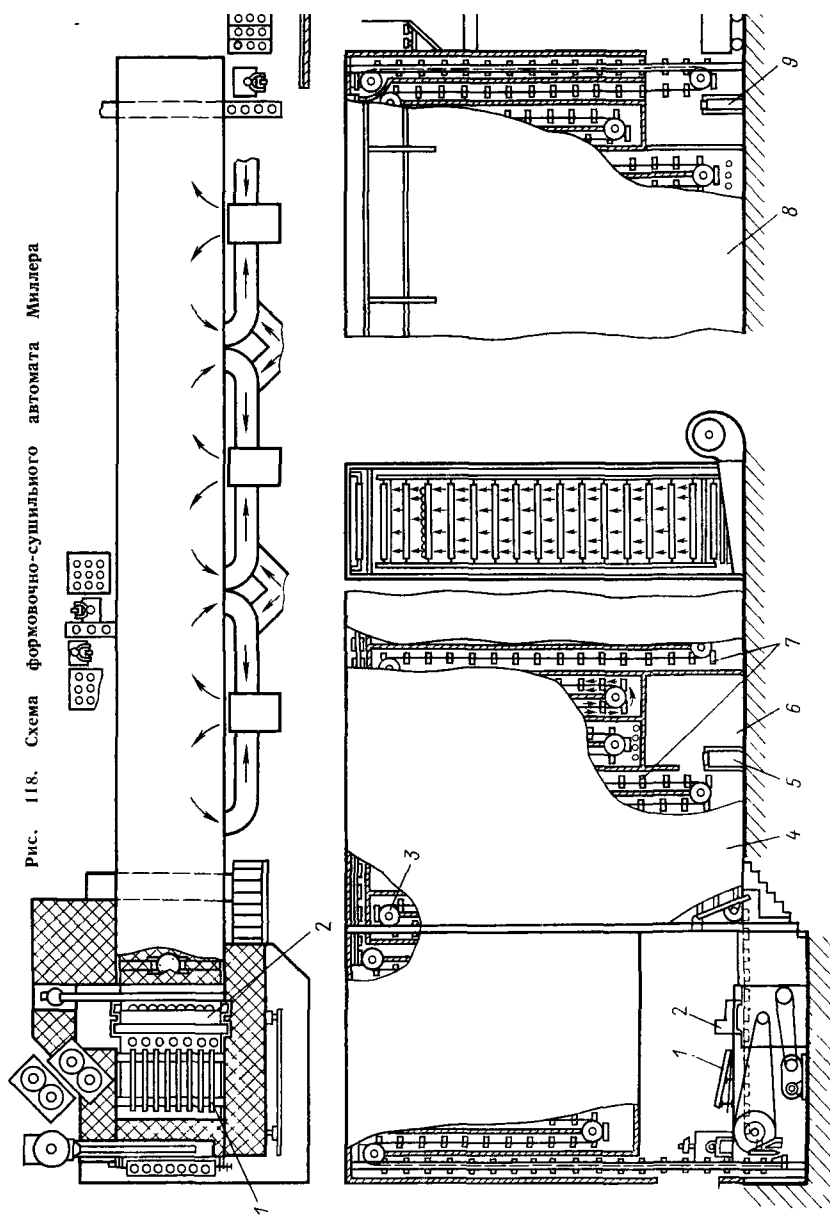
Простота конструкций описанных автоматов и надежность их работы, проверенная на заводах полуфарфора (США), открывают благоприятные перспективы для использования установок этого типа в массовом производстве наших заводов.

Производительность восьми- и двенадцатисекционного автоматов Миллера составляет соответственно 10 500 и 168 000 тарелок за три смены; мощность привода 10 и 11 кВт; размеры $45 \times 4,2 \times 8,4$ и $52,3 \times 7,9 \times 17$ м (длина $\times$ ширина $\times$ высота); наибольший диаметр изделий 300 мм, а наибольшая их высота 110 мм.

Для фаянсового завода им. М. И. Калинина (г. Конаково) спроектирован шестисекционный формовочно-сушильный автомат, предназначенный для формования и сушки тарелок и блюд.

Формовочно-сушильный автомат состоит из конвейерной сушилки и формовочной машины, работающих от синхронизированных приводов. Выносная ветвь сушильного конвейера, несущая полки с гипсовыми формами, является одним из элементов

Рис. 118. Схема форкочочно-сушильного автомата Миллера



автоматически действующей формовочной машины. Автомат снабжается цилиндрами фаянсовой массы из установленного рядом вакуум-пресса.

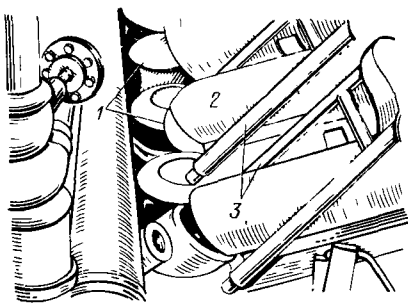


Рис. 119. Механизм отрезки дисков автомата Миллера

Основными узлами формовочной машины являются питатель-пласторезка 1 (рис. 120), отрезающий диски фаянсовой массы и укладывающий их на гипсовые формы; механизм 2, опрессовывающий фаянсовую массу на гипсовой форме, и формующий механизм 4, завер-

шающий процесс формования изделий при помощи шаблонов и других устройств. В конструкции питателя, прессующего и формующего механизмов предусмотрены возможности быстрой переналадки автомата при изменении ассортимента формуемых изделий.

Привод автомата состоит из электродвигателя 6, клиноременной передачи 8 и редуктора 7. Привод 5 конвейера сушилки имеет компенсирующие и блокирующие устройства, обеспечивающие непрерывное движение конвейера в сушилке и пульсирующее — в формовочной машине. Люлька конвейера имеет сменные поддоны, используемые при изменении ассортимента формуемых изделий.

В машине предусмотрен командный аппарат 3 для регулирования работы шаблонов.

Питатель-пласторезка автомата состоит из секционного ленточного транспортера 1 (рис. 121), смонтированного на наклонной раме 2. Наклон в пределах 15° и высота подъема концевой ролика 10 питателя регулируются болтовым креплением рамы в пазах кронштейнов 15. Положение транспортера по горизонтали регулируется перемещением его боковин в направляющих 3 рамы 2 при помощи винта с маховичком 16.

Цилиндры вакуумированной массы укладываются на транспортер и непрерывно подаются к позиции 11 первого подъема гипсовых форм. Здесь диски фаянсовой массы заданной толщины отрезаются и укладываются на формы. Диски массы отрезаются струной 12, натянутой между наконечниками 8 винтами 11, при опускании вилки 7. Последняя поворачивается вокруг оси 6 при помощи тяги 4 и расположенного внизу пневматического цилиндра. В исходное верхнее положение вилка возвращается пружиной 5. Подача цилиндра массы, а следовательно, и толщина отрезаемого диска регулируются механизмом привода 9, периодически перемещающим желобчатую ленту второй секции транспортера с заданным шагом.

Механизмы подачи бруса и отрезание диска управляются поворотным рычагом 14, приподнимаемым очередной гипсовой формой 13 на позиции 1. Положение питателя относительно гипсовой

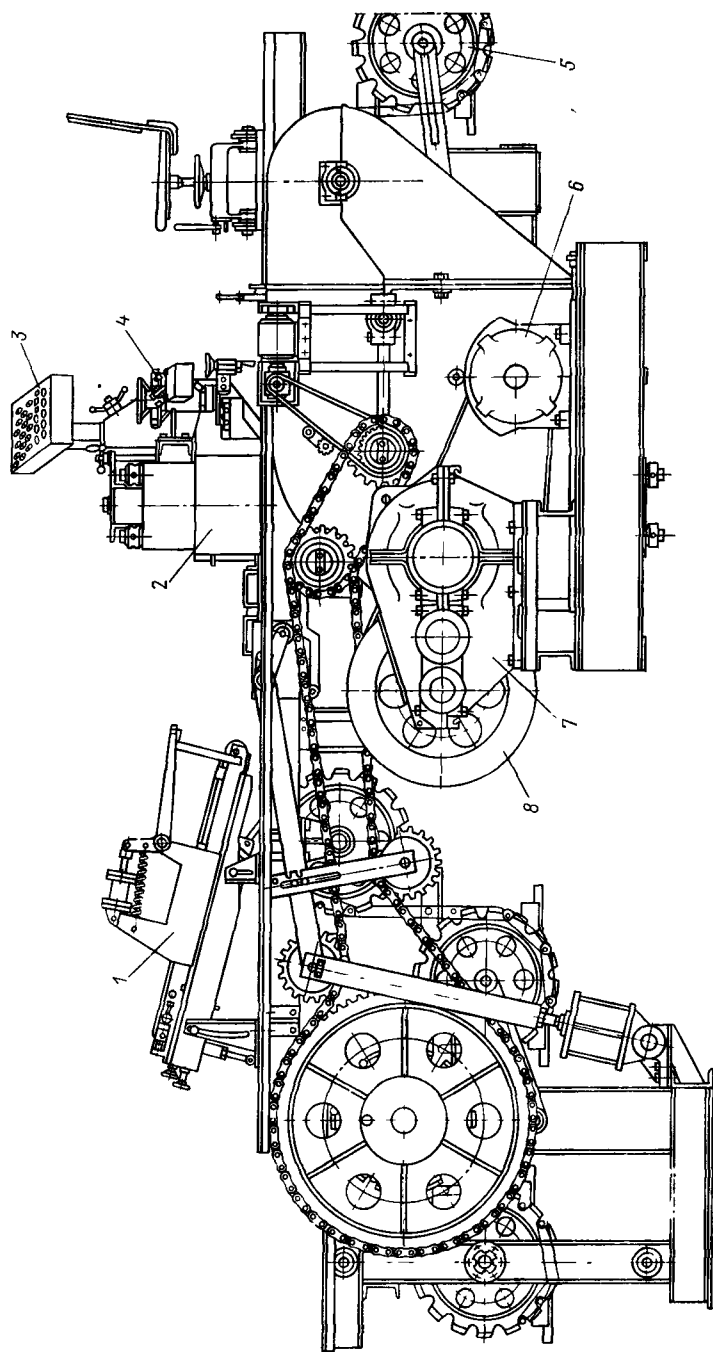


Рис. 120. Шестисекционный формовочно-сушильный автомат

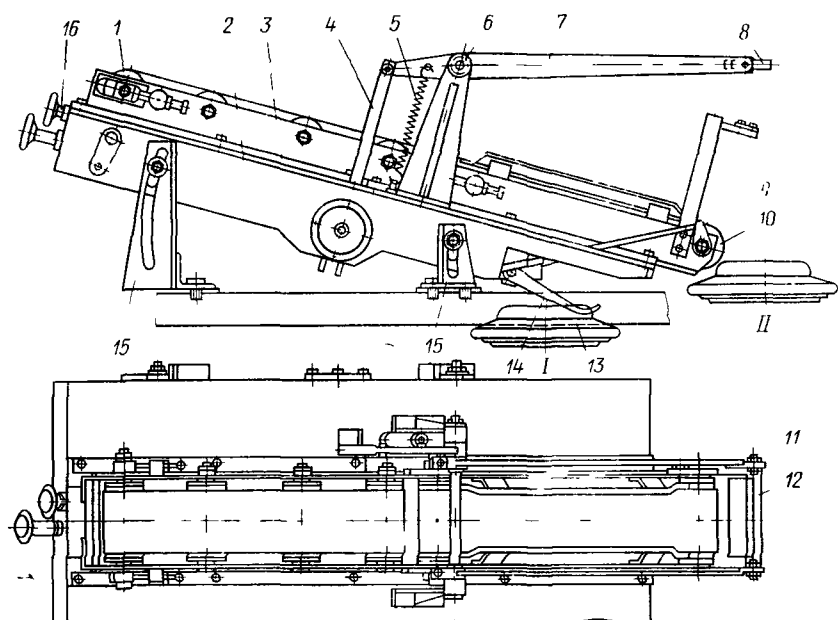


Рис. 121. Питатель-пласторезка

формы регулируется при наладке автомата с таким расчетом, чтобы диски ложились в центре формы на позиции *II*.

Если на позиции загрузки массы полка конвейера подойдет к питателю без формы, рычаг *14* и привод *9* транспортера не сработают, и диск массы не будет подан в пустое гнездо полки.

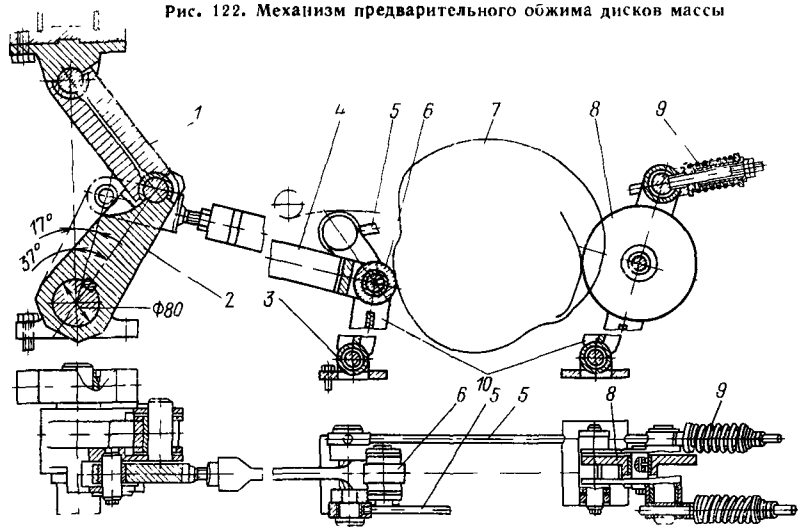
Механизм предварительного обжима (прессования) дисков массы на гипсовых формах состоит из закрепленных под верхней балкой пресс-форм и коленно-рычажного механизма для подъема гипсовых форм под пресс-формы (рис. 122). Механизм рассчитан на относительно большие усилия прессования. Он имеет рычаги *1*, *2* и шатун *4*. Шатун *4* совершает возвратно-поступательное движение при вращении двустороннего кулачка *7*. Ролики *6* и *8* смонтированы на качающихся серьгах *10*, колеблющихся около осей *3* и связанных тягами *5* с пружинами *9*.

В положении рычагов *1* и *2*, показанном на рисунке, гипсовые формы находятся внизу. При движении шатуна *4* влево и совмещении осей рычагов с вертикалью гипсовые формы с дисками фаянсовой массы прижимаются снизу к сменным пресс-формам, закрепленным на штоках регулируемые клинья. При этом масса уплотняется и, растекаясь по форме, образует грубый контур обратной стороны тарелки или блюда.

Пресс-форма имеет электрообогрев с терморегулированием.

Оборудование для окончательного формования изделий состоит из формовочных головок с шаблонами и устройствами для обрезки изделий; дозаторов и распылителей воды для увлажнения

Рис. 122. Механизм предварительного обжима дисков массы



поверхности формируемой массы; шпинделей с приводом и фрикционными муфтами, которые поднимают гипсовые формы, вращают их при формировании и затем опускают на полки конвейерной сушилки; траверсы с коробкой передач и коленно-рычажным механизмом для подъема форм; транспортера для удаления отходов (обрезков) массы при формировании.

Шпиндель 1 формовочного механизма (рис. 123) смонтирован в пустотелой обойме 6, которая совершает возвратно-поступательное движение вверх и вниз в направляющих 13, закрепленных в чугунном корпусе 3. Последний расположен на станине автомата. На шпинделе 1 закреплен патрон 8, который проходит через отверстие в полке конвейерной сушилки, захватывает лежащую на ней гипсовую форму 9 с обжатым пластом массы и подает к формовочной головке.

Обойма 6 со шпинделем до контакта с пресс-формой поднимается траверсой 4, которая имеет пластины 5, входящие в прорези обоймы 6. При этом движении шпинделя форма 9 садится в поднимающийся патрон 8, и начинается отсасывание воздуха через патрубок 10 и шланг, присоединенный к распределительной трубе вакуум-насоса. Уплотнение шпинделя 1 с каналом для отбора воздуха вакуум-насосом обеспечивается манжетами 7. При дальнейшем движении формы вверх закрепленные на шпинделях 1 фрикционные диски 11 приподнимаются нижней траверсой (на чертеже не показана) и в верхнем положении входят в кольцевые пазы непрерывно вращающихся клиноременных шкивов 2, связанных передачами с приводным мотором формовочного автомата.

По окончании формирования шпиндели останавливаются и опускаются, фрикционные диски 11 опускаются на тормозных кольцах 12, гипсовые формы с изделиями опускаются на полки кон-

вейера и подаются последним в камеру сушилки. При формовании фарфоровой и фаянсовой посуды большое значение имеет центрирование шпинделей относительно осей формовочных головок, а также ее регулирование при износе направляющих.

В конструкции автомата предусмотрены болты 14 для поджатия направляющих и регулирования соосности формовочных головок и шпинделей.

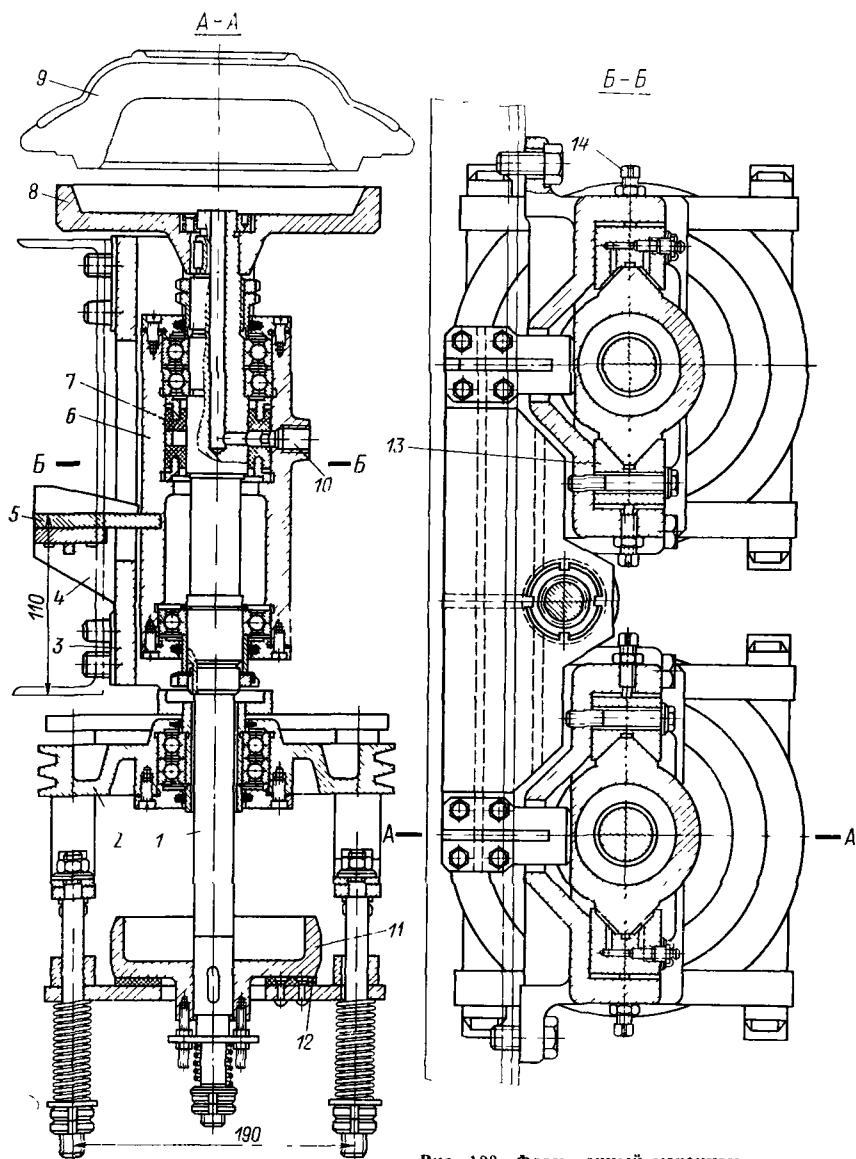


Рис. 123. Формовочный механизм

Шпиндели приводятся зубчатыми колесами, посаженными на горизонтальном валу, вращающемся в подшипниках сварной коробки. Шесть зубчатых колес горизонтального вала находятся в зацеплении с шестернями вертикальных валов, связанных шлицевыми втулками со шпинделями. Четыре шестерни горизонтального вала являются промежуточными, а последняя косозубая шестерня, закрепленная на втулке, связана с пневматической фрикционной муфтой.

В муфте предусмотрено два контактных фрикционных диска: верхний — для сцепления распределительного вала с клиноременной передачей от электродвигателя и нижний — для торможения при опускании штока пневматической мембраны. Устройством этой муфты достигается быстрое включение шпинделей во время их подъема и остановки при опускании форм на поддоны сушилки.

Формовочная головка состоит из суппорта 2 (рис. 124), шаблона 5 и отрезного ножа 4. Установка шаблона регулируется маховичком 1, а отрезного ножа — маховичками 3.

При формовании тарелки предусмотрено увлажнение поверхности массы водой распылителем, который состоит из форсунки, монтируемой на формовочной головке, и регулирующего устройства.

Управление автоматом выполняется при помощи командоаппарата, который приводится цепной передачей от главного вала левой боковины автомата, а также штанги управления, размещенной у рабочего места оператора. В нижней коробке командоаппарата вращается вал с пятью

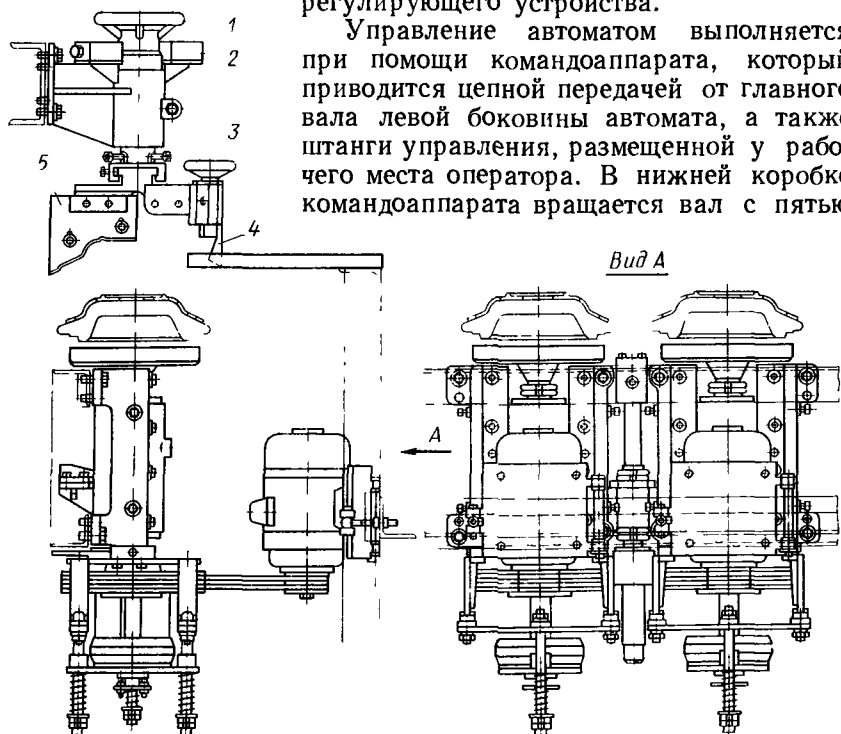


Рис. 124. Формовочная головка

кулачками, которые управляют работой следующих механизмов. Первый кулачок включает пневмоцилиндры механизмов отрезки дисков массы у питателей автомата, второй управляет шестью транспортерами, подающими цилиндры массы к режущим аппаратам, а третий — работой фрикционной пневматической муфты привода шпинделей. Четвертый и пятый кулачки при помощи электроприборов регулируют работу распылителя воды, расположенного у формовочных головок, и синхронизируют работу фиксаторов при остановке полок конвейера сушилки в период формования изделий.

Станина формовочного шестисекционного автомата смонтирована из сборных сварных узлов и силовой рамы, воспринимающей основные усилия. Последняя состоит из верхней и нижней сварных поперечных балок, соединенных чугунами боковинами и стяжными болтами.

Нижняя балка силовой рамы установлена в середине станины на фундаменте. Литые боковины коробчатого сечения служат для монтажа механизмов привода рабочих органов автомата. Привод автомата состоит из расположенных на одной плите электродвигателя и редуктора. Входной вал редуктора соединен с электродвигателем клиноременной передачей, а выходной уравнильной муфтой связан с входным валом правой боковины автомата.

Правая боковина представляет собой чугунный корпус, внутри которого размещены механизм прерывистого движения участка люлечного конвейера сушилки, проходящего через формовочный автомат; устройство для перемещения траверсы со штемпелями на позиции предварительного формования; механизмы привода полочного конвейера внутри сушилки с блокирующим устройством и привод транспортера для удаления отходов массы, получающихся при окончательном формовании. В приводных механизмах предусмотрена возможность переключения автомата при его наладке для обеспечения разных режимов работы. Одновременно могут работать приводы автомата и конвейера сушилки, раздельно могут работать приводы формовочных механизмов или конвейера сушилки.

Входной вал автомата связан шестернями с главными передним и задним валами автомата. Шестерня, закрепленная на переднем главном валу, является водилом мальтийского креста. Последний передает прерывистое движение участку конвейера с гипсовыми формами, проходящими через формовочный автомат.

На конце переднего вала, выходящем за пределы боковины, закреплены две звездочки. Через первую звездочку, цепную передачу и промежуточный вал приводятся в движение часть сушильного конвейера, перемещающегося в сушильной камере с постоянной скоростью, а также блокирующие устройства и транспортер для удаления отходов массы. Задний вал имеет два кулачка прямого и обратного хода для сообщения при помощи рычажной си-

стемы (см. рис. 122) возвратно-поступательного движения обжимным штемцелям автомата.

Стальными стяжками, проходящими через боковые литые стойки, воспринимается усилие прессования массы на гипсовых формах. В литом корпусе левой боковины станины размещены механизмы перемещения траверсы на позиции окончательного формования и привода вала командоаппарата.

На главном валу левой боковины закреплены два кулачка рабочего и обратного хода для подъема и опускания траверсы 4 (см. рис. 123), включающей в работу формовочные шпиндели 1 автомата.

Привод части полочного конвейера, расположенного в сушильной камере, имеет блокирующее устройство, останавливающее автомат при обрыве конвейера или увеличении натяжения его цепей выше установленного значения. Из-за большой длины сушильный конвейер приводится несколькими синхронно работающими звездочками. Длину сушилки можно сократить, используя методы интенсивной радиационной и струйной сушки.

Блокирующее устройство связано с приводом последнего участка конвейера. Для предохранения цепей от чрезмерного натяжения ведущие ветви конвейера имеют натяжные звездочки, соединенные шарнирными рычагами с пневмоцилиндрами, регулирующими натяжение. При возникновении недопустимого натяжения звездочка приподнимается, поворачивает рычаг с кулачком, и последний нажимает на ролик переключателя. При обрыве цепи вдоль неподвижной оси поворачивается рычаг, несущий ролик, который катится по роликам конвейерной цепи. Под действием собственного веса рычаг, становясь в вертикальное положение, нажимает на ролик переключателя закрепленным на его оси кулачком и выключает формовочный автомат.

Цепи конвейера, несущие полки с гипсовыми формами, поступающие в формовочный автомат в процессе загрузки массы на формы и формования изделий, движутся прерывисто в соответствии с циклограммой этих операций. Для компенсации возникающей разности скоростей имеется дополнительная пара натяжных звездочек, смонтированных на оси, которая соединяет два рычага. Последние входят в контакт на оси, скрепляющей левую и правую стойки станины. Натяжные звездочки при остановке полочного конвейера во время формования изделий оттягивают в сторону часть выходящего из сушилки конвейера.

После окончания формования участок полочного конвейера, занятый в формовочном автомате, перемещается механизмом мальтийского креста со скоростью большей, чем скорость конвейера в сушильной камере, и выбирает часть конвейерной цепи, оттянутой перед этим натяжными звездочками. Подобным же механизмом компенсируется периодически возникающая разность скоростей отдельных участков полочного конвейера на выходе из формовочного автомата. Во избежание разрыва цепей полочного

конвейера от случайных перегрузок предусмотрены соединительные муфты с предохранительными устройствами и блокировкой для выключения приводов формовочного автомата и сушилки.

Люльки (полки) конвейера состоят из уголков (сваренных у торцов) с пластинами из листовой стали, надевающимися на удлинённые шарнирные оси двух бесконечных цепей конвейера. На горизонтальных полках уголков имеются гнезда для шести сменных поддонов, на которые укладываются гипсовые формы заданного ассортимента изделий.

Для точного совмещения гипсовых форм на люлечном конвейере с центрами питателя, отжимного и формовочного устройства автомат снабжен фиксатором. Последний состоит из двух планок, имеющих по три паза, которые соответствуют позициям загрузки массы, обжима и формования. При помощи пружин и рычажного механизма, связанного с периодически поднимающейся траверсой автомата, планки фиксатора при остановке конвейера поднимаются и зажимают гнездами втулки полок конвейера.

Фиксатор имеет блокирующее устройство в виде кулачка, нажимающего на конечный выключатель. Если полки с гипсовыми формами по каким-либо причинам не совместятся с центрами формирующих механизмов, то планки фиксатора не будут подняты пружинами в крайнее верхнее положение, кулачок не сделает нажима на конечный выключатель, и автомат остановится.

Ниже приведена техническая характеристика автомата. Автомат одновременно формирует шесть блюдец или тарелок диаметром 147—250 мм и высотой не более 52 мм; цикл формования 6 с; производительность 3600 шт./ч; максимальное усилие прессования составляет 272 000 Н; частота вращения шпинделей 300—400 об/мин; мощность привода без сушилки 6 кВт; масса автомата 12 000 кг; размеры автомата без сушилки 6000×4400×2600 мм (длина×ширина×высота).

В двухшпиндельных формовочно-сушильных автоматах, предназначенных для формования тарелок, используют элементы двухшпиндельных роликовых полуавтоматов и разные варианты оборудования для подготовки цилиндров или пластов вакуумированной массы. Формовочно-сушильный автомат модели KDTe-A₂, изготовляемый заводом «Thuringia» (ГДР), состоит из двух небольших вакуум-прессов, устройства, отрезающего от выходящей из мундштуков массы цилиндрические заготовки, механизма разводки пластов, формовочного автомата, питателей, конвейеров предварительной и окончательной сушки изделий, механизма для синхронизации движений конвейера сушилки и формовочного автомата, переставителя тарелок, механизма очистки форм от облоя, наклонного транспортера для подачи массы в вакуум-прессы, гидро- и пневмосистем, привода и вспомогательных механизмов. Устройство самостоятельной установки вакуумных прессов с малыми диаметрами шнеков не обеспечивало равномерной структуры отрезанных от бруса заготовок, что привело к необходимости

использования дополнительного механизма для изготовления (разводки) пластов. Необоснованные усложнения конструкции и низкая производительность обусловили неудовлетворительные эксплуатационные характеристики при испытании автоматов в производственных условиях.

Автомат ФЛТ-9 для формования и сушки тарелок разработан ОМА-45 ЦПКТБ Минлегпрома РСФСР и испытан на Дулевском фарфоровом заводе имени газеты «Правда». Достигнутая производительность автомата — 650 шт. в час.

Автомат состоит из дозатора массы, транспортера форм, формовочного автомата, переставителя и сушильной камеры и по компоновке узлов похож на автомат КДТе-А₂, но отличается от последнего отсутствием устройства для разводки пластов и гидросистемы, благодаря чему имеет более простую конструкцию и меньшую мощность привода. Практически достигаемая производительность двухшпиндельных автоматов приблизительно равна производительности современных полуавтоматов, поэтому первые не находят широкого распространения в промышленности.

Двухшпиндельные формовочно-сушильные автоматы недостаточно эффективны не только по производительности, но и по другим показателям. Они не дают существенных преимуществ по сравнению с двухшпиндельными роликовыми полуавтоматами, связанными на современных заводах выносными ветвями люлечных конвейеров с непрерывнодействующими сушилками. В связи с этим конструирование и изготовление многшпиндельных автоматов, несложных по конструкции, надежных в эксплуатации и снижающих удельный расход рабочей силы, остается первоочередной задачей машиностроительных заводов.

Четырехшпиндельные автоматы последних моделей оборудованы усовершенствованными роликовыми формовочными головками, но не механизмируют укладку цилиндров на формы. Завод «Thuringia» (ГДР) выпустил четырехшпиндельный формовочно-сушильный автомат KDS-V для формования чашек. Формование в этой машине выполняется плоскими шаблонами по схеме, характерной для первых моделей двухшпиндельных полуавтоматов.

Практика формования чашек пластмассовыми вращающимися роликами показала высокую эффективность этого способа и целесообразность его применения в высокопроизводительных автоматах. В полуавтомате KDS-V предусмотрено приспособление для автоматического извлечения чашек из четырех форм сушильного конвейера при помощи резиновых эластичных захватов (шаров), закрепленных на подвесках кулисного механизма. Устройство опускает захваты в полости чашек, поднимает их и переносит на столик для ручной обработки.

Следует отметить, что тонкостенные необожженные фарфоровые чашки имеют незначительную прочность на разрыв и поэтому при эксплуатации автомата получается много треснувших изделий. Принятая в автомате радиационная сушка изделий электри-

ческими специальными лампами неэкономична и уступает по скорости и стоимости струйной сушке горячим воздухом по схеме, разработанной ГИКИ для конвейерных сушилок с автоматической разгрузкой форм, поэтому четырехшпиндельный формовочно-сушильный автомат KDS-V нельзя рекомендовать в первоначальном его исполнении для формования тонкостенных полых изделий.

Четырехштемпельный формовочно-сушильный автомат KDS-A₄, изготовленный заводом «Thuringia» для формования тарелок диаметром 170—210 мм, испытан и освоен в производстве на фарфоровом заводе в г. Кольдниц (ГДР).

В этом автомате, в отличие от KDS-V, отсутствуют машины, выполняющие дозировку массы на гипсовую форму и разводку пласта. Первая операция производится вручную, а разводка пласта отсутствует. Ход механизмов соразмеряется по такту двумя мальтийскими передаточными механизмами. Рабочий нарезает, укладывает пласты на гипсовые формы и контролирует процесс формования. После укладки пластов четыре гипсовые формы, находящиеся на полке, поступают на позицию формования. Здесь шпиндели формодержателями снимают их с полки и поднимают навстречу вращающимся роликам, которыми заформовываются тарелки. Затем шпиндели опускаются и оставляют гипсовые формы с изделиями на полке. На шпинделях предусмотрены вакуумные присоски. Обрезки массы удаляются транспортерами. Главный привод сушилки состоит из электромотора, клиноременного вариатора, червячного редуктора и мальтийского механизма.

После предварительной сушки тарелок до кожтвёрдого состояния вакуумный переставитель снимает изделия с гипсовых форм и перекладывает их на полку сушила окончательной сушки. Освобожденные от изделий гипсовые формы после подсушки подходят к позиции укладки пластов.

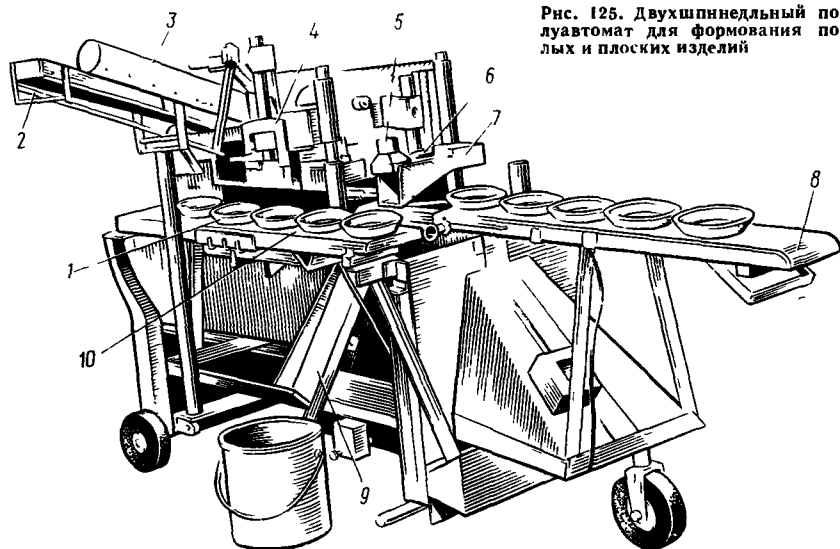
Предварительная и окончательная сушка объединены в одном сушиле. Нижняя транспортная цепь, предназначенная для предварительной сушки, приводится непосредственно от главного привода, верхняя — через соединительный вал и промежуточную передачу.

Производительность автоматов KDS-A₄ и KDS-V составляет соответственно 1100—1300 и 700—1000 шт/ч, масса 21 000 и 18 000 кг, мощность привода 37 и 29 кВт, размеры 20 500 × 3500 × 3650 и 17 700 × 3500 × 3650 мм.

ФОРМОВОЧНЫЕ ПОЛУАВТОМАТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В ПОТОЧНЫХ ЛИНИЯХ

Двухпозиционный полуавтомат фирмы «Miller pottery engineering Co» кроме формования изделий нарезает диски керамической массы и укладывает их на формы. Загружают гипсовые формы в полуавтомат, а затем в сушилку ручную, как и в других полуавтоматах. Эту машину можно считать промежуточным этапом между полуавтоматами и автоматами.

Рис. 125. Двухшпиндельный полуавтомат для формования полых и плоских изделий



Машина может формовать как полые изделия, например чашки, салатники, так и плоские — тарелки и блюда диаметром не более 300 мм. При изготовлении плоских изделий автоматом производится предварительный обжим диска массы на форме. Способ формования на двух позициях был использован фирмой «Miller pottery engineering Co» в конструкциях описанных выше многшпиндельных автоматов.

Одна из первых машин показала хорошие результаты формования полуфарфоровых изделий. Полуавтомат можно устанавливать у любой сушилки для передачи форм с транспортера на люлечный конвейер.

Фарфоровая или фаянсовая масса предварительно обрабатывается в шнековом вакуум-прессе и подается в виде цилиндров 3 (рис. 125) ленточным транспортером 2 к механизму отрезки дисковых заготовок. Профильный штемпель 4 обжимает диски массы на гипсовых формах 1, подаваемых транспортером 10. Эта операция обеспечивает контакт массы с поверхностью формы, являющейся негативом лицевой поверхности тарелок. Нижняя поверхность тарелки формуется стальным шаблоном 5. Край тарелки обрезается ножом 6. Заформованные тарелки подаются транспортером 8 к сушилке, а обрезки фарфоровой массы удаляются из полуавтомата по желобу 7 и лотку 9 для повторной обработки.

Полуавтомат фирмы «Miller pottery engineering Co» для полых изделий — чашек, вазочек по принципу работы похож на полуавтомат для формования тарелок и отличается лишь конструкцией транспортеров, подающих формы, расположением мотора и некоторых других механизмов. Производительность полуавтомата при изготовлении блюд и тарелок, в зависимости от их размера и

фасона, колеблется от 720 до 1800 шт ч. Обслуживает машину один рабочий.

Масса машины 680 кг; длина 2,4 м; ширина 1,2 м и высота 1,3 м. Машина работает от электродвигателя мощностью 0,75 кВт.

В автомате предусмотрены быстрая замена профильных инструментов (за 15 с) и регулирование запасных формовочных шаблонов на модели, установленной рядом с действующими механизмами.

Патрон, вращающий формы в моменты их подачи и удаления, автоматически останавливается, а форма плотно прижимается к патрону вакуумным присосом.

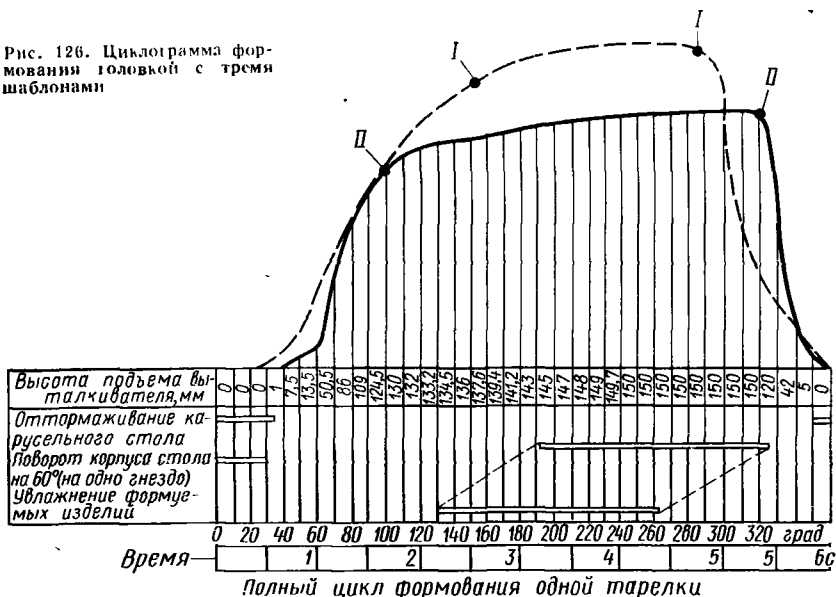
Полуавтоматы с тройными вращающимися шаблонами были сконструированы на заводе «Faure» (Франция), а затем на заводе «Dorst» (ФРГ). На описанных выше станках и полуавтоматах чашки, тарелки и другие изделия формуются во вращающихся формах. Скорость формования и производительность станка определяются допустимой для данных изделий частотой вращения формы и подачей шаблона. Тарелки изготавливаются на станках обычно при частоте вращения формы 400 об/мин. При более высокой частоте вращения масса под действием центробежной силы срывается с формы.

Увеличение производительности при формовании в полуавтоматах с тройными вращающимися шаблонами достигается применением нового принципа формования — формование вращающейся формовочной головкой с тремя стальными шаблонами при неподвижной форме. Формовочная головка вращается с частотой 1000—1200 об/мин. Тарелки формуются из кома массы без предварительного приготовления пластов. Нажим на массу трех шаблонов формовочной головки вместо одного при большой частоте вращения последней обуславливает повышение производительности по сравнению с одношпиндельными станками в 4—5 раз при прочих равных условиях (ассортименте, пластичности массы и др.).

Продолжительность цикла формования можно регулировать изменением диаметра шкива на валу приводного электродвигателя. Оптимальная продолжительность цикла устанавливается экспериментальным путем в зависимости от размеров, формы изделий и свойств массы.

На рис. 126 показана циклограмма формования тарелок на полуавтомате с вращающимся столом производительностью 600 шт/ч. Сопоставляя эту циклограмму с графиком формования тарелок на полуавтомате с передвижной кареткой, показанным штриховой линией, можно сделать вывод, что полуавтомат с вращающимся столом обеспечивает большую длительность формования на участке II—II при той же продолжительности цикла в целом по сравнению с продолжительностью формования (участок I—I) на полуавтомате с передвижной кареткой. При сохранении продолжительности цикла 6 с получается более плавное воздействие шаблона на массу и соответственно повышается качество формо-

Рис. 126. Циклограмма формирования головкой с тремя шаблонами



вания, что может иметь большое значение при использовании в производстве некоторых относительно тощих масс.

Наибольший размер формующих на полуавтоматах заводов «Faure» и «Dorst» тарелок составляет соответственно 300 и 280 мм; частота вращения формовочной головки 1000 и 725 об/мин; производительность 360—720 и 540—600 шт/ч; мощность привода 2,5—3,5 и 2,5 кВт; размеры 1500×1700×1840 и 2000×1020×2100 мм (длина×ширина×высота); масса полуавтоматов 1500 и 1040 кг соответственно.

Полуавтоматы для формования тарелок вращающимися роликами появились недавно, но уже применяются на фарфоровых и фаянсовых заводах СССР, Англии, Чехословакии, ГДР и других стран. Сапожковским опытно-экспериментальным механическим заводом, заводами «Service» (Англия), «Netzsch» (ГДР) и др. выпускаются одношпиндельные и двухшпиндельные роликовые полуавтоматы трех типов: двухшпиндельные с двумя поочередно опускающимися формующими роликами, одношпиндельные с четырехпозиционным вращающимся столом и двухшпиндельные с вращающимися столами. Двухшпиндельный роликовый полуавтомат по устройству и работе напоминает двухшпиндельные полуавтоматы с плоскими формовочными шаблонами, используемые для формования чашек, но отличается от них конструкцией формующего механизма и других узлов машины.

Полуавтомат АСФ-07, предназначенный для формирования тарелок диаметром 240 мм, является базовой моделью семейства полуавтоматов этого типа, используемых также для формирования

тарелок меньших размеров, блюд и подобных фарфоровых и фаянсовых изделий, а также тарелочных и блюдечных капсулей. На коробчатой станине полуавтомата смонтированы следующие показанные на кинематической схеме (рис. 127, а) основные механизмы.

1. Вращающийся подъемный стол 11 с четырьмя гнездами 13 для подачи форм 8 под вращающийся формующий ролик 7, где форма поднимается формодержателем 12.

2. Приклон 2, на котором смонтированы формующая головка 6 с роликом 7, электродвигатель 5 со встроенным редуктором 4 и клиноременной передачей (3, 1) и противовес 10.

3. Механизм, управляющий качанием и боковым поворотом приклона 2, а также подъемом и опусканием стола. Этот механизм состоит из электродвигателя 32, клиноременной 24 и червячной (18, 29) передач и кулачкового вала 31.

Кулачок 25 поворачивает приклон 2 вокруг оси 14, при этом формовочная головка 6 поднимается или опускается.

Кулачок 30 через рычаг 23 и тягу 19 управляет боковым наклоном формующего ролика 7, а кулачок 27 через рычаг 26 — подъемом и опусканием стола 11. Второй червячной передачей (28, 18) приводится валик 21 и кулачок 20, который воздействует при помощи рычага 33 на тормоз шпинделя 17.

Коническая передача 22 и мальтийский крест (15, 16) служат для периодического поворачивания стола 11 на 90°.

4. Механизм привода шпинделя 17, вращающего форму 8, состоит из электродвигателя 36 с редуктором 35 и клиноременной передачей 34. На шпинделе закреплен формодержатель 12. При повороте и опускании стола 11 форма вкладывается в гнездо формодержателя 12, а затем включается привод шпинделя и производится формование. После окончания этого процесса и обрезки края тарелки шпиндель останавливается, форма снимается с формодержателя при очередном подъеме стола 11 и переносится на следующую позицию, с которой передается формовщиком в сушилку. Привод шпинделя включается и выключается через конечный выключатель электродвигателя кулачком распределительного вала.

5. Формующая головка 6 с роликом 7 смонтирована на приклоне 2, качающемся около оси 14 под действием кулачка 30.

Формующий ролик приводится от электродвигателя 5 с встроенным редуктором 4 через клиноременную передачу 3.

На рис. 127, б дан вид полуавтомата сбоку.

В полуавтомате АСФ-07 можно заменять формующие ролики и формодержатели для формования тарелок и блюд разных размеров и фасонов. На основе этой базовой конструкции спроектирован полуавтомат АСФ-05 (табл. 38) для формования тарелочных и блюдечных капсулей из шамотной массы. Он отличается от полуавтомата АСФ-07 отсутствием вращающегося стола для подачи форм в патрон держателя, компактной и менее сложной конструк-

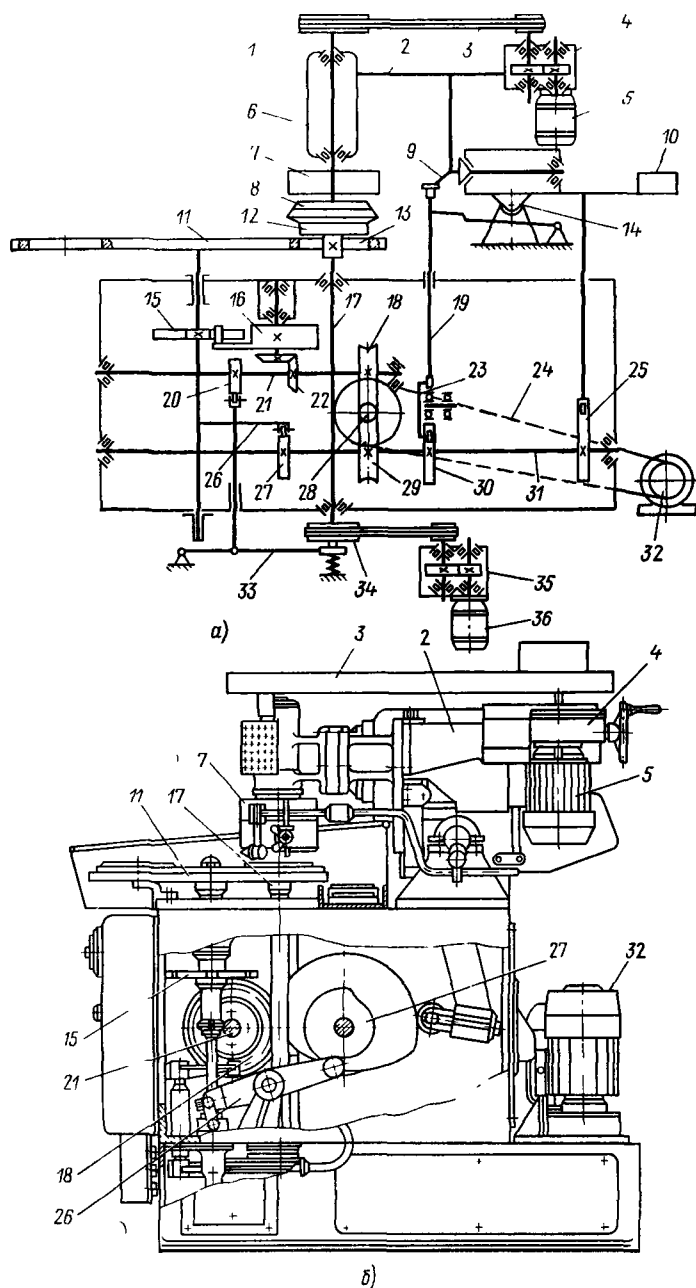


Рис. 127. Полуавтомат для формования профильными роликами

38. Техническая характеристика роликовых полуавтоматов

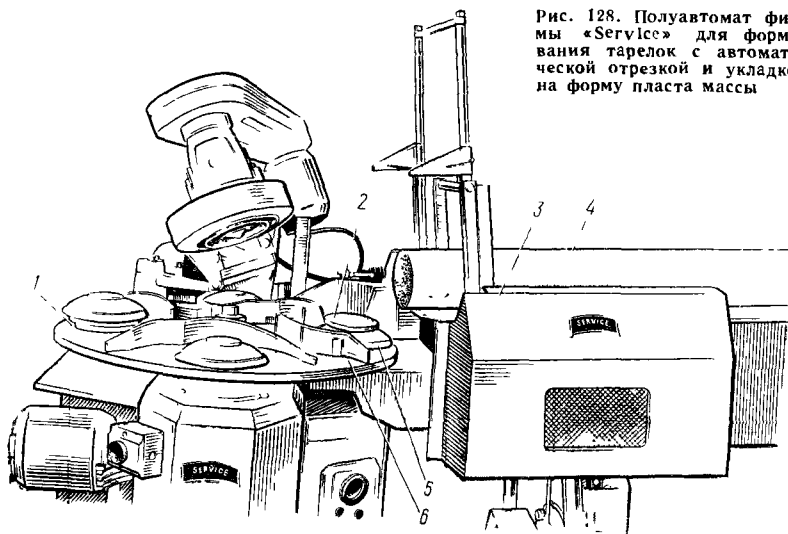
Показатели	Одношпindelные					Двухшпindelный фирм «Netzsch»
	АСФ-07 (для тарелок)	АСФ-14 (для блюв)	АСФ-5 (для тарелочных капселей)	фирм «Service»	ПТ-1 (ЧСР)	
Производительность (по количеству формовок), шт/ч	480	240	180—300	до 720	300—340	370—720
Максимальный диаметр изделий, мм	240	350	330	—	—	215—310
Частота вращения, об/мин:						
шпинделя	300—350	200	310	280—600	Регулируется	215—310
формующего ролика	240—300	130	100—200	250—450		130—210
Мощность электродвигателя (кВт) привода:						
шпинделя	0,6	0,6	1,0	1,0	1,5	0,15
формующего ролика	0,6	0,6	0,6	0,27	0,55	0,27
стола и распределительного вала	1	1,0	1,0	—	—	—
Мощность нагревателя формующего ролика, кВт	3,0	3,0	0,1	—	1,5	—
Габаритные размеры, мм:						
длина	1610	1410	1340	4380	1930	2300
ширина	1585	1300	1120	1150	1850	1300
высота	1594	1530	1670	1658	1550	1500
Масса полуавтомата, кг	1540	1350	1050	2400	1150	1700

цией. В полуавтомате устраняется тяжелый труд при распределении жесткой капсельной массы в форме и формовании шаблоном.

Полуавтоматы с автоматической подачей дисков массы на формы позволяют повысить скорость формования, что не всегда можно использовать при выполнении ручных операций одним рабочим. Полуавтомат имеет вращающийся стол и устройство для автоматической укладки дисков массы на гипсовые формы в двух вариантах. В первом варианте при загрузке форм 5 (рис. 128) дисками 2, отрезанными от цилиндрического бруса 4 вакуумированной массы, автоматический питатель 3, смонтированный с полуавтоматом 6, сбрасывает отрезанный диск на очередную подаваемую вращающимся столом 1 форму 5.

Второй, более сложный вариант разработан для заводов, использующих керамические массы, которые могут давать существенную деформацию изделий при сушке и обжиге из-за неблагоприятной ориентации частиц глинистых компонентов при обработке в вакуум-прессе. Для устранения неблагоприятной ориентации предложен возврат к промежуточной операции формования

Рис. 128. Полуавтомат фирмы «Service» для формования тарелок с автоматической отрезкой и укладкой на форму пласта массы



пласта, но в механизированном варианте, не требующем дополнительного ручного труда. В установке фирмы «Service» (см. табл. 38) между автоматом 3, который отрезает диски 2 от цилиндра 4 вакуумированной массы, и формовочным полуавтоматом 6 в предыдущих конструкциях располагали автомат для раскатки диска массы в пласт большего диаметра и его укладки на гипсовую форму.

Автоматический питатель освобождает формовщика от укладки диска массы на форму 5. Автомат для изготовления пластов (если это действительно необходимо) устраняет довольно трудоемкие ручные операции по их формованию на отдельных станках или полуавтоматах.

В ЧССР разработана конструкция роликового полуавтомата ПТ-1 для формования крупных сервизных изделий, например суповых чаш (табл. 38).

Полуавтоматы для формования чашек вращающимися роликами начали применять в последние 10 лет на отечественных и зарубежных заводах. Использование роликов из гидрофобных пластмасс позволило усовершенствовать технологию формования, благодаря устранению смачивания формируемой массы водой или обогрева формующих стальных роликов.

Полуавтоматы с одним вращающимся столом для двухстадийного формования и с двумя вращающимися столами для одностадийного формования имеют соответственно следующие характеристики: производительность 600—1440 и 1000—1400 шт/ч; мощность привода шпинделей $2 \times 0,5$ и $2 \times 0,8$ кВт, формовочных роликов $2 \times 0,37$ кВт, вращающегося стола 1,1 и 0,8 кВт; масса полуавтоматов 1980 и 1200 кг; размеры $2025 \times 1330 \times 1720$ и $1440 \times 2000 \times 1500$ мм (длина $\times$ ширина $\times$ высота).

Двухшпиндельный полуавтомат для формования чайников, спроектированный под руководством Г. Д. Левицкого, работает следующим образом.

Пустая форма 2 (рис. 129) ставится в формодержатель 1, который в этот момент неподвижен. Ком массы забрасывается на дно формы. Наклон 5, качающийся около оси 6, под действием собственного веса опускается, погружая шаблон 3, закрепленный на конце наклона, в форму 2. Последняя перед этим приводится во вращение. Под действием торцового кулачка 8 наклон, находящийся в крайнем нижнем положении, отводится в сторону и разводит массу на поверхности формы. Наклон из крайнего нижнего положения под действием груза 9 отводится в первоначальное положение (центр). При ручном формовании, чтобы иметь возможность удалить из формы излишек массы, прилипшей к шаблону, формовщик пальцами сминает выступ («шарнир»), прижимая его к стенкам формы. В полуавтомате эту операцию выполняет специальный шаблон 4, прижимаемый к форме при повороте вала 11 кулачком 10. После смятия выступа наклон под действием кулачка 7 перемещается в верхнее положение. Излишек массы снимается с шаблона. Наклон опускается и отводится в сторону, производя окончательное формование чайника. Под действием пружины наклон отводится к центру в первоначальное положение и заканчивает формование дна чайника. Шаблон поднимается в крайнее верхнее положение, и гипсовая форма вынимается из формодержателя 1.

По принципу работы и устройству отдельных механизмов полуавтомат напоминает описанные выше двухшпиндельные полуавто-

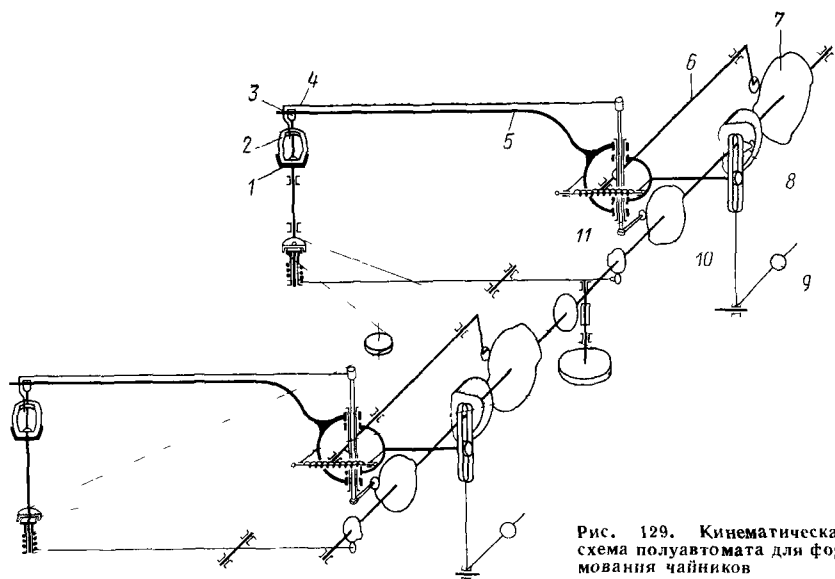
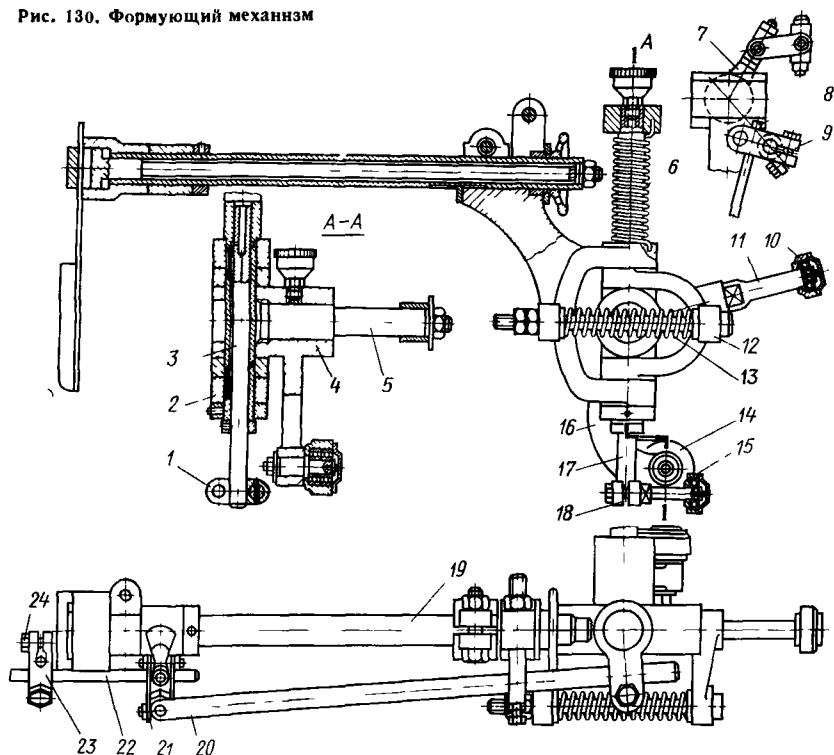


Рис. 129. Кинематическая схема полуавтомата для формования чайников

Рис. 130. Формующий механизм



маты для формования чашек. Однако у этой машины имеется ряд особенностей, обусловленных более сложным процессом формования чайников по сравнению с формованием чашек.

По кинематической схеме наклон полуавтомата с шаблоном должен качаться одновременно в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Такое качание достигается применением универсального шарнира. Наклон может поворачиваться: в горизонтальной плоскости — вокруг оси 3, связанной зажимом 1 с рычагом 18 и роликом 15 (рис. 130), при действии кулачка на ролик 10 и рычаг 11, а в вертикальной плоскости — вокруг пальца 5, закрепленного в станине машины. Опускается наклон под действием собственного веса, а поднимается кулачком при помощи ролика 14 и рычага 16. Формовочный шаблон прикреплен к торцовой поверхности наклона скобой 23 и гайкой 24. Такое соединение шаблона дает возможность переходить от одного вида изделий к другому (с различными диаметрами).

Наклон состоит из четырех основных частей — 4, 2, 12 и 19. Детали 12 и 2 соединены между собой стержнем и пружиной 13. Благодаря такому соединению наклон, преодолевая сопротивление пружины, может быть повернут относительно оси 3. Кулачок отвода шаблона рассчитан на максимальное боковое отклонение,

которое регулируется изменением положения упора. Шаблон смятия перемещается относительно формовочного шаблона кулачком через ролик 15, рычаг 18, вал 17, рычаги 20 и 7. Для большей гибкости регулирования рычаг 7 сделан составным из стержня 22 и хомутика 9.

Конфигурация сминающего шаблона 8 определяется по месту в зависимости от фасона формируемых изделий. При нажатии кулачка смятия на ролик 15 поворачиваются около своей оси вал 17 и рычаг 20, закрепленный на этом валу. Через серьги 21, рычаг 7, стержень и хомутик 9 движение рычага 20 передается сминающему шаблону, который выдвигается в сторону, противоположную формирующей кромке шаблона, как показано на кинематической схеме. Обратный ход шаблона смятия осуществляется пружиной 6.

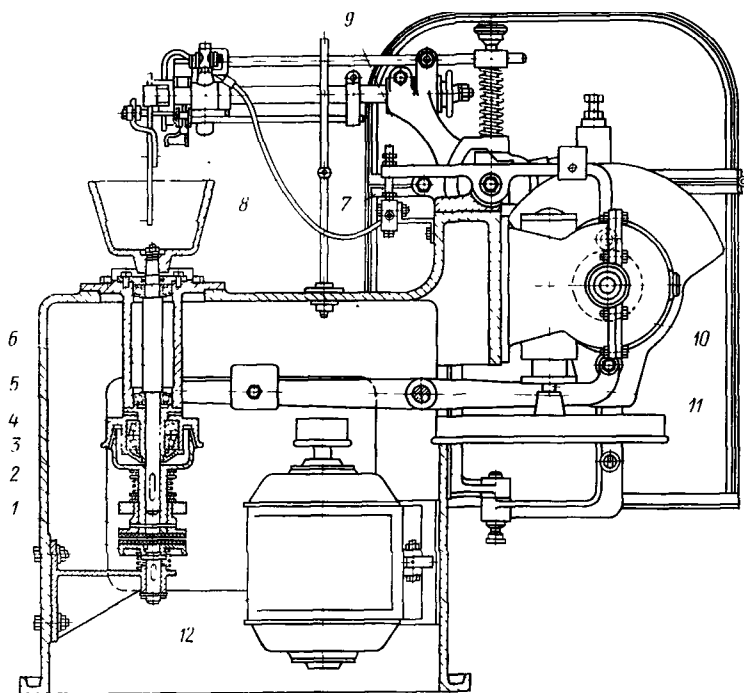
Шаблон смятия выдвигается в момент отвода его в исходное положение. Движение шаблона является, таким образом, результирующим движений кулачка отвода шаблона и ролика 15 по кулачку смятия выступа. В период подъема наклона ролик 15 вместе с валом 17 отходит от кулачка смятия выступа, описывая дугу около оси качания наклона. Чтобы ролик 10 мог свободно отходить от кулачка смятия выступа, высота подъема кулачка больше максимального хода ролика, необходимого для смятия. Таким образом, ролик 10 соприкасается с кулачком смятия выступа только в выступающей его части; с горизонтальной частью кулачка ролик не соприкасается.

Ролики подъема наклона, его отвода и смятия выступа установлены на шариковых подшипниках. Кроме механизмов, указанных выше, полуавтомат имеет механизмы для подачи воды и обрезки краев изделий, такие же, как и полуавтоматы для формования чашек.

Вода, которой смачивается масса при формировании выступа, подается самотеком из бачка, установленного над полуавтоматом. Доза и время подачи ее регулируются при помощи кулачков, насаженных на общий распределительный вал. Кулачки правого и левого наклонов полуавтомата (рис. 131), нажимая через рычаг 9 на клапаны 7 отсекаателя воды, подают ее по резиновым шлангам 8 к месту формования. Вода подается в момент формования выступа в чайнике.

Приводится полуавтомат от индивидуального электродвигателя 12, который через ременную передачу вращает два шпинделя 6 и червячный вал 11 редуктора 10 кулачкового распределительного устройства. Для натяжения ремня электродвигатель установлен на качающейся плите, положение которой можно изменить винтовой тягой с пружиной.

В момент установки и снятия формы формодержатель полуавтомата должен быть неподвижен. Включение и выключение шпинделей осуществляются кулачками, насаженными на общий распределительный вал. Конусная тарелка 5 муфты включения патрона непрерывно вращается на полый цапфе корпуса патрона



В д. в. р. пр. с. я. т. о. м. к. о. ж. у. х. с.

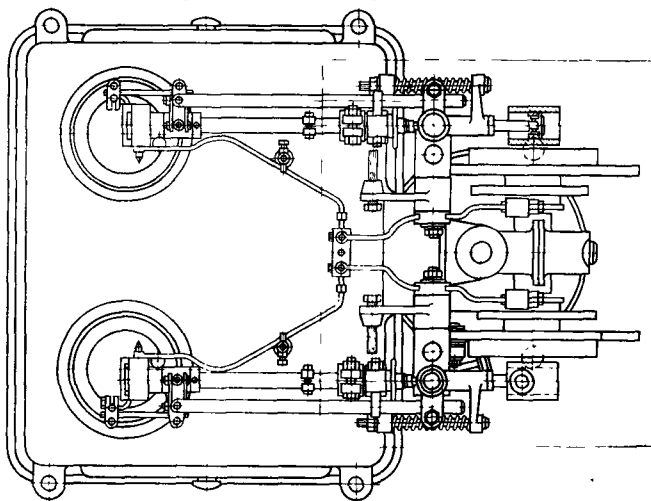


Рис. 131. Полуавтомат для формования чайников

от электродвигателя через ременную передачу. Конус муфты включения, сидящий на шпонке шпинделя 6, может при помощи траверсы 3 и пружины 4 перемещаться вдоль него. При подъеме конуса муфта включается, и формодержатель начинает вращаться; при опускании конуса под действием контргруза муфта выключается.

При выключении шпинделя диск 2, прижатый к неподвижному диску 1, тормозит и быстро останавливает шпиндель с формодержателем. Шпиндель 6 смонтирован на конусных роликовых подшипниках. Такая конструкция позволяет компенсировать износ подшипников введением прокладок.

Удлиненный вал нормального червячного редуктора, выступающий с двух сторон последнего, используется как распределительный вал, на который насажены все кулачки полуавтомата. С правой стороны насажены кулачки правого наклона, а с левой — левого. Кулачки правого и левого наклонов взаимно сдвинуты на 180°. Применение нормального редуктора с герметически закрытыми шестернями, работающими в масляной ванне, увеличивает надежность работы полуавтомата и облегчает его обслуживание. Чтобы избежать попадания в движущиеся части полуавтомата абразивной пыли и фарфоровой массы, распределительный вал и часть наклонов закрыты кожухом. Конструкция полуавтомата разработана применительно к технологии формования чайников, принятой на одношпиндельных станках.

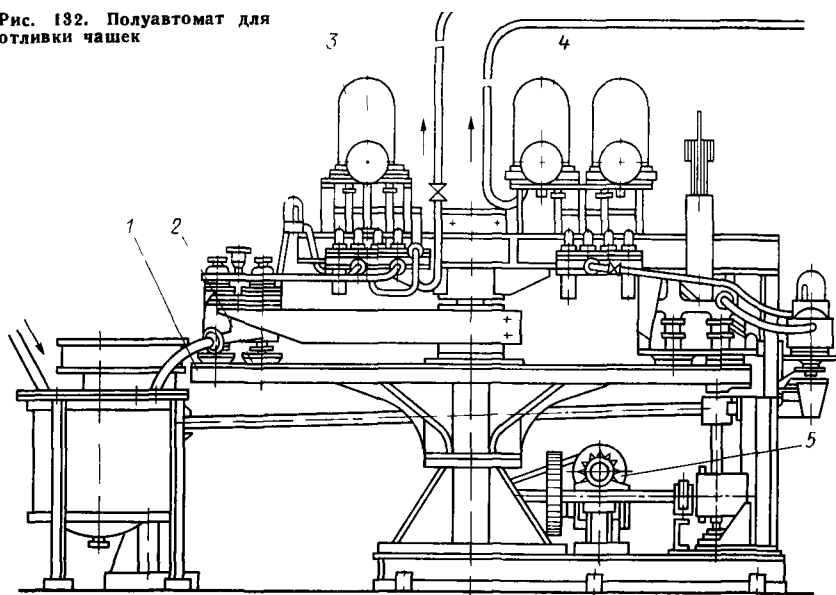
На основании данных, полученных при ручном формовании, для полуавтомата установлены длительности операций (с): установка формы — 2,5; укладка массы — 2,5; опускание шаблона — 0,75; отведение шаблона в сторону — 0,6; предварительное формование изделия — 0,9; отведение шаблона к центру — 0,5; смятие и смачивание выступа — 1,88; вынимание шаблона — 0,79; очистка шаблона от массы — 0,5; опускание шаблона — 0,75; отведение шаблона в сторону — 0,6; окончательное формование изделия — 1,3; отведение шаблона в сторону — 0,6; вынимание шаблона из формы — 0,79; снятие формы — 2,5.

На Первомайском и Дмитровском фарфоровых заводах разработаны и внедрены конструктивные варианты двухшпиндельного полуавтомата для формования чайников роликами вместо шаблонов.

ОТЛИВКА ХОЗЯЙСТВЕННОГО ФАРФОРА И ФАЯНСА

В производстве хозяйственного фарфора и фаянса методом отливки формуют изделия, отличающиеся по форме от тел вращения, изготавливаемых из пластичной массы на станках и полуавтоматах. К этому ассортименту относятся суповые вазы, овальные и прямоугольные блюда, салатники, кувшины, а также художественно-декоративная керамика — вазы, статуэтки, скульптурные группы и др. Отливкой можно заформовать очень толкостенные чашки для чайных и кофейных сервизов, которые трудно получить формова-

Рис. 132. Полуавтомат для отливки чашек



нием из пластичной массы. Особую группу составляют приставные детали разнообразной формы: носики и ручки к чайникам, чашкам, кувшинам. Отливка полностью вытеснила трудоемкую «котминку» этих деталей из пластичной массы в разъемных формах.

Конкурентоспособность отливки и формования из пластичной массы определяется степенью механизации этих процессов, затратами ручного труда, а также квалификацией персонала, обслуживающего автоматы или выполняющего тонкие операции оправки и приставки вручную.

Механизация и автоматизация отливки не получили существенного развития из-за мелкосерийного и разнообразного ассортимента изделий, формуемых этим методом. Для облегчения ручного труда на некоторых заводах применяют поворотные четырехполосные литейные стенды, а также конвейерные люлочные сушилки с выносными ветвями для заливки и слива избыточного шликера, разборки и сборки форм. Применение люлочных конвейеров позволяет использовать высоту помещения и резко снизить необходимые площади.

Во избежание одностороннего утолщения чашек при сливе избыточного шликера в полуавтомате конструкции ГИКИ удачно использован вакуумный отсос избыточного шликера. В первом конструктивном варианте одновременно заливались две формы, а во втором четыре, с соответствующим увеличением производительности полуавтомата.

В четырехструйном полуавтомате формы подаются в четыре ряда 16-позиционным вращающимся столом 1 (рис. 132). На каж-

дой позиции стола размещены двух- или четырехгнездные формодержатели 2 для установки гипсовых форм. Привод 5 расположен под столом. На станине над столом закреплены дозирующие 4 и отсасывающее 3 устройства.

Сбоку стола у дозатора установлена мешалка для питания дозатора шликером. Отсосанный шликер возвращается в мешалку.

В процессе работы в пустые гнезда формодержателей устанавливаются возвращающиеся из сушилок формы, которые периодическим движением стола подаются под дозирующее устройство и автоматически заливаются шликером. При дальнейшем движении стола на поверхностях залитых форм образуются стенки чашек, после чего формы поступают под отсасывающее устройство для удаления избытка шликера, который затем выливается из камеры отсоса через гибкий рукав в резервуар.

Возвратившиеся к рабочему месту литейщика формы с влажными чашками снимаются со стола полуавтомата и подаются в сушилку, а в освободившиеся гнезда устанавливаются пустые формы, выгруженные из сушилки после подсушки.

Изготовление изделий на четырехструйных автоматах позволило значительно сократить продолжительность технологического процесса формования чашек путем механизации некоторых операций.

В настоящее время разрабатываются устройства для автоматизации перестановки форм с вращающегося стола в конвейерную сушилку и возврата их в формодержатели для последующей заливки.

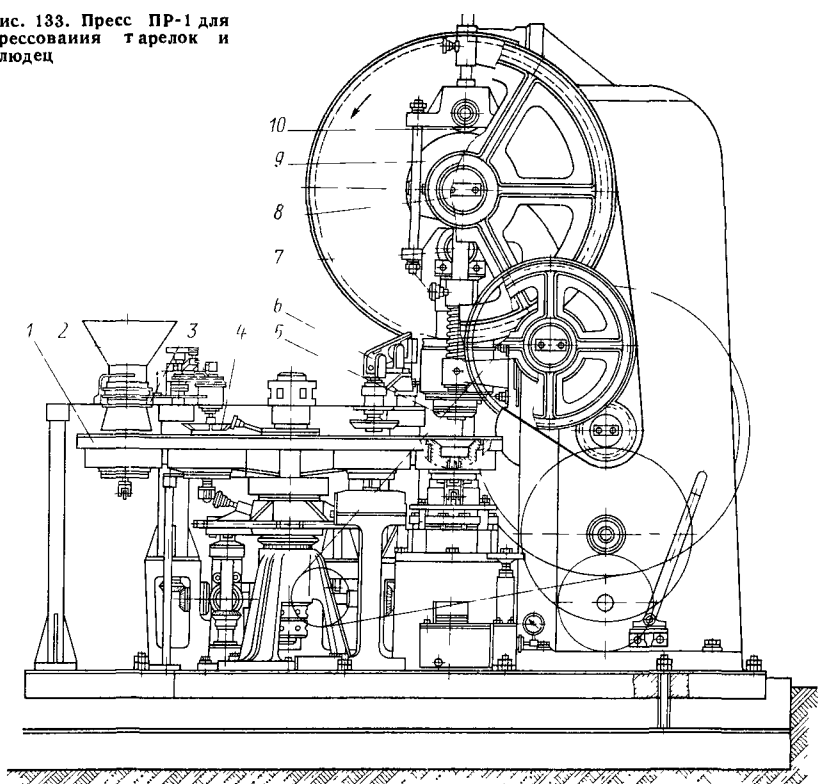
Объединение машины с вращающимся столом и конвейера сушилки в одну автоматическую установку получается, как и в других ротационных машинах, довольно сложным, повышает стоимость оборудования и эксплуатационные затраты.

Производительность четырехструйного автомата для отливки тонкостенных или рельефных чашек — около 500 шт/ч; габаритные размеры $7,4 \times 3,6 \times 1,85$ м; масса 5,8 т.

ПРЕССОВАНИЕ ТАРЕЛОК И БЛЮДЕЦ ИЗ ПОРОШКООБРАЗНОЙ МАССЫ

Прессование изделий из порошкообразной массы в стальных формах не получило в производстве хозяйственного фарфора и фаянса применения из-за разнообразной конфигурации тонкостенных изделий, преобладающих в ассортименте этой продукции. Такой метод широко используется в производстве низковольтного установочного электрофарфора и фаянсовых облицовочных плиток. Многолетние исследования, проведенные в этой области, показали возможность прессования фаянсовых и толстостенных фарфоровых тарелок для общественного питания. Достаточная массивность этих изделий обеспечивает их выталкивание из прессформ без деформации или разрушения.

Рис. 133. Пресс ПР-1 для прессования тарелок и блюдец



Процесс прессования тарелок и блюдец имеет много общего с прессованием фаянсовых облицовочных плиток. Однако различия по форме потребовали разработки устройств для тщательного предварительного распределения порошкообразной массы в форме с использованием вращающегося стола для разгрузки и загрузки пресс-форм.

Пресс-автомат ПР-1 (рис. 133) на основе предварительно проведенных исследований разработан Киевским КБ УНИИСП. Вращающийся стол 1 пресса имеет шесть пресс-форм, которые после заполнения порошкообразной массой подаются на позицию прессования шестилучевым мальтийским механизмом синхронно с работой прессующего механизма. Над столом смонтированы бункер 2, заполняемый пресс-порошком, дозатор 3 и механизм 4, распределяющий массу в пресс-форме. На валу 8 прессующего механизма насажен кулак 9, сообщаящий через ролики 7 и 10 возвратно-поступательное движение ползуну со штемпелем 5.

Механизм 6 предварительного уплотнения смонтирован на общей с механизмами 2 и 4 траверсе (на чертеже не показана). Отпрессованная тарелка из пресс-формы выталкивается скалкой при

набегании ролика на копир, закрепленный под столом 1. Максимальное усилие прессования 100 тс, ход штампея 95 мм. Производительность пресса 600 шт/ч; мощность электродвигателя 5 кВт; масса пресса 7,5 т; габаритные размеры 2550×2370×2615 мм.

По предварительным исследованиям УНИИСПа (Украинский научно-исследовательский институт стекольной промышленности) приближенные параметры полусухого прессования тарелок следующие: влажность порошка 6—8%; давление при предварительном уплотнении 70—80 кгс/см², на первой стадии прессования 150—160 кгс/см², на второй стадии прессования 300—500 кгс/см²; прочность высушенных образцов при изгибе 110—130 кгс/см², то же при разрыве 10—12 кгс/см².

Полусухое прессование может дать существенный технико-экономический эффект в первую очередь при производстве тарелок и блюдец для столовых, кафе, ресторанов, где по условиям механизированной мойки используют массивные изделия. Прессование таких изделий и дальнейшая механизированная их обработка будут проходить с минимальными отходами.

Полусухое прессование при изготовлении изделий простой формы имеет некоторые очевидные преимущества.

Гладкая поверхность изделий, отпрессованных в полированных стальных формах, не нуждается в зачистке, которая при формировании в гипсовых формах выполняется обычно вручную на однопиндельных станках.

Долговечность форм из легированной стали может дать существенную экономию расходов по сравнению с затратами на гипсовые формы. Кроме того, уменьшить расходы можно упростив технологическую схему производства в механизированной линии и представив ее в следующем виде: тонкий помол массы и получение шликера в трубной мельнице непрерывного действия—получение прессовочного порошка заданной влажности в распылительной (башенной) сушилке—прессование и автоматическое удаление заусениц (облоя)—сушка—глазурование—однократный обжиг.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ И МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФАРФОРОВЫХ ПОДВЕСНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ ИЗ ПЛАСТИЧНОЙ МАССЫ

УСТРОЙСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

В производстве электрофарфора применяют разные способы формования изделий. Из пластичной массы изготавливают штыревые и подвесные изоляторы, а также цилиндрические и трубчатые заготовки для формования крупногабаритных покрышек (бушингов) обточкой на автоматах.

В частично или полностью автоматизированных линиях все основные процессы выполняются автоматами и полуавтоматами, широко используются переставители и специализированные транспортеры с пульсирующей подачей полуфабриката из одной машины в другую, в сушилку или в печь непрерывного действия. В качестве примера ниже приводятся описание и технические характеристики оборудования автоматической линии Славянского арматурно-изоляторного завода им. Артема, спроектированной славянским филиалом проектной конторы «Электропромпроект» для производства высоковольтных подвесных изоляторов ПМ-4,5.

Непрерывно-поточная автоматическая линия состоит из автоматов револьверного типа для формования, оправки и глазурирования подвесных изоляторов, связанных при помощи переставителей (манипуляторов) с конвейерными сушилками в единую, автоматически действующую систему машин. В этой линии впервые запроектировано формование подвесных изоляторов в постоянных стальных формах довольно сложной конфигурации вместо гипсовых форм, широко используемых в производстве тонкой керамики; разработаны конструкции автоматических переставителей (манипуляторов), заменяющих рабочих, занятых перекладкой полуфабрикатов при обслуживании полуавтоматических непрерывно-поточных линий. Первый процесс — формование конусообразных заготовок (болванок) выполняется полуавтоматом 4 (рис. 134) карусельного типа, в питатель 3 которого загружаются цилиндры фарфоровой массы, получаемой из вакуум-пресса 1; последний снабжен резательным автоматом 2.

Заготовки массы из полуавтомата 4 в автомат 6 на формование изоляторов передаются автоматически манипулятором 5. Зафор-

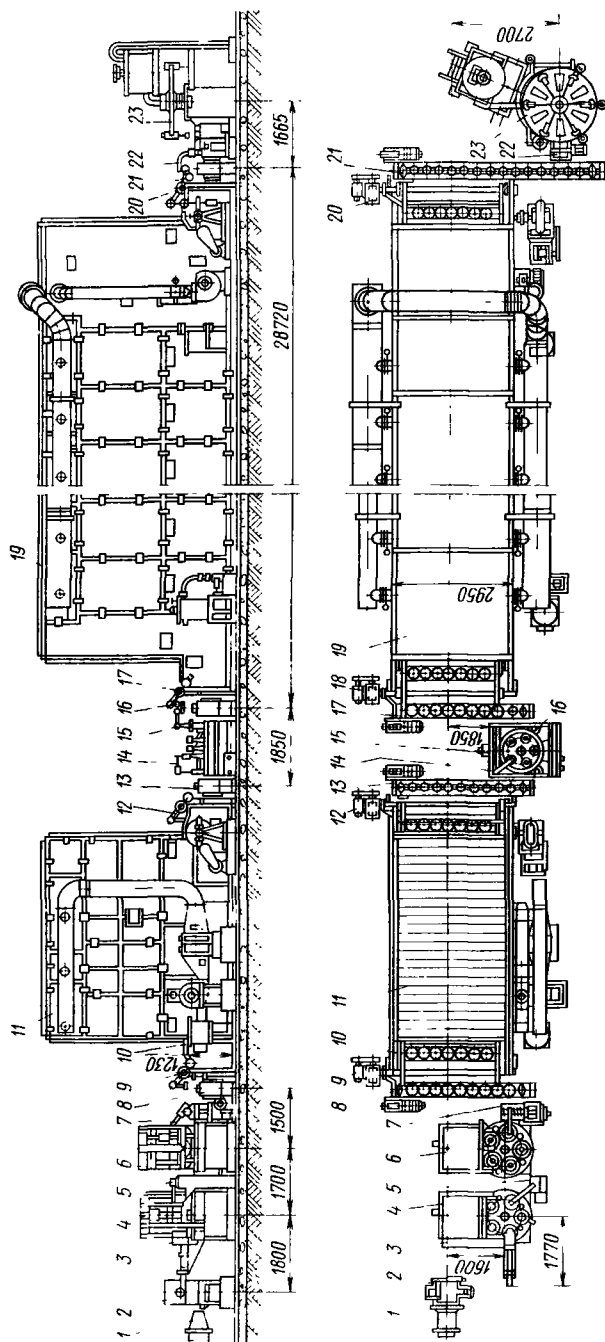


Рис. 134. Автоматическая линия для производства высоковольтных подвесных изоляторов

мованные изоляторы, выталкиваемые из стальных форм автомата 6, переставляются рычагом манипулятора 7 в гнезда пульсирующего конвейера 8. Раздвижной выльчатый захват манипулятора захватывает изолятор за узкую его часть (под тарелкой) и при повороте рычага вокруг горизонтальной оси опускает в гнездо конвейера рифленой поверхностью вниз. В таком положении изоляторы загружаются в первичную (подвялочную) конвейерную сушилку, а затем в оправочный автомат, вторую сушилку и глазуровочный автомат. Гнезда пульсирующего конвейера 8 при каждом повороте стола формовочного автомата 6 и рычага манипулятора перемещаются на один шаг. После заполнения семи гнезд изоляторы захватываются семигнездным переставителем 9 и передаются на полку 10 конвейерной сушилки 11. Конвейер сушилки на время загрузки полки должен автоматически останавливаться.

После подвялки изоляторы выгружаются из сушилки переставителем 12, аналогичным по устройству переставителю 9, на второй пульсирующий конвейер 13, питающий непрерывнодействующий оправочный полуавтомат 14 револьверного типа.

Обработанные (оправленные) изоляторы передаются на пульсирующий конвейер 17. Загрузка изоляторов в оправочный полуавтомат и передача на конвейер 17 выполняются манипуляторами 15 и 16, а далее в конвейерную сушилку 19 — семигнездным переставителем 18. Из сушилки 19 изоляторы выгружаются переставителем 20 на пульсирующий конвейер 21, а затем манипулятором 22 — к шпиндельным захватам карусельной глазуровочной машины 23.

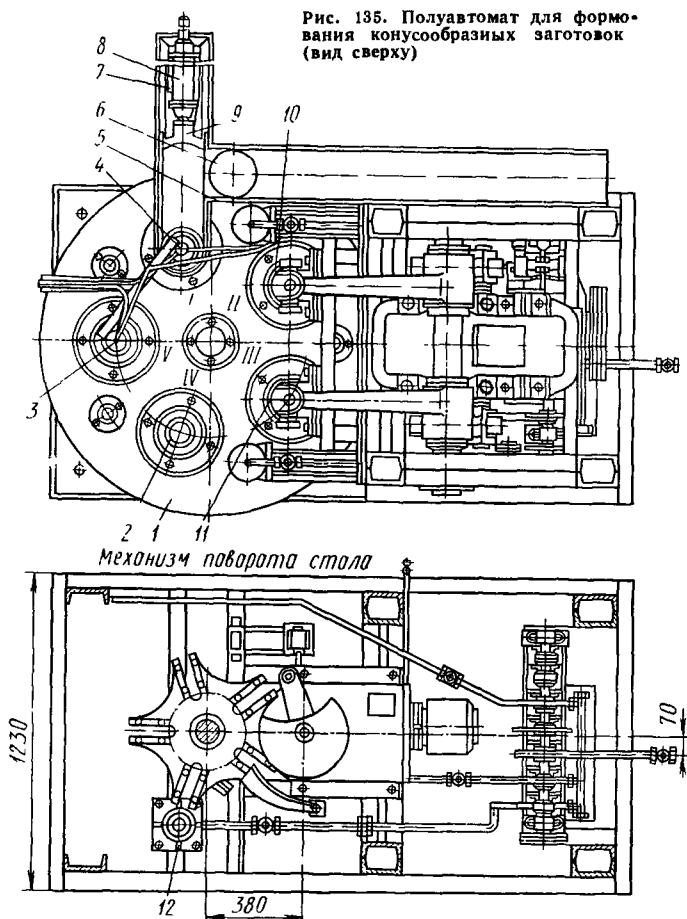
Глазурованные изоляторы транспортируются в печной цех для загрузки на вагонетки непрерывнодействующих туннельных печей. Производительность автоматической поточной линии для изготовления изоляторов ПМ-4,5 составляет 165 шт/ч; размеры 53 000×6230×5150 мм (длина×ширина×высота); влажность фарфоровой массы 19—20%; продолжительность первичной сушки 2 ч, а сушки до влажности 0,5% — 12 ч.

Вакуумный пресс. Пресс конструкции, принятой на заводах тонкой керамики, с автоматом для отрезки цилиндров массы должен иметь при наличии повышенного сопротивления на выходе производительность около 6 т/ч.

Полуавтомат для формирования конусообразных заготовок из вакуумированной массы. Длительный срок службы стальных форм и широкие возможности механизации формования при использовании массы пониженной влажности послужили основанием их применения для автоматического двухстадийного формования подвесных высоковольтных изоляторов в автоматизированной поточной линии.

На вращающемся столе 1 (рис. 135) полуавтомата закреплено пять форм 2, в которые на позиции 1 во время остановки стола загружаются поступающие по наклонному лотку 5 цилиндры массы 6, подаваемые вручную от вакуумного пресса. Перемещение

Рис. 135. Полуавтомат для формования конусообразных заготовок (вид сверху)



цилиндра массы с лотка до совмещения с отверстием формы выполняется воздушным цилиндром питателя 7, на штоке которого посажен толкатель 8 серповидной формы со щекой 9, задерживающей при проталкивании очередного цилиндра опускание остальных цилиндров по лотку 5. Поверхность формы 2 и верхнее основание цилиндра массы 6 покрываются при помощи форсунок 3 и 4 тонким слоем смазки, что исключает прилипание фарфоровой массы к форме и штемпелям 10 и 11 прессующего механизма.

На позициях II и III масса в два приема запрессовывается штемпелями 10 и 11, насаженными на штоки 4 (рис. 136), которые муфтами 6, подвесками 7 и коленчатыми рычагами 9 связаны с кулачками 10 и 12. Последние насажены на валу редуктора 11 и приводятся электродвигателем 14 через передачу 13. При положении кулачка 10, показанном на рисунке, штемпели 2 поддерживаются вверху пружинами 8. При поворачивании кулачка 10

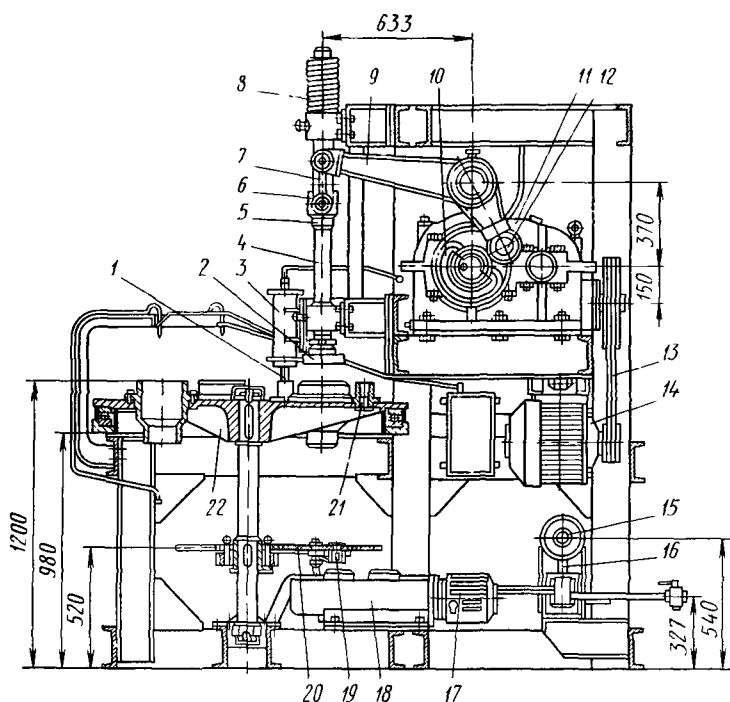


Рис. 136. Автомат для формирования конусообразных заготовок (вид сбоку)

штемпели опускаются, и масса запрессовывается в формы до заданных размеров заготовки. Штоки 4 имеют в местах соединения с муфтами 6 резьбу и при помощи гаек 5 могут устанавливаться на разной высоте, в результате чего регулируется степень запрессовки массы на первой и второй стадиях процесса. На позиции IV (см. рис. 135) заготовка массы (в виде усеченного конуса) выталкивается из формы 2 пневматическим цилиндром 12 и снимается захватом переставителя, связывающего описываемый автомат с автоматом, формирующим подвесные изоляторы.

Привод периодически вращающегося стола 22 состоит из электродвигателя 17 (рис. 136) и механизма мальтийской звезды (20, 19, 18).

Точное совмещение форм 2 (см. рис. 135) с механизмами запрессовывания и выталкивания заготовок достигается при помощи конических фиксаторов 1 (рис. 136), насаженных на штоках воздушных цилиндров 3 и входящих в гнезда 21 стола 22 при остановках последнего.

Работа пневматических приводов (воздушных цилиндров), вращающегося стола и запрессовывающего механизма синхронизируется распределительным валом 15, на котором насажены кулачки. Вал связан цепной передачей со звездочкой, расположен-

ной вместе с кулачком 10 на выходном валу редуктора 11. Кулачки, нажимая в заданное время цикла на ролики золотниковых клапанов 16, включают или выключают подачу воздуха в цилиндры питателя 7 (см. рис. 135), стопорного механизма, форсунки 3 и 4, в пневмоцилиндр 12.

Автомат для формирования подвесных изоляторов. По конструкции этот автомат аналогичен автомату для формирования заготовок подвесных изоляторов (узлы вращающегося стола, механизма подачи пуансонов, приводов и распределительного механизма воздушных цилиндров), поэтому, не останавливаясь на конструкции этих узлов, отметим особенности, обусловленные способом формирования подвесных изоляторов в стальных формах.

На позиции I стальные формы 3 (рис. 137) покрываются смазкой, распыляемой пульверизатором 4. На позиции II в форму вкладывается заготовка массы, заформованная на предшествующем автомате. При работе автоматов в составе данной линии эта операция выполняется автоматически переставителем, а в других условиях может производиться вручную.

На позиции III масса запрессовывается в форму 5 первым штемпелем 12 с помощью рычага 9, и таким образом формируется центральное углубление.

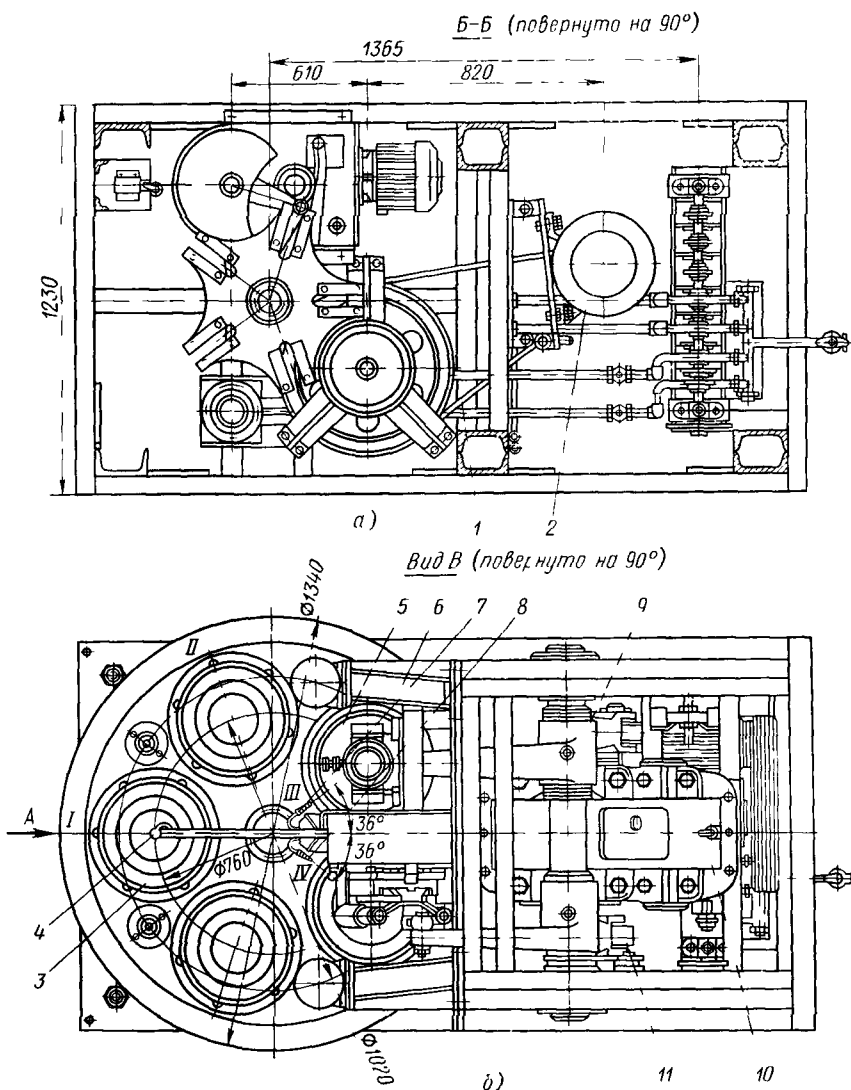
На позиции IV формируются ребра изолятора и расширяющаяся книзу полость для закрепления штыря. Этот довольно сложный процесс выполняется комбинированным взаимодействием штемпелей 17 и 18 с массой, запрессованной во вращающейся форме. Ползун, на котором закреплен штемпель, совершает возвратно-поступательное движение в направляющих 14 и 16. Для передачи движения служат коленчатые рычаги 13, тяги 15, кулачковый механизм II и редуктор 10.

Форма с запрессованной в нее массой вращается специальным приводом, состоящим из электродвигателя 2, клиноременной передачи I и фрикционного сцепления шпинделя привода формы, включаемого и выключаемого пневмоцилиндром. Получающийся избыток массы («обрезки») удаляется из зоны формирования через лотки 6. Прилипание массы к штемпелям устраняется подачей смазки пульверизаторами 7 и 8.

Заформованные изоляторы выталкиваются на позиции V телескопическим выталкивателем последовательно по частям, отделяющимся от изолятора. Выталкиватель закреплен на штоке воздушного пневмоцилиндра 19.

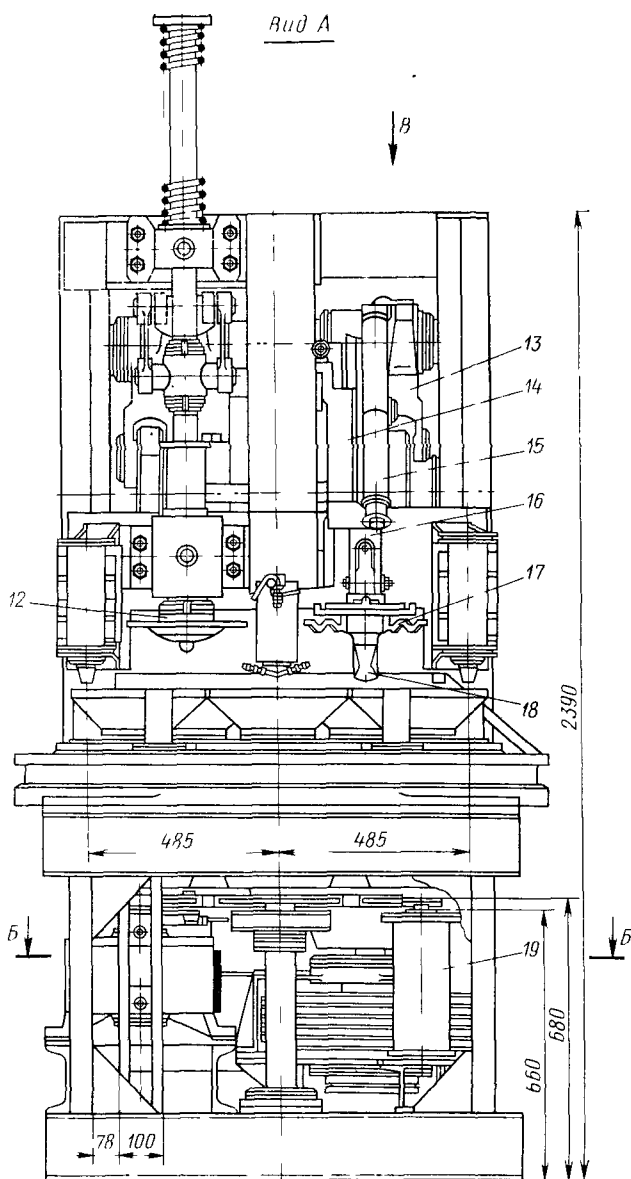
На рис. 138 показана конструкция довольно сложной стальной формы (разработана А. В. Авдеевым и В. В. Черномским, ВНИИЭК) с телескопическим выталкивателем в положении, при котором изолятор выдвинут и снят с центрального пуансона 17, закрепленного на штоке 2 выталкивателя; выталкиватель опущен и форма подготовлена к очередной загрузке массой. Форма вращается в роликовых подшипниках 4, установленных в стакане 6, закрепленном на вращающемся столе 10.

Рис. 137. Автомат для формования подвесных изоляторов



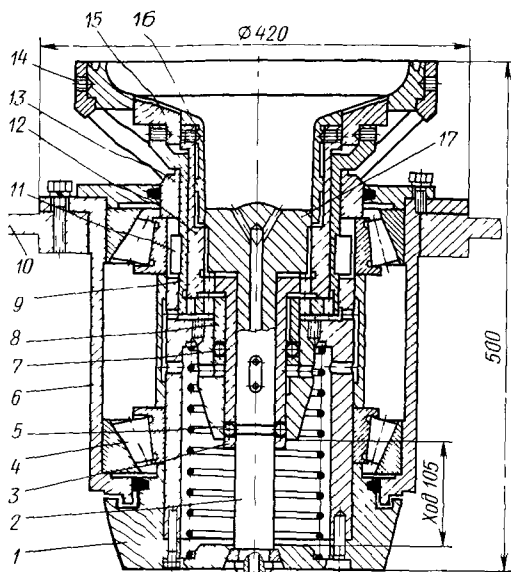
Рабочая поверхность формы разделена на четыре концентрических, входящих один в другой элемента 14, 15, 16, 17, которые соответственно закреплены на корпусе 13, цилиндрических направляющих 9, 12 и штоке 2 выталкивателя.

Корпус 13, несущий наружное кольцо 15 формы, имеет на нижнем конце конус 1 для фрикционного зацепления с подъемным



диском привода форм автомата. Трубчатая опора для кольца 16 формы связана с корпусом 13 скользящей шпонкой 11, обеспечивающей вращение отдельных частей формы с одинаковыми угловыми скоростями. Такими же скользящими шпонками связаны соответственно направляющие 9 и 12, корпус 13 и шток 2 выталкивателя.

Рис. 138. Разъемная стальная форма для подвесных изоляторов



Разделение большой поверхности формы на элементы, сила сцепления которых с массой невелика, даст возможность поочередно отделить их от заформованного изолятора без существенной деформации последнего. Отделение в первую очередь наружного кольца 14, а затем внутренних колец 15 и 16 выполняется за один ход штока 2 при помощи специально сконструированной для этой цели системы скользящих шариковых сцеплений направляющих.

Шток 2, имеющий кольцевую канавку, связан с трубчатой направляющей 12 стальными шариками 5, находящимися в карманах наружной направляющей, и при ходе вверх перемещается с последней. Таким же образом направляющая 12 шариками 7 связана с направляющей 9. В начальный период подъема шток 2 последовательно увлекает охватывающие его направляющие 12 и 9, и закрепленные на них кольцевые элементы 16 и 15 формы вместе с заформованным изолятором отрывают его от наружного кольца 14 формы. При дальнейшем движении штока шарик 7 вытесняется в кольцевой карман 8, освобождая направляющую 12 от сцепления со штоком 2, что дает возможность упором шпонки в пазу корпуса приостановить подъем кольца 15 и отсоединить его от выталкиваемого изолятора.

Таким же образом отделяется от изолятора кольцо 3 при последующем закатывании шариков 5 в карман направляющей 9 и задержке ограничителем подъема последней. В конце хода выталкивателя изолятор удерживается пуансоном 17 и центральным кольцом 16 в положении, удобном для его передачи переставителями в сушилку.

При опускании штока шарик 5 и 7 последовательно скатываются из кольцевых карманов охватывающих направляющих и защемляют внутренние направляющие, входя в их кольцевые выточки.

Таким образом, все элементы формы последовательно опускаются в исходное положение. Ниже приведена характеристика автомата для формования изоляторов и полуавтомата для формования конусообразных заготовок.

Оборудование	Автомат для изоляторов	Полуавтомат для конусооб- разных за- готовок
Производительность, шт/ч	165	165
Продолжительность цикла, с	21,8	—
Высота подъема, мм:		
штока выталкивателя	105	275
пуансона:		
формования	150	170
прессования	200	170
Усилие, тс:		
на пуансоне формования	1,5	6,0
на штоке	0,7	—
выталкивателя	0,5	3,14
Частота вращения, об/мин:		
формы	260	—
пуансона	300	—
Мощность электродвигателя при- вода, кВт:		
стола	0,6	0,6
форм	4,5	—
пуансонов	2,8	2,8
Ход штока, мм:		
выталкивателя	130	—
пневмофиксаторов	75	75
Диаметр цилиндра, мм:		
фрикционного	150	—
выталкивателя	125	100
пневмофиксаторов	80	80

Переставитель заготовки фарфоровой массы. Переставитель, установленный между пятипозиционными вращающимися столами формовочных автоматов, в период их остановки поворотом рычага *I* (рис. 139) переставляет ком фарфоровой массы с выталкивателя полуавтомата *I* в стальную форму полуавтомата *II*.

Рычаг *I* на конце имеет вакуумный присос 2, которым захватывает заформованный ком массы в момент его выталкивания из формы полуавтомата *I* и переносит в форму полуавтомата *II*. Поворот рычага *I*, насаженного на вал 3, на 75° выполняется пневматическим цилиндром 4, шток которого 5 связан с кривошипом 6 вала 3.

Точность совпадения центра присоса с центрами форм полуавтоматов регулируется ограничителем 7.

Время поворота рычага переставителя 4 с; диаметр пневматического цилиндра 50 мм, ход его штока 180 мм; захват — вакуумный; рабочее давление воздуха $40 \cdot 10^4 \div 60 \cdot 10^4$ Па.

Переставитель изоляторов с формовочного автомата на пульсирующий конвейер. Заформованный изолятор 2 (рис. 140) в момент перестановки находится на выталкивателе формовочного автомата *I* в положении тарелкой кверху.

Захват 3 в развернутом виде опускается ниже уровня тарелки изолятора и при помощи пневматического цилиндра 4 и двух связанных с его штоком тяг *II* сжимает коническую часть изоля-

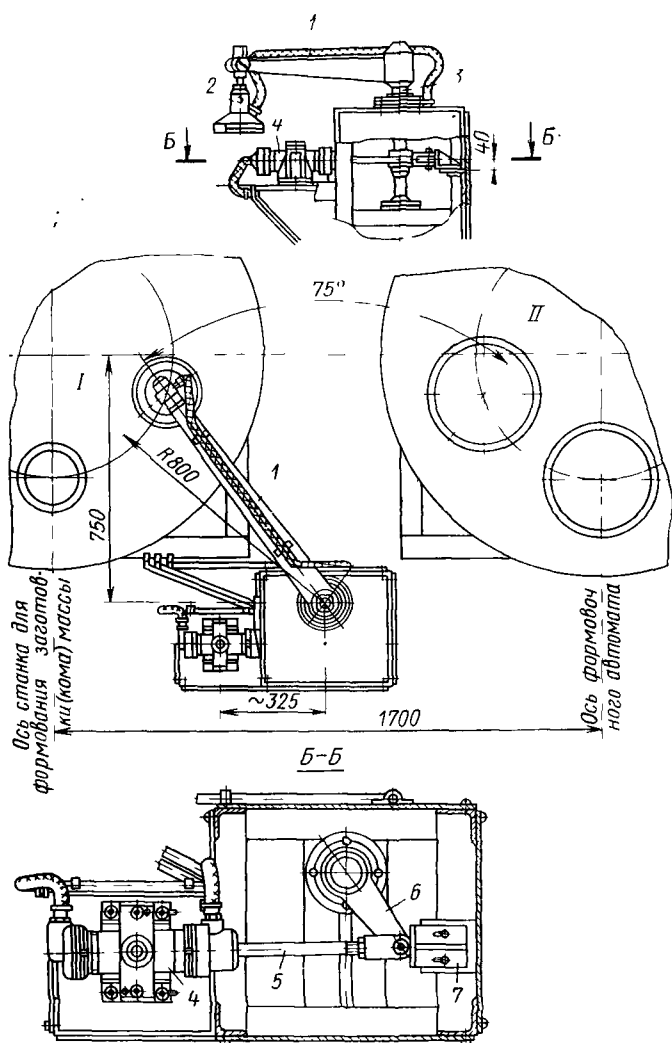


Рис. 139. Переставитель (манипулятор) для загрузки в формовочный автомат

тора 2. Захват 3 с пневматическим цилиндром закреплен на оси 12, связанной упругой муфтой 13 с редуктором 5, передающим переставителю качательные движения. Редуктор приводится от электродвигателя 8.

На промежуточном валу редуктора насажен кулачок 14, управляющий при помощи клапана 6 подачей воздуха в пневмоцилиндр 4 синхронно с поворотом переставителя вокруг оси 12.

Поворотом захвата 3 на 180° изолятор устанавливается в гнездо пульсирующего конвейера 7, после чего открывается клапан,

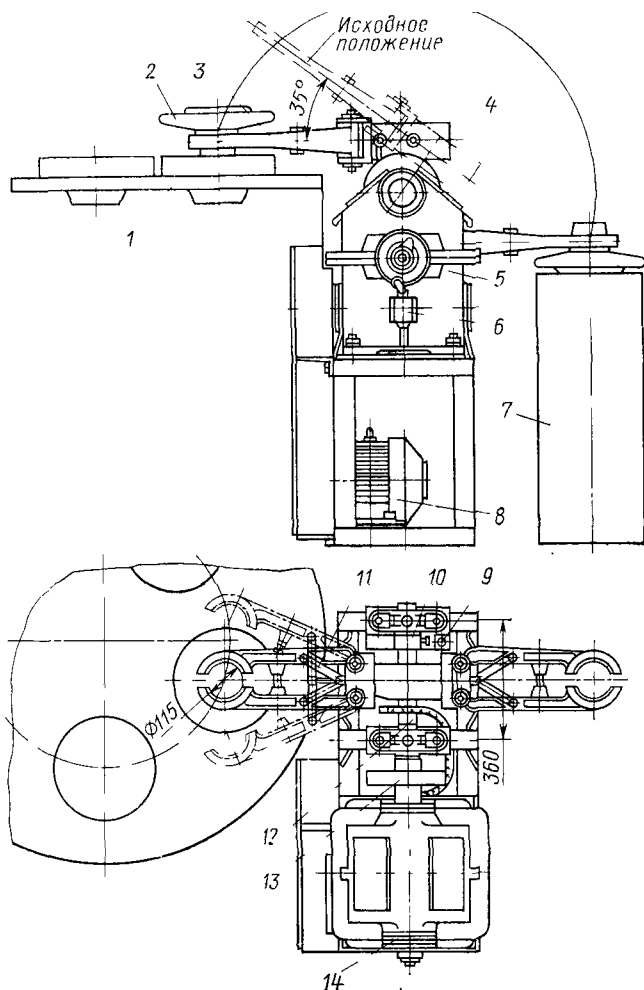


Рис. 140. Переставитель изоляторов на пульсирующий конвейер

клещи захвата раздвигаются и поворачиваются к формовочному автомату 1 за следующим изолятором. Для точного горизонтального совмещения захвата с положениями изолятора на формовочном полуавтомате и пульсирующем конвейере на оси 12 насажен кулачок 10, упирающийся в конце поворота в один из регулируемых болтов-фиксаторов 9.

Время двойного хода пневмозахвата 7,94 с, угол поворота 180°; передаточное число червячного редуктора $i = 41$, а передачи от электродвигателя к редуктору $i = 3$; мощность электродвигателя — 1 кВт, частота вращения 930 об/мин.

Цепной пульсирующий конвейер. Две конвейерные сушилки загружаются изоляторами переставителями, которые сразу захва-

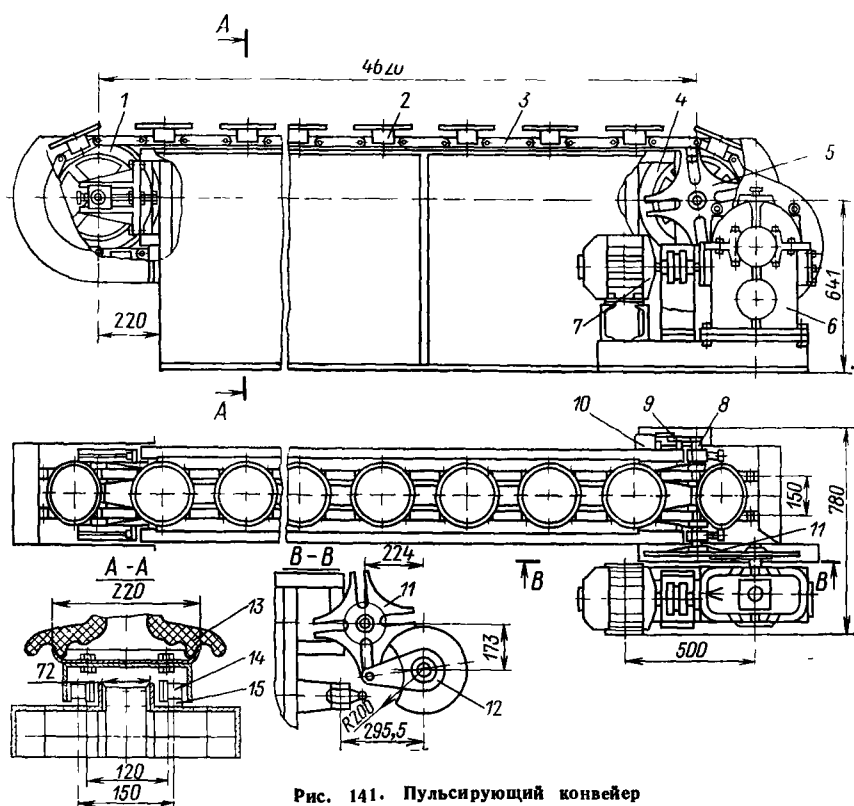


Рис. 141. Пульсирующий конвейер

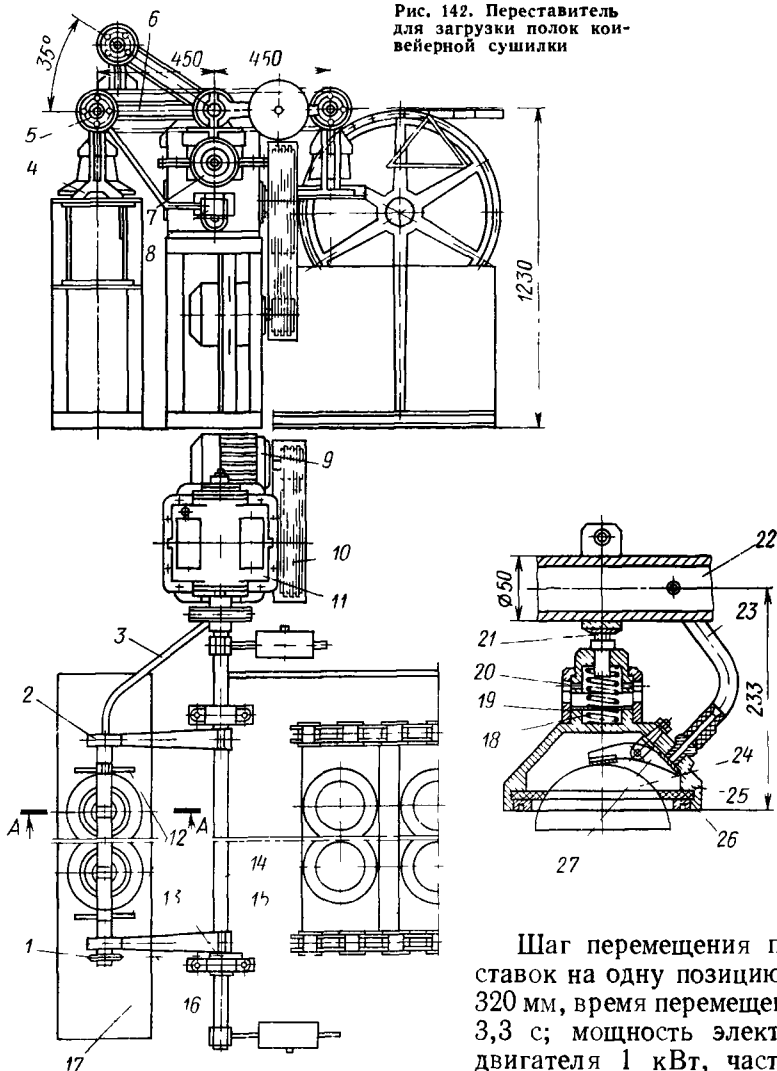
тывают комплект размещаемых на полке изоляторов, постепенно накапливающихся на пульсирующем конвейере. При разгрузке сушилки переставитель снимает с полки одновременно семь изоляторов и укладывает на второй пульсирующий конвейер, с которого они постепенно поступают на дальнейшую обработку. В линии установлено четыре пульсирующих конвейера и четыре синхронно с ними работающих переставителя аналогичной конструкции.

Конвейер состоит из двух бесконечных пластинчатых роликовых цепей 3 (рис. 141), натянутых на ведущих 4 и натяжных 1 звездочках и катящихся роликами 14 по направляющим 15. На звеньях цепи закреплены с шагом 320 мм штампованные тарелки-подставки 2 для укладки изоляторов 13 переставителями.

Закрепленные на конвейере подставки перемещаются периодически на один шаг при помощи привода, состоящего из двигателя 7, редуктора 6 и механизма мальтийского креста (5, 11, 12).

Вал 8 приводных звездочек через зубчатую передачу 9 связан с концевым выключателем 10, при помощи которого синхронизируется его работа с работой переставителя.

Рис. 142. Переставитель для загрузки полок конвейерной сушилки



Шаг перемещения подставок на одну позицию — 320 мм, время перемещения 3,3 с; мощность электродвигателя 1 кВт, частота вращения 930 об/мин; пе-

редаточное число червячного редуктора $i = 204$; число пазов мальтийского креста — 4; радиус водила мальтийского креста 200 мм; передаточное число зубчатой передачи механизма включения $i = 1,75$; рабочий ход подвижной системы конечного переключателя 12°; габаритные размеры: длина 3820, ширина 780, высота 912 мм.

Последний пульсирующий конвейер перед глазуровочной машиной имеет габаритную длину 5420 мм.

Переставитель изоляторов в сушилку. Переставитель состоит из закрепленных на валу 14 (рис. 142) двух кронштейнов 6 и пу-

стотелого вала 5, на котором подвешены захваты 4 с вакуумными присосами и ограничителями перемещения. Вал 14 с кронштейнами 6 поворачивается на 180° , при этом захваты 4 и ограничители 12 сохраняют отвесное положение, так как насаженная на вал 2 звездочка 1 связана цепью 16 с неподвижной звездочкой 13. Цепь, обкатываясь по звездочке 13, синхронно поворачивает звездочку 1; при этом сохраняется вертикальное положение захватов 4.

Конический колпак 25 захвата сопрягается со штоком 21 при помощи валика 20, свободно перемещающегося в щели колпака 19, и пружины 18. В нижней части колпака 25 закреплено резиновое кольцо 26, которым изолируется полость колпака от атмосферы при его насадке на головку изолятора 24.

Полость захвата сообщается через шланг 23, пустотелый вал 22 и шланг 3 с вакуум-системой автоматической линии. В момент посадки захвата на изолятор последний нажимает на рычажный клапан 27, и за счет образовавшегося в полости вакуума изолятор удерживается захватом при его перестановке с позиции конвейера 17 на позицию сушильной полки 15.

Поворот переставителя на 180° выполняется электродвигателем 9, который клиноременной передачей 10 связан со специальным редуктором 11. В корпусе последнего размещен механизм колебательного движения рамы переставителя. В конце поворота, когда изоляторы установятся на полке конвейерной сушилки, кулачок 7, насаженный на вал редуктора, нажимает на шток клапана 8, отключает захваты от вакуумной системы и соединяет их полости с атмосферой. Изоляторы остаются на полке сушилки, а захваты переносятся на позицию конвейера для съема следующей партии изоляторов.

Переставитель для выгрузки изоляторов из сушилок на пульсирующие конвейеры устроен аналогично вышеописанному переставителю.

Продолжительность рабочего цикла 10,6 с; вакуум 15%; передаточное число редуктора $i = 41$, клиноременной передачи $i = 4$; мощность электродвигателя 1 кВт; частота вращения электродвигателя 930 об/мин.

В конвейерных сушилках типовой конструкции в связи с их периодическим включением движение конвейера пульсирующее, что нельзя признать удачным, так как снижается срок службы последнего. В этих условиях целесообразно сочетать непрерывное перемещение конвейера сушилки с пульсирующим перемещением его ветви в пределах формовочного полуавтомата по схеме, принятой в секционном формовочно-сушильном автомате (гл. VI).

Специфической особенностью рассмотренной автоматической линии является многократное использование переставителей (манипуляторов) для передачи полуфабрикатов изоляторов в процессе обработки из одних машин в другие и, в частности, на полки люлечного конвейера сушилки.

В процессе наладки автоматической линии по изготовлению изоляторов ПМ-4,5 была установлена ее работоспособность в целом. Формование изоляторов в стальных телескопических формах, покрытых полиэтиленом, из массы пониженной влажности (19—20%) практически проверено и дало повышение технических характеристик подвесных изоляторов. Повторное уплотнение массы штемпелем при формовании кома, а затем самого изолятора является эффективным, а применение полиэтиленового покрытия элементов раздвижной формы облегчает отделение ее от поверхности изолятора.

В период наладки автоматической линии ВНИИЭКом были внесены некоторые конструктивные изменения в отдельные машины этой линии. Вакуумный захват заготовок в переставителе между формовочными автоматами заменен на пневматический захват. Вместо непрерывных пульверизаторов для смазки формы керосином установлены форсунки с программным кулачковым управлением. Семигнездные переставители и манипуляторы снабжены пневматическими захватами с раздвижными лапами вместо вакуумных захватов. Стальные гуммированные вращающиеся подставки у оправочного станка заменены гипсовыми для обеспечения достаточного фрикционного сцепления их с обрабатываемыми изоляторами.

Глазуровочная машина автоматической линии потребовала конструктивных изменений для обеспечения надежности работы консольных вакуумных захватов, так как при срыве изолятора в вакуумную систему неизбежно засасывалась бы глазурь. Изучение работы машин описанной автоматизированной поточной линии дало технологам и конструкторам материалы для дальнейшей автоматизации производства электроизоляторов и других подобных изделий.

МАШИНЫ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ НИЗКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

Машины для формования заготовок штыревых изоляторов. До появления в цехах электроизоляторных заводов вакуум-прессов заготовки для формования изоляторов делали вручную. В механизированном производстве заготовки массы заданной формы формуются на станках и полуавтоматах из выпускаемых вакуум-прессами цилиндров массы.

Конусообразные заготовки для изготовления штыревых изоляторов можно получить из цилиндров массы, рассчитанных на две заготовки, с последующим их автоматическим разрезанием стальной струной. Предназначенные для этого процесса конвейерные станки в зависимости от размещения в производственном потоке разделяют на прямоточные и с возвратом заготовок.

Прямоточный станок состоит из ленточного транспортера и двух направляющих лотков 4 (рис. 143). Лента 1 транспортера,

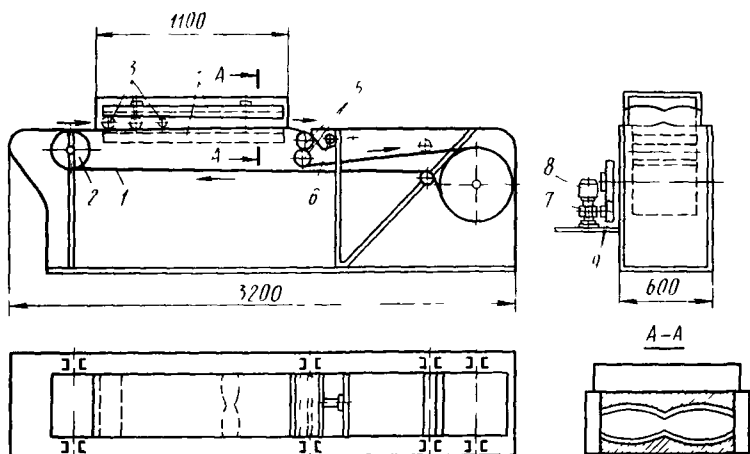


Рис. 143. Станок для формования заготовок в производстве телеграфных изоляторов

огИБая натяжной барабан 2, захватывает уложенные на ней цилиндры массы 3 и прокатывает их между лотками 4. При этом получают две конусообразные заготовки, сомкнутые малыми основаниями. Далее лента огИбает два направляющих ролика 5, здесь заготовки разрезаются установленной на их пути струной 6.

Привод станка состоит из электродвигателя 8, редуктора 7 и зубчатой передачи 9.

Станок с возвратом заготовок работает по такому же принципу, но отличается использованием обратной ветви короткого транспортера для возврата прокатываемых заготовок к разгрузочному лотку.

Производительность описанных станков 1500—2000 шт/ч; мощность электродвигателя 0,35 кВт.

Валковые станки работают по принципу обжима бруса фарфоровой массы профилированными валками, в которых имеются совпадающие ячейки. Размеры последних соответствуют длине заготовки, разрезанной по оси изолятора.

Валки связаны парой цилиндрических шестерен и приводятся через зубчатую передачу и редуктор от электромотора мощностью 1,7 кВт. Цилиндр фарфоровой массы подается по лотку в валки, увлекается последними и после обжима выходит из них в виде отдельных заготовок на транспортер. Заготовки для телеграфных изоляторов имеют форму усеченного конуса.

Производительность станков зависит от частоты вращения валков, количества ячеек в каждом из них и колеблется для разных формовочных валков в пределах 1700—4000 шт/ч.

Одношпиндельные станки, оборудованные обычно двумя или тремя наклонами с шаблонами черновой и чистовой обработки, используют для изготовления небольших партий штыревых изо-

ляторов в гипсовых формах. В настоящее время в массовом производстве эти станки заменяют полуавтоматами и автоматами для формования штемпелями.

Автоматы для формования штыревых изоляторов в металлических формах. Формование изоляторов из массы пониженной влажности в стальных постоянных формах отличается от формования в гипсовых формах большими возможностями автоматизации процесса, что послужило основанием разработки и освоения конструкций автоматов для изготовления телеграфных и опорных изоляторов по новой технологии. Особенность этого способа формования — использование разъемных телескопических или цанговых форм и фарфоровой массы с пониженной влажностью; при этом вышедшие из формы изоляторы не имеют резко выраженной деформации.

В автомате для изготовления телеграфных изоляторов, разработанном в ГИКИ под руководством Г. Д. Левицкого, юбки изолятора 3 (рис. 144) формируются наружным вращающимся штемпелем, а центральное отверстие нарезается винтом 1, совершающим вращательное и возвратно-поступательное движения. За один прием оформляются юбки и резьба изолятора.

Проверка технологии, проведенная на стройкомбинате имени 1-го Мая (УССР), показала, что изделия легко вынимаются из формы и формируются без предварительной забивки в нее кома. Наружная поверхность изолятора получается в цанге металлической матрицы 5, прикрепленной к столу полуавтомата. Форма состоит из цанги 4, нижнего зажимного конуса 7 и поддона 6. Цанга имеет продольный разрез шириной 2 мм. В положении I при подъеме конуса 7 цанга сжимается, при опускании разжимается. При формовании изделия цанга сжата; при выталкивании изоляторов цанговая форма расходится, увеличиваясь в диаметре (положение II). Наличие разжимной цанги позволяет легко вынуть изделие из металлической формы.

Отделение изделия от стенок цанги в момент ее разжатия происходит по принципу развертки, что уменьшает влияние присасывания массы к стенкам цанги.

Для того чтобы не было «морщин» и «недопрессовки», давление в форме при изготовлении изоляторов из массы влажностью 18—19% должно быть более высоким по сравнению с давлением при формовании из массы влажностью 21% в гипсовых формах. Повышение давления прессования (формования) достигается путем перекрытия свободного выхода массы из формы при опускании в матрицу на глубину h цилиндрической части штемпеля.

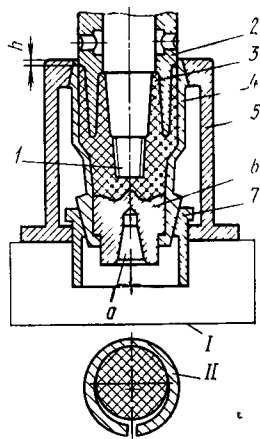


Рис. 144. Цанговая стальная форма для телеграфных изоляторов

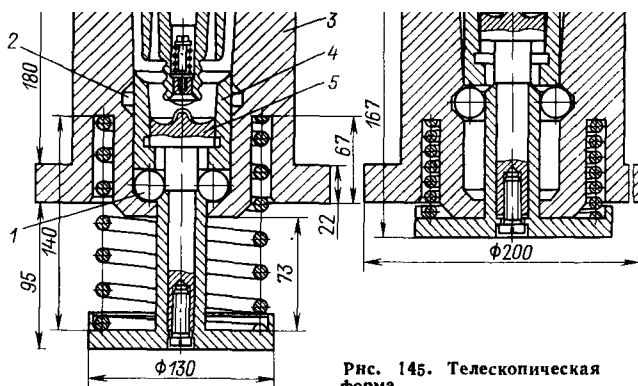


Рис. 145. Телескопическая форма

Изделие удаляется из формы штангой выталкивателя, которая входит в отверстие *a* и поднимает поддон *б* вместе с изделием.

Как показали испытания первой конструкции, во время выталкивания вместе с изделием приподнималась цанга, которая, упираясь в конус формы, сжималась и тормозила удаление изделия из цанги. Во избежание этого, у нижнего конуса *7* были сделаны бортики и пазы, которые при выталкивании входят в специальные упоры, прикрепленные к станине полуавтомата, и таким образом ограничивают подъем цанги.

Во избежание прилипания массы к вращающимся штемпелям (пуансонам) последние смазываются эмульсией, состоящей из 75% керосина и 25% скипидара. Смазка осуществляется специальным разбрызгивателем.

В телескопических металлических формах выталкивание изоляторов после формования облегчается поочередным отделением изолятора от поверхности трех concentric элементов: наружной формы *3* (рис. 145), стакана *4* и выталкивателя *5*. Очередность выталкивания достигается применением шариков *1*, которые после подъема стакана *4* закатываются в карманы *2*. Таким образом прекращается подъем стакана *4*, изолятор поднимается дальше выталкивателем *5* и отделяется от стакана.

Автомат для формования штыревых изоляторов в металлических формах состоит из следующих основных узлов: рабочего шпинделя *5* (рис. 146), оформляющего изделия; поворотного стола *3*, подающего формы *2* на позиции загрузки массой, формования и выталкивания изделий из формы; выталкивателя *1*, удаляющего изделие из формы; станины *7*; приводов *6, 8, 9* и вспомогательного механизма *10*. Изоляторы формуются из предварительно заготовленных на других машинах цилиндров вакуумированной массы.

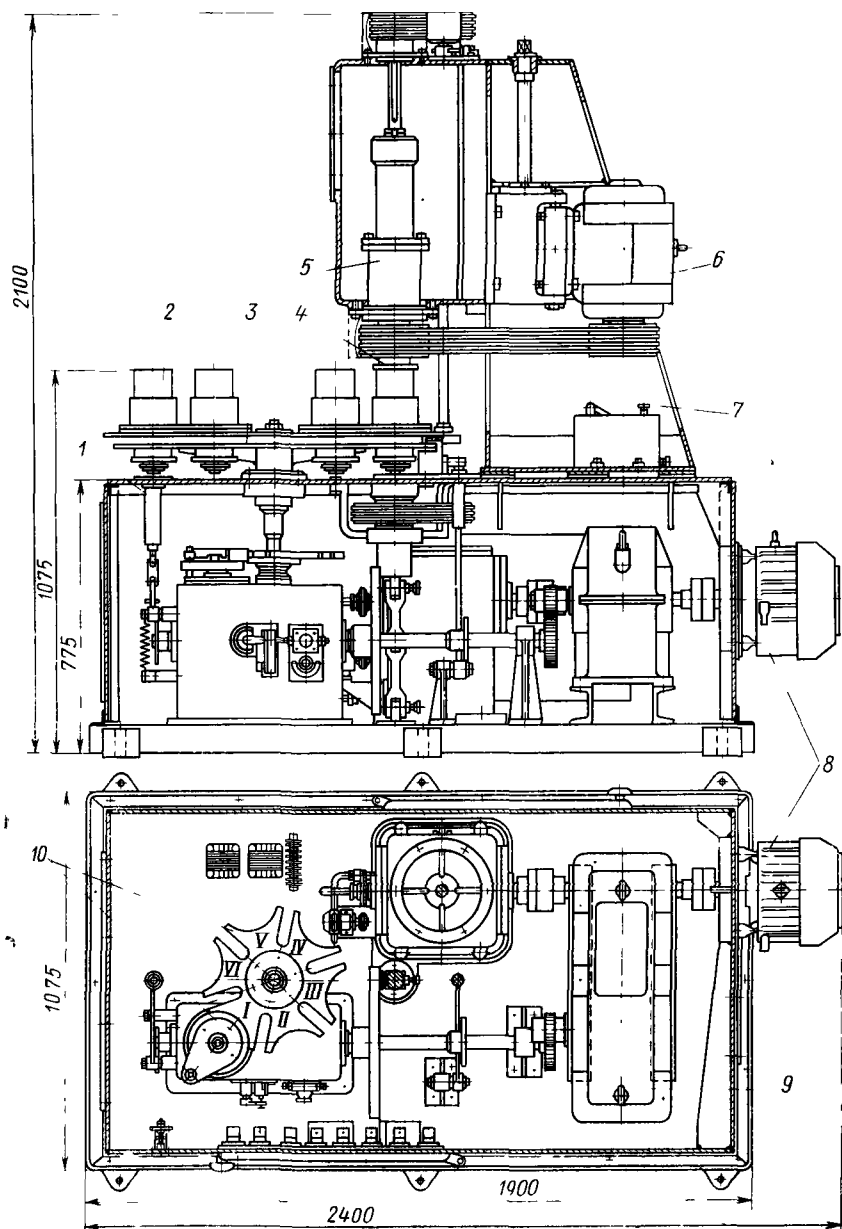


Рис. 146. Автомат для формования телеграфных изоляторов в стальных формах

В позициях *I* или *II* в то время, когда стол *3* неподвижен, рабочий кладет в форму *2* цилиндрическую заготовку. Далее стол автоматически поворачивается и подает цилиндр массы с позиции *II* на позицию *III*, где пуансоном *4* формируется изделие. В позициях *IV* и *V* изделие находится в форме, а в позиции *VI* выталкивается из формы и снимается с поддона выталкивателя рабочим, обслуживающим полуавтомат.

Удаление изделий из стальных форм, установленных на столе полуавтомата, непосредственно после формования позволяет заменить сотни быстро изнашивающихся гипсовых форм шестью металлическими формами.

Работа механизмов автомата показана на кинематической схеме (рис. 147). Внутренняя поверхность изолятора оформляется круглым пуансоном *2*, насаженным на шпиндель *4*, пуансон *2* состоит из наружного и внутреннего (полого) пуансонов. Втулка *6*, к которой крепится наружный пуансон, оформляющий юбку изолятора, приводится во вращение от специального электродвигателя *11*, а шпиндель *4*, к которому крепится внутренний пуансон *2*, — от основного электродвигателя *14* через редуктор *15*, реверсивный механизм (*17*, *18*, *19*), вертикальный вал *13* и клиноременную передачу *8*. При включении правой электромагнитной муфты *18* работает шестерня *17*, — шпиндель *4* опускается. При включении левой фрикционной муфты работает шестерня *19*, — шпиндель *4* поднимается. Поочередное включение правой и левой электромагнитных муфт осуществляется кулачком при помощи переключателя.

Пуансон *2* оформляет резьбу и внутреннюю часть изолятора.

Наружная втулка *6* шпинделя *4* может свободно вращаться относительно его оси, не перемещаясь вдоль нее. При опускании шпинделя *4* опускается и его наружная втулка *6* и полый пуансон.

Вращение втулки *6* передается от электродвигателя *11* через клиноременную передачу *12* при помощи полого шпинделя *7*, который смонтирован в подшипниках каретки *10*.

При вращении по часовой стрелке резьбовая часть шпинделя *4* ввинчивается в гайку каретки *10*. Шпиндель опускается. При обратном вращении шпиндель поднимается. При помощи винта *9* каретка *10* может перемещаться вдоль вертикальной оси, чем достигается установка шпинделя по высоте.

Вращение стола и пуансона, подъем формы и пуансона выталкивателя и включение электромагнитных муфт синхронизируются распределительным валом *23*, который приводится от электродвигателя *14* через редуктор *15*, пару цилиндрических шестерен *16*, *26* с общим передаточным числом $1 : 1,42$ и конических шестерен *24*. Циклу работы полуавтомата соответствуют один оборот распределительного вала *23*.

Стол приводится от распределительного вала *23* через пару конических шестерен *24* с передаточным числом $1 : 1$ и мальтийский механизм *21*.

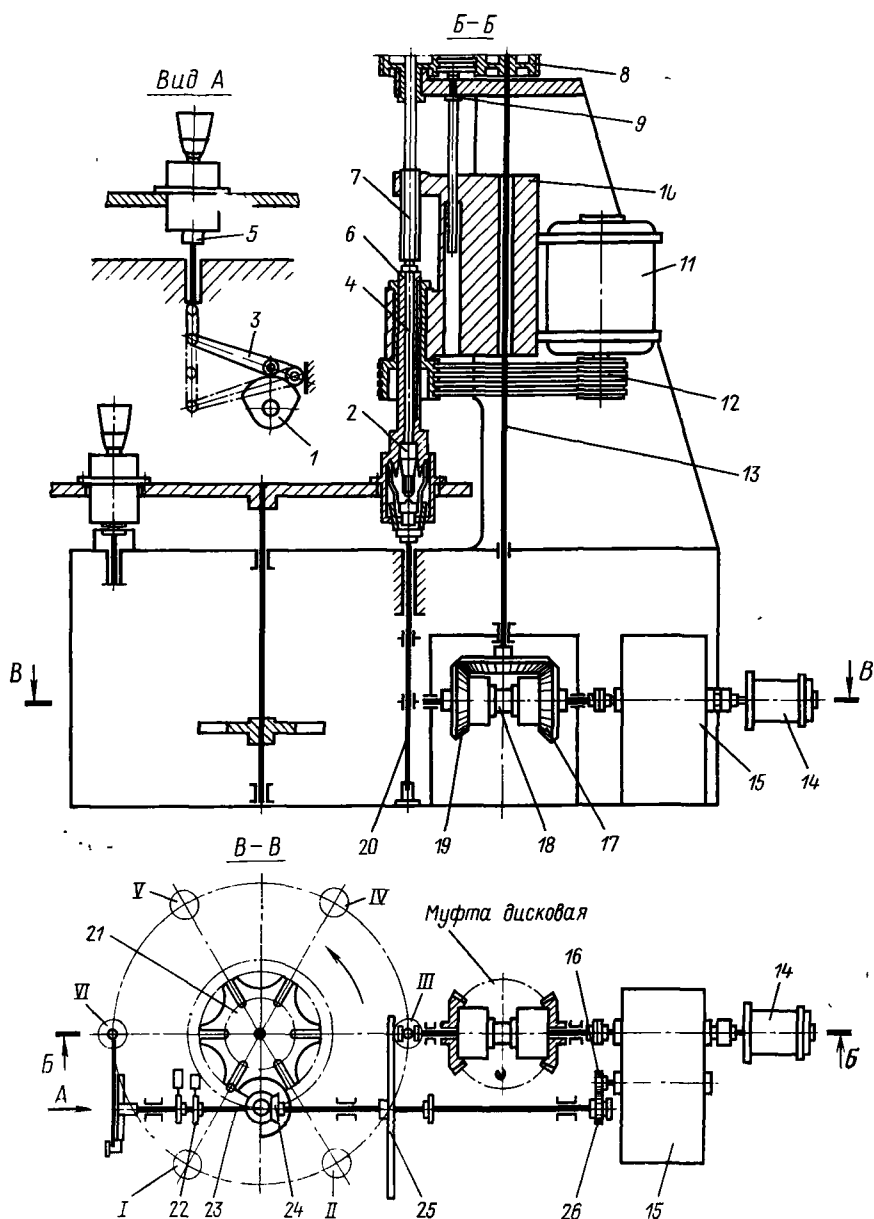


Рис. 147. Кинематическая схема полуавтомата для формования изоляторов

За каждый оборот распределительного вала мальтийский механизм поворачивает стол на 60° . Для устранения колебаний последнего предусмотрен дополнительный фиксатор, приводимый в действие от специального кулачка.

Цанга формы зажимается штоком 20 при действии кулачка 25 на рычажный механизм. Во время прессования механизм подъема форм (ролик и кулачок) разгружен.

Выталкиватель 5 поднимается при действии кулачка 1, расположенного на валу 23, на рычажный механизм 3. Управление электромагнитами осуществляется при помощи кулачка 22, который через толкатель действует на переключатель.

Резьба винтовой части шпинделя быстро изнашивается. Незначительный люфт в резьбовом соединении винта и гайки приводит к браку изделий. Для ликвидации люфта гайка сделана разрезной и посажена в конусе. Перемещаясь в нем при помощи второй гайки, она сжимается, и люфт устраняется.

Все зазоры регулируются на ходу без демонтажа шпинделя.

Конструкция предусматривает смену винтовой части 7 и гайки у шпинделя 4.

Конические шестерни реверсивного механизма косозубые и работают в масляной ванне. Коническая шестерня вертикального вала текстолитовая, что обеспечивает бесшумную работу передачи.

Изменение производительности полуавтомата достигается сменой электродвигателя или шестерен, приводящих распределительный вал.

Муфта реверсивного механизма принята типовой с принудительной подачей масла для смазки и охлаждения дисков, что обеспечивает надежность его работы и небольшую изнашиваемость дисков.

Полуавтомат предназначена для формирования телеграфных изоляторов типа ТФ-2, ТФ-3 и ТФ-4 в металлических формах из пластичной фарфоровой массы влажностью 18—19%.

Производительность полуавтомата 600—1200 шт/ч; мощность электродвигателя для привода пуансона 4,5 кВт, а для привода полуавтомата 2,8 кВт; размеры $2400 \times 1075 \times 2100$ мм (длина $\times$ ширина $\times$ высота); масса полуавтомата 2250 кг.

Автомат для формирования опорных изоляторов ОМА-6 и ОМА-10 в стальных формах является вариантом полуавтомата для формирования телеграфных изоляторов. Различия в конструкции изготавливаемых изоляторов потребовали при разработке этого полуавтомата следующих изменений:

1) новой конструкции форм (для цилиндрических заготовок) и пуансонов;

2) приспособления механизма подъема и зажима цанги для выполнения новых функций — вращения и подачи нижнего пуансона;

3) замены мотора в связи с изменением производительности полуавтомата.

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОЙ КЕРАМИКИ ОБТОЧКОЙ И ПРЕССОВАНИЕМ

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОЙ КЕРАМИКИ ОБТОЧКОЙ

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ КЕРАМИКИ

Механическую обработку резанием и шлифованием применяют в производстве технической керамики для получения изделий с более точными размерами, по сравнению с размерами изделий, заформованных из пластичной массы. Наибольшее применение этот метод получил при изготовлении электроизоляторов, имеющих форму тел вращения со сложным наружным профилем [1].

Изоляторы, полученные методом обточки из плотных заготовок, при сушке дают меньшую усадку и связанную с ней деформацию, чем изоляторы, заформованные из массы, применяемой при пластическом формовании или отливке из водного шликера.

Подвергая обточке или шлифованию слабо или вполне спекшиеся изделия, можно очень точно выдержать жесткие размерные допуски для ответственных керамических деталей. Изделия из тощих масс на основе чистых окислов изготавливают обточкой из заготовок, пластифицированных парафином и другими органическими связками. Обточкой заготовок (цилиндров) из массы влажностью 16—19% изготавливают проходные, опорные и аппаратные фарфоровые изоляторы, а также изоляторы для запальных свечей.

Для установления скоростных режимов обточки тех или иных изделий необходимо определить максимальную для данной массы скорость резания, найти оптимальные значения подачи резца и давлений, передаваемых на инструменты в процессе обработки, а для некоторых изделий также определить силу трения между шпинделем и насаженной на него заготовкой массы. Проворачивание полый заготовки на шпинделе станка может ограничить скорость обработки, если возникающие при резании тангенциальные усилия превышают силу трения, действующую при насаживании заготовки на шпиндель. В результате исследований установлено, что зависимость между наибольшей частотой вращения шпинделя, радиусом изделия и допускаемым тангенциальным напряжением для данной массы имеет вид

$$n = \frac{7000}{r} \sqrt{\tau},$$

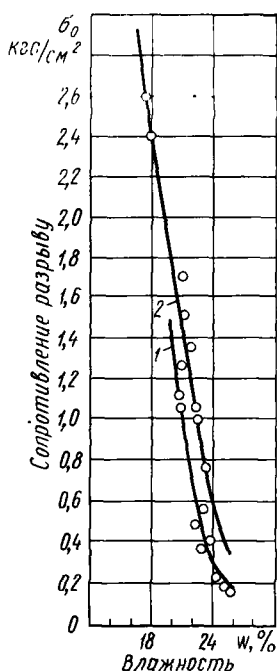


Рис. 148. Зависимость сопротивления формовочной массы при разрыве от ее влажности:

1 и 2 соответственно через 1 и 70 ч после изготовления образцов

где n — наибольшая частота вращения шпинделя станка, об/мин; τ — тангенциальное напряжение, принимаемое при обточке высоковольтных изоляторов для надежности равным напряжению на разрыв, кгс/см²; r — наружный радиус полой заготовки, см.

Эта формула выведена для заготовок, у которых отношение внутреннего диаметра к наружному составляет 0,6.

Напряжение фарфоровой массы при разрыве резко меняется с изменением ее влажности, а также количества и свойств используемой пластичной глины (рис. 148).

Для массивных цилиндрических заготовок, зажимаемых при обточке с торцов, наибольшая частота вращения шпинделя

$$n \approx \frac{10\,000}{r} \sqrt{\tau}.$$

Подача резца (толщина снимаемой стружки) — другой фактор, определяющий скорость резания и производительность станков при обточке изоляторов. Усилие, которое прилагается к резцу или к гребенке при обточке, зависит от толщины и ширины снимаемой стружки и угла резания, образуемого передней поверхностью резца.

Выбирая ширину резца, следует учитывать, что с увеличением усилия резания, возрастающего пропорционально ширине снимаемой стружки, может наступить проворачивание заготовки на оправке. При расчете эффективной силы трения между болванкой и оправкой принимают во внимание лишь часть сопротивления между ними, что учитывают введением коэффициента, который колеблется в пределах 0,6—0,7.

В зависимости от размеров и формы изоляторов для обточки применяют полуавтоматы разных типов и конструкций. Наибольшее распространение получили горизонтальные и вертикальные одношпиндельные полуавтоматы, включаемые в механизированные линии, в которых устранены трудоемкие, выполнявшиеся ранее вручную операции.

Ниже приведено описание механизированной поточной линии и современного оборудования, спроектированного для изготовления крупногабаритных ребристых изоляторов (бушингов).

МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА КРУПНОГАБАРИТНЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ

Грандиозное строительство электростанций и высоковольтных линий электропередач обусловило расширение производства крупногабаритных фарфоровых изоляторов (бушингов) диаметром 0,5—1,2 м и высотой 0,8—2,5 м.

Применявшиеся ранее методы изготовления таких изоляторов путем склеивания их жидкой массой из отдельных элементов были трудоемкими и не всегда удовлетворяли высоким требованиям, предъявляемым к этим изделиям. В результате научно-исследовательских и конструкторских работ были созданы две механизированные линии для изготовления способом обточки бушингов из монолитных вакуумированных заготовок влажностью 18—19% (вместо 23% по прежней технологии).

В результате освоения на заводе «Изолятор» (г. Москва) новой поточной линии более чем в 2 раза повысилась производительность труда рабочих, занятых на формовании, снизился брак изоляторов и увеличилась их надежность в эксплуатации линии электропередач.

Механизированная линия схематически показана на рис. 149.



Рис. 149. Схема механизированной линии для производства крупногабаритных высоковольтных изоляторов

Наклонный транспортер для подачи фарфоровой массы в вакуум-пресс имеет высоту подъема 3,5 м, ширину ленты 500 мм, скорость 0,1 м/с. Мощность электродвигателя 2 кВт.

Вакуум-пресс СМ-241 модернизирован применительно к формованию крупногабаритных трубчатых заготовок. Оптимальная частота вращения прессующего шнека 12 об/мин, при этом необходимая мощность приводного мотора снизилась с 95 до 60 кВт.

Типовая модель вакуум-пресса СМ-24, рассчитанная для производства строительной керамики, была конструктивно изменена в следующих узлах.

1. При одинаковой частоте вращения прессующего шнека и шнека, подающего массу в вакуум-камеру, последняя переполнялась массой. Регулирование ее загрузки дозированием подачи массы в пресс потребовало увеличения обслуживающей бригады на одного рабочего в смену. Конструкция шнека, подающего массу в вакуум-камеру, была изменена так, что его производительность стала равна производительности прессующего шнека в новых условиях работы.

2. При длине вакуум-камеры 550 мм и шаге прессующего шнека 400 мм масса выходит из мундштука в пульсирующем ритме. Необходимо изменить шаг шнека в следующих выпусках прессов этой модели.

3. Выжимная часть прессующего шнека (концевик) удлинена на два витка. Изгибание заготовки при выходе из мундштука ликвидировано.

4. Ступенчатая футеровка цилиндра прессующего шнека заменена на цилиндрическую, в результате чего прекратился нагрев прессуемых заготовок.

5. Вакуум-пресс СМ-241 укомплектован масляным вакуум-насосом СМ-494 (типа ВН-4), который не справляется с откачиванием воздуха, насыщаемого водяными парами в вакуум-камере. Масло в насосе, смешиваясь с водой, превращается в эмульсию, насос нагревается, вакуум падает до 80—90 мм рт. ст. (вместо необходимого 15—25 мм рт. ст.). Фарфоровая масса недостаточно вакуумируется. Масло приходится часто менять. Целесообразно в вакуум-прессах заменить их безотказно работающими водокольцевыми вакуум-насосами.

Ниже приведена техническая характеристика модернизированной модели вакуум-пресса СМ-241.

Диаметр шнека, мм:

прессующего	500
подающего массу в вакуум-камеру:	
у захватывающих лопастей	600
на выходе	450

Шаг шнека, мм:

прессующего	400
подающего массу в вакуум-камеру	500

Частота вращения, об/мин:	
прессующего шнека	12
электродвигателя	730
Мощность электродвигателя, кВт	60
Производительность, т/ч	5
Габаритные размеры, мм:	
длина	6 180
ширина	5 115
высота	2 145
Масса пресса, кг	14 956

Гидравлический опрокидыватель имеет угол поворота 90°. Давление масла в системе 65 ат; мощность электродвигателя 10 кВт; длина опрокидывателя 2960 мм, ширина 2000 мм, высота в горизонтальном положении 1180, а в вертикальном — 2400 мм.

Гидрокопировальный автомат для обточки крупногабаритных изоляторов имеет следующую техническую характеристику:

Максимальный диаметр изоляторов, мм	1200
Максимальная высота изоляторов, мм	2500
Диаметр планшайбы, мм	1300
Частота вращения планшайбы, об/мин	48
Мощность электродвигателя привода, кВт	3,5
Мощность электродвигателя гидрокопира системы ЭНИМС, приспособленной для подрезки «капельниц» у крыльев изолятора, кВт	1,5
Габаритные размеры, мм:	
длина	6250
ширина	2950
высота	4400

Сушильные камеры — типовые. Ленточный транспортер для удаления стружки имеет длину 4000 мм, ширина ленты 350 мм, скорость 0,4 м/с, мощность двигателя 1,2 кВт.

Пропеллерная мешалка СМ—244 для переработки стружки имеет бассейн полезным объемом 2,5 м³, мощность электродвигателя 4,5 кВт.

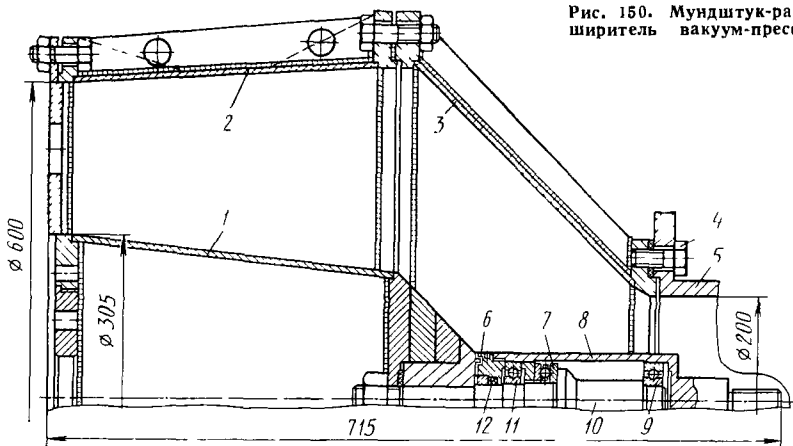
Мембранный насос — типовой.

Аккумуляторный погрузчик имеет грузоподъемность 1,5 т. Линию обслуживают три человека в одну смену.

ОБОРУДОВАНИЕ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ЛИНИЙ

Прессы для формования заготовок. Для получения методом обточки изделий высокого качества необходимо обеспечить однородность структуры подаваемых на обточку заготовок с наибольшим приближением их размеров к размерам обточенных изделий. При формовании заготовок из фарфоровых и других масс применяют специальные прессы. Заготовки (цилиндры) из пластичных масс влажностью 16—20% формуются преимущественно на вакуумных шнековых прессах, а из более тощих масс — на гидравлических поршневых. Для обточки крупно- и среднегабаритных ребристых изоляторов используют пустотелые цилиндрические заготовки,

Рис. 150. Мундштук-расширитель вакуум-пресса



диаметр которых больше диаметра цилиндра вакуум-пресса, поэтому заготовки для крупных изоляторов обычно получают с применением специальных мундштуков-расширителей, устанавливаемых на мощных вакуум-прессах, обеспечивающих высокое давление прессования.

Мощный шнековый вакуум-пресс СМ-2,41 был модернизирован для формования трубчатых заготовок на московском заводе «Изолятор». Учитывая пониженную влажность фарфоровой массы, применяемой в производстве крупногабаритных ребристых изоляторов, в конструкцию пресса были внесены изменения, обусловленные высоким давлением прессования и относительно невысокой заданной производительностью. В частности, снижена частота вращения прессующего вала до 12 об/мин, что позволило уменьшить мощность электродвигателя до 60 кВт при диаметре шнека на выходе 450 мм. Пресс при установке расширительных мундштуков, конструкция которых была специально разработана для этой цели, может выпускать трубчатые заготовки диаметром до 1,2 м.

На рис. 150 показан мундштук-расширитель пресса, изготовленный для формования труб диаметром 600 мм и состоящий из двух частей: переходного конического раструба 3 и формующей части 2, сужающейся к выходу. Сердечник 1 мундштука расширяется к выходу, и таким образом образуется кольцеобразная суживающаяся щель, в которой уплотняется формируемая заготовка. Сердечник присоединен к валу вакуум-пресса полым хвостовиком 8, в котором на шарикоподшипниках 11, 7 и 9 смонтирован стержень 10, поддерживающий сердечник в центральном положении. Лабиринтное 6 и войлочное 12 уплотнения предохраняют шариковые подшипники от загрязнения фарфоровой массой.

Мундштук-расширитель закреплен болтами 4 на цилиндре 5 вакуум-пресса, и его можно быстро заменить при изменении диаметра формируемых изоляторов. Мундштуки-расширители по-

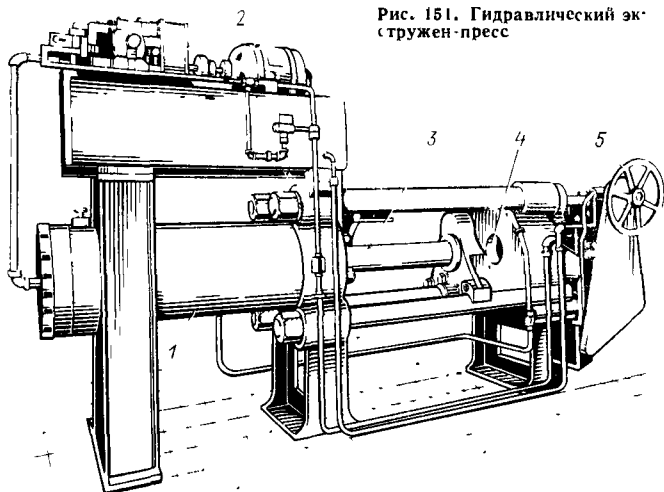


Рис. 151. Гидравлический эк-
стружен-пресс

добной конструкции используют и для формования заготовок больших диаметров.

Для получения цилиндрических, трубчатых и призматических заготовок из тощих глиноземных, муллитовых и других масс в производстве радиокерамики и запальных свечей применяют специальные вакуумные поршневые прессы, оборудованные масляными насосами высокого давления и устройствами для предварительного удаления воздуха из прессуемой массы.

Гидравлический экструдент-пресс имеет цилиндр 4 (рис. 151) со сменными мундштуками для выдавливания заготовок из керамической массы и гидравлический цилиндр 1, соединенный с масляным насосом 2 высокого давления. Шток 3 гидравлического цилиндра входит в цилиндр 4 и выдавливает из него массу через мундштуки соответствующего профиля. Цилиндр 4 имеет боковые цапфы, штурвалом 5 его можно устанавливать во время загрузки массы в вертикальном положении и в горизонтальном — когда вакуумируется масса и заготовки выдавливаются через мундштук. Вакуум-насос смонтирован над гидравлическим цилиндром в одном блоке с масляным насосом 2. Из-за высоких давлений прессования, достигающих в загруженном массой цилиндре $7500 \cdot 10^4$ Па, цилиндры, штоки, траверсы и другие детали прессы изготовляют, как правило, из стального литья. Техническая характеристика гидравлических экструдент-прессов горизонтального типа, применяемых на заводах тонкой технической керамики, приведена в табл. 39.

Горизонтальные полуавтоматы для обточки изоляторов. Станки, применяемые для ручной обточки изоляторов на оправке резцами или гребенками, по конструкции аналогичны токарным станкам для обработки металла. На основе типичных, применяемых в металлообработке токарных станков разработаны и освоены в про-

39. Техническая характеристика гидравлических экструзио-прессов

Показатели	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4
Усилие прессования, кгс	45	100	175	225
Диаметр, мм:				
гидроцилиндра	160	290	330	380
цилиндра для массы	75	100	138	206
Длина цилиндра для массы, мм	430	585	470	760
Ход штока пресса, мм	610	775	660	1060
Скорость (м мин) штока при:				
холостом ходе	—	1,880	1,580	1,320
прессовании	0,58	0,17	0,25	0,32
возвратном ходе	3,56	2,20	1,58	1,70
Мощность двигателя масляного на- соса, кВт	2,2	3,7	5,5	7,4

изготовлении изоляторов средних размеров полуавтоматы, в которых подача резцов выполняется автоматически в соответствии с конфигурацией обрабатываемого изолятора.

В полуавтоматах с многорезцовым вращающимся валом резцы 2 (рис. 152) закреплены вдоль вала 1 под разными углами и подводятся к фарфоровой заготовке поочередно. Резцы изготовляют из стальной ленты толщиной 1—1,5 мм петлеобразной формы, которая соответствует контуру образующей обрабатываемого участка изолятора.

Полуавтомат с регулируемой скоростью обработки сконструирован на основе токарно-винторезного станка типа 1615-М с устройством привода для вала, несущего закрепленные по винтовой линии фасонные стальные резцы. Многорезцовый вал 3 (рис. 153) связан через пару цилиндрических зубчатых колес 4 и 5, цепную передачу (6, 7), червячную передачу (10, 11) и конические зубчатые колеса 8, 9 с коробкой

скоростей.

Вал 3, подводящий резцы к фарфоровой заготовке, установленной на центрах 2, включается в работу муфтой 1.

Заготовки из влажной фарфоровой массы из-за большого веса и недостаточной устойчивости в отношении деформации нельзя устанавливать на центрах токарного станка подобно стальным заготовкам. Для них необходимо иметь специальное приспособление

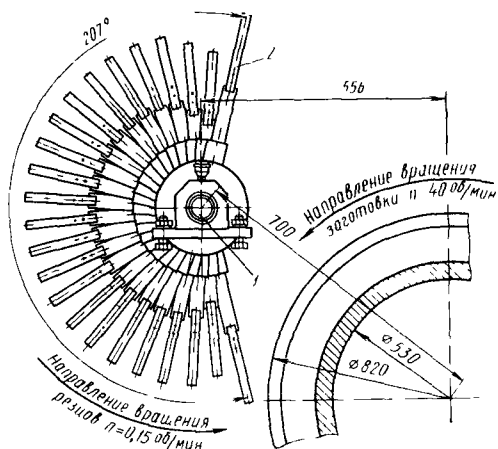


Рис. 152. Многорезцовый вал

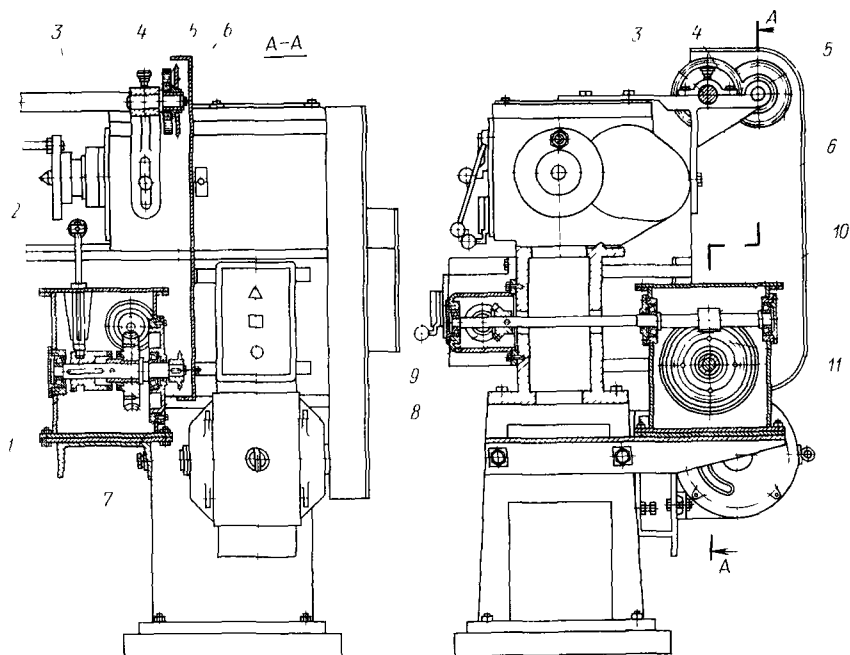


Рис. 153. Полуавтомат с многолезцовым валом для обточки изоляторов

для транспортирования и установки. В полость заготовки вводится разжимная резиновая оболочка 1 (рис. 154) вместе с раздвижным каркасом. Каркас состоит из швеллеров 2, облицованных деревянными сегментами 3 с пластинами 4 и шарнирно связанных серьгами 5 с крестовинами 6, свободно перемещающимися на валу 9.

В средней части швеллеры свободно перемещаются в радиальном направлении, скользя по центрирующей крестовине 7 приваренными к ним угольниками 8.

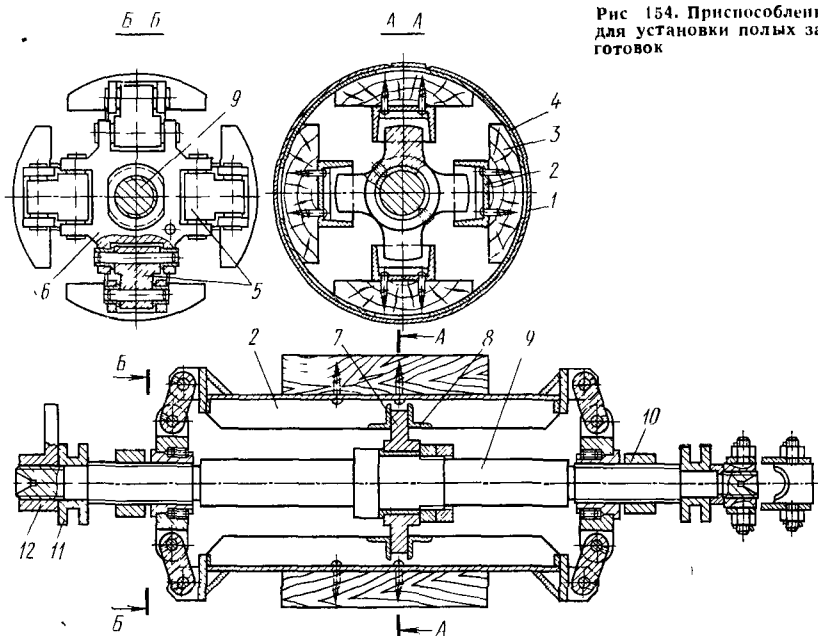
При навинчивании на вал 9 гаек 10 крестовины 6 серьгами 5 раздвигают сегменты 3 и растягивают эластичную резиновую оболочку 1 до плотной посадки фарфоровой заготовки на эту довольно сложную, но надежно действующую оправку.

При помощи подъемных колец 11 оправка с заготовкой подвешивается к захвату электротельфера с кнопочным наземным управлением. Для посадки вала 9 оправки на центры станка пользуются также поводками 12.

После обточки изолятор устанавливается на поддон для загрузки в сушилку, а оправка при свинчивании гаек 10 сжимается под действием упругой резиновой оболочки и освобождается от изолятора.

Мощность электродвигателя полуавтомата с многолезцовым валом составляет 2,8 кВт; частота вращения электродвигателя 1420 об/мин; усилие резания $30 \cdot 10^4$ Н; габаритные размеры $1825 \times 880 \times 1270$ мм (длина $\times$ ширина $\times$ высота без резцов).

Рис. 154. Приспособление для установки полых заготовок



АВТОМАТЫ для обточки по копиру

Гидрокопировальный автомат для обточки крупногабаритных изоляторов. Крупногабаритные ребристые изоляторы ранее составляли из отдельных колец, склеенных шликером или глазурью в процессе обжига. По новой технологии изоляторы диаметром до 1,3 м и высотой до 2 м изготовляют на московском заводе «Изолятор» методом обточки из монолитной трубчатой заготовки на специально сконструированном автомате с подачей резца по копиру при помощи гидроприводов.

Автомат имеет планшайбу 13 (рис. 155) и прижим 15, смонтированные на раме 16. На планшайбу 13 при помощи специальной передаточной тележки с гидравлическим поворотным механизмом устанавливается пустотелая фарфоровая заготовка. Верхняя часть ее центрируется грибком 4, перемещаемым в горизонтальном направлении суппортом 3, а в вертикальном — винтом 14. Планшайба 13 приводится от индивидуального электродвигателя 18 через клиноременную передачу 17 и конические зубчатые колеса 12. Вращающаяся на планшайбе заготовка обтачивается резцом 8, вертикальное и горизонтальное перемещение которого выполняется гидрокопировальным механизмом по копиру 9, закрепленному на швеллерной стойке 10.

В копировальном устройстве по направляющим 5 перемещается при помощи ходового винта каретка 7 с закрепленным на ней резцом 8 и датчиком, ролик 6 которого обкатывается по ко-

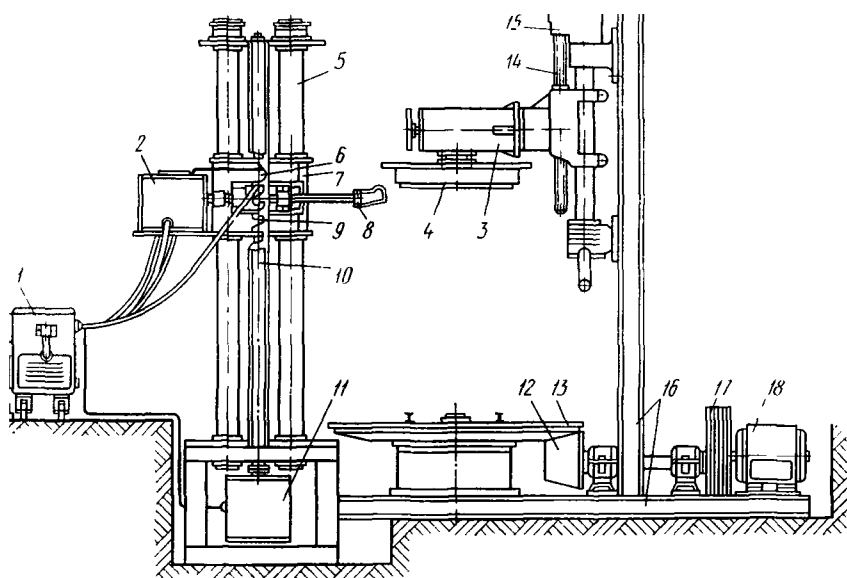


Рис. 155. Гидрокопировальный автомат для обточки крупногабаритных изоляторов

пиру 9. К нижней плите каретки прикреплен кожух с механизмом 2 горизонтальной подачи. Гидропривод 11 вертикальной подачи со сменными шестернями установлен на раме станка и связан с вертикальным ходовым винтом каретки. Сложное движение резца складывается из вертикального перемещения каретки 7 и горизонтального перемещения резца 8, управляемого гидроприводом 1 горизонтальной подачи.

Лопастный насос 2 (рис. 156) типа Л1Ф-12, используемый для гидроприводов, размещен в передвижной установке 1, где смонтированы также пластинчатый фильтр 4 (типа Г-41-21), предохранительный клапан 6 (типа Г-52-11), золотник 5 отвода от контура, электромагнитный пилот, золотник 3 управления и бак 7 для масла.

Подача насоса — 12 л/мин при частоте вращения 360 об/мин и давлении 65 ат; приводной электродвигатель имеет мощность 1,5 кВт. Золотник 1 управления (распределительный узел) служит для передачи команд от датчика к гидроцилиндрам, управляющим перемещением резца. Положение золотника определяется равновесием сил давления масла, подведенного к торцу золотника, и нажима пружин с противоположного торца.

Проточки и скосы золотника расположены так, что в крайних его положениях работает гидроцилиндр горизонтальной подачи, а в среднем — лишь цилиндр вертикального хода резца. При переходе через среднее положение гидроцилиндр горизонтальной подачи изменяет направление вращения.

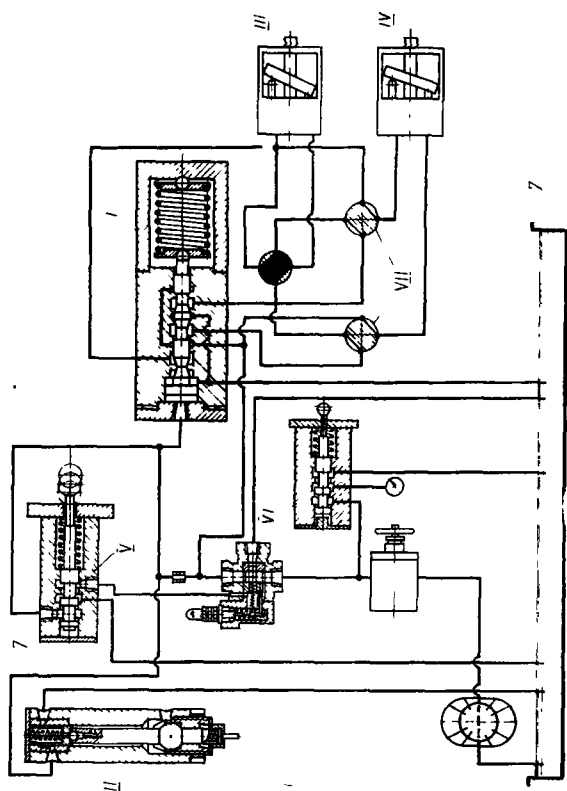
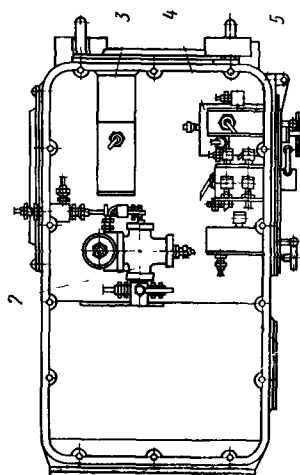
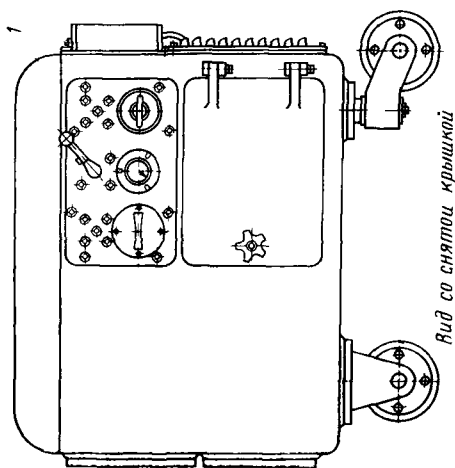
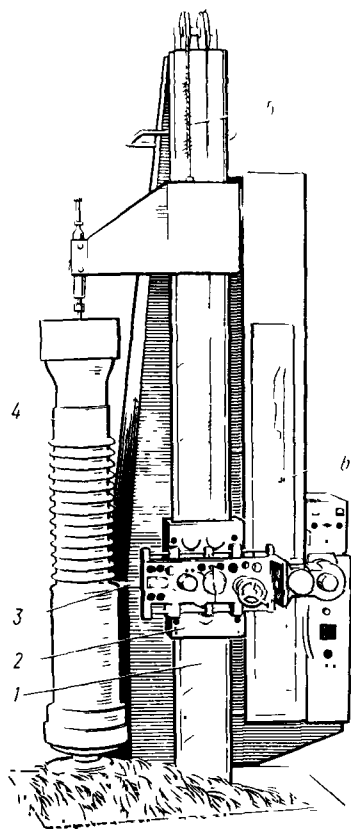


Рис. 156. Гидросиловой агрегат и схема гидропривода

Рис. 157. Автомат для обточки изоляторов по фотокопиру

Копировальное устройство связано с гидроцилиндрами датчиком (трейсером) *II*. Отклонение следящего пальца датчика передается через шаровой клапан золотнику, который открывает выход масла. При этом падает давление в гидравлической системе и под торцом распределительного золотника, что приводит к его перемещению и в результате этого к изменению направления и частоты вращения гидромоторов *III* и *IV*. Передача от копирующего гидроцилиндра обеспечивает приближение датчика к копиру при среднем положении следящего пальца и удаление — при нажатом пальце, благодаря чему не нарушается контакт между пальцем и копиром. Следящий палец отводится от копира гидрораспределителем *V* при перемещении золотника вправо. В среднем положении золотника гидроприводы останавливаются. При левом положении золотника происходит обточка по копиру. Гидрораспределитель *VI* служит для включения манометра для проверки давления в сети.



Гидропривод каретки перемещает резец по горизонтали, а гидропривод, установленный на раме, — по вертикали. Совместной работой этих гидроприводов обеспечивается движение резца по заданному профилю с переменной скоростью. Гидроприводы переключаются поворотным пилотом *VII*.

Гидрокопировальный автомат описанной конструкции рассчитан на обточку крупногабаритных ребристых изоляторов при частоте вращения планшайбы 30—50 об/мин с максимальной вертикальной подачей резца до 11,5 мм и горизонтальной подачей до 4,5 мм на один оборот изделия. Наибольший диаметр обтачиваемых изоляторов 1,3 м, наибольшая высота 2 м.

Автомат для обточки изоляторов по фотокопиру. В последних конструкциях автоматов для обточки ребристых изоляторов средних размеров заводы «Thuringia» (ГДР) и «Немг» (ФРГ) применили вместо стальных шаблонов, управляющих при помощи суппорта подачи резца, фотокопирующий суппорт 2 (рис. 157), петлеобразный резец 3 которого выполняет сложные перемещения по контуру ребер обтачиваемого изолятора 4. Сложная траектория

подачи резца является результирующей вертикального перемещения суппорта 2 винтом или тросом 5 по направляющей 1 и горизонтального перемещения штока, на котором закреплен резец 3, суппортом 2.

Координация этих перемещений в соответствии с высотой и контурами ребер изолятора выполняется фотоэлектронной системой в соответствии с чертежом контурной кривой 6. Шпиндель, центрирующий цилиндр фарфоровой массы при установке на планшайбу, приводится электродвигателем с встроенным в его корпус редуктором.

Максимальные диаметр и высота изолятора, формируемого на автомате К-ДКСА-400×2000, составляют 400 и 2000 мм; максимальный горизонтальный ход резца 100 мм; частота вращения планшайбы 80—240 об/мин; мощность привода 2,25 кВт; масса автомата (с распределительным шкафом) 2520 кг, размеры 1500 × 1700 × 3500 мм (длина × ширина × высота).

ПРЕССОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТОНКОЙ КЕРАМИКИ ИЗ ПОРОШКООБРАЗНЫХ МАСС

СВОЙСТВА ПРЕССОВАННЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ МАСС

Прессованием изготавливают изделия из порошкообразных керамических масс влажностью от 4 до 14% в зависимости от состава массы и формы изделий. Тощие массы, не содержащие глины или каолина, пластифицируются добавкой органических веществ, называемых связками. Часто применяют растворы поливинилового спирта в воде, воска или парафина в органических растворителях. Органические добавки смол, масел и тому подобных веществ способствуют более равномерному распределению прессуемого порошка в пресс-формах, когда в изделиях сложной конфигурации имеются разнообразные полости и отверстия.

Массы для прессования электроизоляционного фарфора обычно содержат 12—14% воды и 3—5% органических добавок в виде смеси из керосина, скипидара, дегтя, смол и других жидкостей, выделяющихся при прессовании на поверхности пресс-форм и облегчающих удаление из отпрессованного изделия пуансонов. Прессование с относительно большим содержанием воды и добавок при невысоком давлении называют иногда штамповкой по сходству с прессованием нагретых заготовок в машиностроении.

В процессе прессования различают три стадии уплотнения и упрочнения порошка. В первой стадии частичное уплотнение достигается за счет смещения и сближения отдельных зерен порошка с частичным удалением воздуха из промежутков между ними. Во второй стадии происходит необратимая деформация частиц и сжатие воздуха, который не удален в начальной стадии уплотнения. В заключительной стадии прессования с повышением давления штемпелей возникает хрупкое разрушение частиц, увеличивается контактная поверхность и происходит наибольшее

уплотнение и упрочнение изделий. Специфика процесса прессования, обусловленная свойствами используемых керамических масс и разнообразием размеров и формы изделий, определяет конструкции прессов, применяемых в разных отраслях тонкой керамики, и их производительность.

ПОТОЧНЫЕ ЛИНИИ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОЙ КЕРАМИКИ

Электроизоляционную керамику, резко отличающуюся по назначению, составу и свойствам порошкообразных прессовочных масс, размерам и форме изделий, изготавливают в поточных механизированных линиях (табл. 40). Эти линии в зависимости от сложности выполняемых операций отличаются количеством выполняемых в одном потоке процессов и уровнем их автоматизации.

40. Техническая характеристика линий для изготовления фарфоровых изделий

Показатели	Линия для изготовления			
	корпуса вставки предохранителя	основания предохранителя	доннышка патрона	корпуса патрона
Производительность, млн. шт./год	24	12	6	6
Число прессов:				
общее	10	5	4	4
запасных	2	1	1	1
Частота ходов ползуна пресса, ход/мин	14	18	11	11
Длина конвейера до су- шильной камеры, мм	10 000	6 700	5 000	5 000
Длина активной зоны сушки, мм	18 200	9 000	6 600	5 800
Общая длина конвейера, мм	48 500	19 700	15 200	14 500
Скорость конвейера, мм/мин	330±60	200±40	120±25	130±30
Расход тепла на сушку, ккал/ч	370 000	170 000	100 000	75 000
Количество испаренной влаги, кг/ч	92,7	43,2	25,6	18,0
Влажность пресс-по- рошка, %	14—15	13,5—14,5	14—15	14—15
Число станков для за- чистки	5	2	2	2
Длина станка для глазу- рования, мм	4 200	—	3 300	3 300
Плотность глазури, г/см ³	1,45—1,48	—	1,45—1,48	1,45—1,48

Примечание. Для всех линий максимальное усилие прессования 10 тс; ширина конвейеров 100 мм; для глазурирования применяется один станок; источник тепла — водяной пар под давлением 0,3—0,4 Па; теплоноситель — воздух, максимальная температура сушки 110° С.

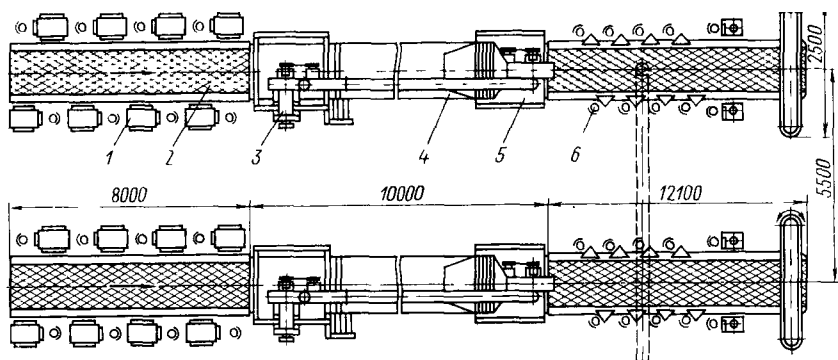


Рис. 158. Механизированная линия для производства ферросовых изоляторов

В виде примера ниже приводится описание механизированной линии для производства низковольтного установочного фарфора. В этой линии на автоматах 1 (рис. 158) прессуются в одно- и двухгнездных пресс-формах детали предохранительных вставок. Отпрессованные изделия выталкиваются из пресс-форм, захватываются переставителем, поворачиваются на 180° и передаются на лоток накопителя. Каретка в момент передачи изделий на транспортер передвигается толкателем, который кинематически связан с переставителем.

Детали, имеющие внутреннюю нарезку, предварительно автоматически свинчиваются специальным приводом с резьбового пуансона. Изделия из каждого пресса загружаются на отведенную полосу конвейера 2 отсекателем при перемещении каретки переставителя в исходное положение. Механизмы передачи 3, установленные на опорной раме конвейера 2, передают изделия в сушилку 4. Визуальная отсортировка брака после сушки совмещается с установкой полуфабриката на шпиндели полуавтомата 5, выполняющего зачистку и «замывку» изделий.

Зачищенные изделия снимают вручную со шпинделей и направляют обратно на конвейер 2, который подает их к глазуровочному полуавтомату 6. Глазурированные изделия передаются на обжиг в печное отделение, в котором заканчивается изготовление изоляторов в этой поточной линии.

Механизированная линия для изготовления неглазурированных изделий оборудована подобно вышеописанной линии и отличается отсутствием операций по «замывке» изоляторов и глазуровочного полуавтомата. В отличие от изоляторов, имеющих форму тел вращения, отпрессованные на этой линии изделия не могут надеваться на вращающиеся шпиндели и обрабатываться неподвижным инструментом. Зачистка их производится обкатывающими по контуру инструментами. По описанной схеме оборудованы и другие поточные линии, предназначенные для изготовления близких по размерам и конструкции изделий.

**ПОЛУАВТОМАТЫ И АВТОМАТЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ТЕХНИЧЕСКОЙ ТОНКОЙ КЕРАМИКИ
И ИЗОЛЯТОРОВ**

Электронизоляционную керамику, конденсаторы и другие подобные изделия прессуют из порошкообразных масс на станках, полуавтоматах и автоматах разнообразных конструкций. Наиболее типичными являются эксцентриковые и ротационные пресс-автоматы, а также гидравлические прессы с вмонтированными в станинах гидроприводами.

Наряду с прессами отечественных и зарубежных машиностроительных заводов часто используют станки и автоматы, сконструированные и изготовленные на керамических заводах, применительно к их специфическим требованиям.

Автомат для прессования фарфоровых роликов, стеатитовых и других изделий диаметром и высотой не более 35 мм. Ролики прессуются из порошкообразной увлажненной массы в двух- или трехгнездных пресс-формах 11 (рис. 159), установленных на станине 12 автомата. Пуансоны 9 смонтированы на ползуне, который опускается в направляющих 8 кулачковым механизмом 7, а поднимается спиральной пружиной 6, закрытой колпаком 5. Кулачковый механизм связан с электродвигателем 3 передачей 4. При помощи храпового механизма 1 и цепной передачи 13 порошкообразная масса подается в пресс питателем 2, а готовые ролики удаляются транспортером 10. Производительность пресса составляет 2700—4100 шт ч; ход пуансонов 130 мм; мощность привода 2,8 кВт; масса 1900 кг; размеры 2040×1150×2640 мм (длина × ширина × высота).

Пресс-автомат, спроектированный Славянским филиалом проектной конторы «Электропром-проект». Этот автомат состоит из привода, механизма прессования, гидроподушки, питателя, раздаточного вала, а также механизмов выталкивания, переключателя, раскрытия плашек, шнека питателя, движения каретки и передачи на конвейер.

Пресс работает следующим образом. При включении электродвигателя 12 (рис. 160) вращение через клиноременную передачу 10 и четырехступенчатую зубчатую передачу (20, 19, 18, 17, 16, 15) передается коленчатому валу. Вращение последнего пре-

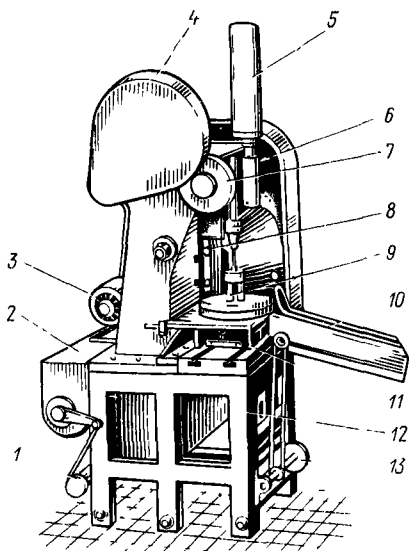


Рис. 159. Пресс-автомат для производства электрофарфоровых изоляторов и радиокерамики

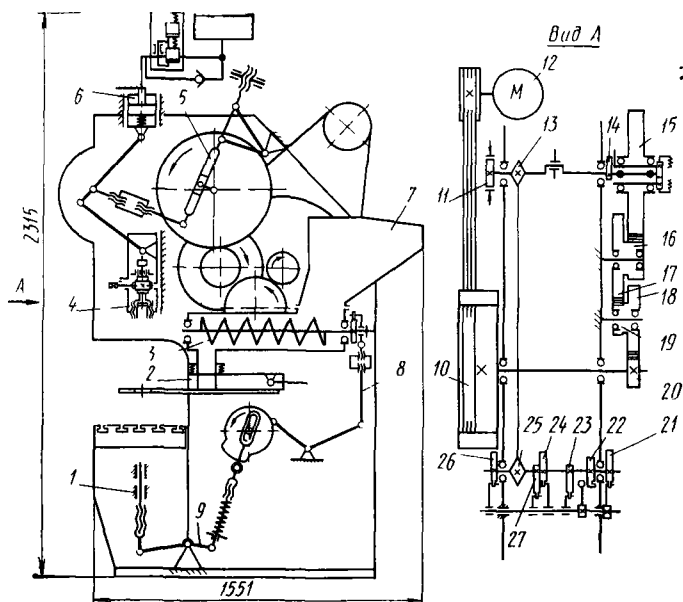


Рис. 160. Кинематическая схема прессы конструкции Славянского филиала проектной конторы «Электропромпроект»

образуется кулисой 5 в колебательное движение и далее рычажным механизмом в возвратно-поступательное перемещение ползуна 4. Благодаря коленно-рычажному механизму и кулисному устройству ползун перемещается с переменной скоростью, и достигается замедление, необходимое в конце прессования (т. е. обеспечивается благоприятный режим в наиболее ответственный момент формования).

Для предохранения от перегрузки, а также для настройки на определенное давление пресс снабжен гидropодушкой 6. Усилие прессования определяют по показаниям манометра. Исполнительным механизмом 8, 9 движение передается через кулачки 11, 14 и раздаточный вал при помощи кулачковых механизмов (21, 22, 23, 26, 27). Раздаточный вал приводится от коленчатого вала цепной передачей 13—25.

Пресс-форма загружается порошком при помощи каретки 2, которая перемещается на роликах по направляющим. Полость каретки заполняется шнековым питателем 3, подающим пресс-порошок из бункера 7. Производительность питателя регулируется храповым механизмом 8 путем изменения угла поворота шнека. Для предотвращения самопроизвольного падения ползуна имеется ленточный тормоз.

Пресс работает в автоматическом и полуавтоматическом режимах. Для осуществления последнего он оборудован муфтой с новоротной шпошкой. В зависимости от индивидуальных особенностей формуемой заготовки в конструкцию прессы вносятся не-

41. Техническая характеристика пресс-автоматов

Показатели	11617	К058	К030	К103	КБ034	КБ035
Усилие прессования, тс	12	2,5	6,3	16	40	63
Ход пуансона, мм . . .	90	80	70	140	200	220
Число ходов пуансона в минуту	18	18	10	10	8	5, 10, 15
Размеры стола, мм . . .	—	150×180	200×220	250×280	350×370	370×440
Мощность электродвигателя, кВт	2,8	1,7	1,7	1,7	2,8	10
Масса, т		1,1	1,4	1,2	3	7

которые изменения. Так, при прессовании деталей патрона выталкиватель 1 не применяют, а устанавливают дополнительный привод для вращения резьбового знака пуансона (на рисунке не показан). При формировании корпуса основания предохранителя не используют механизм раскрытия плашек.

В табл. 41 приведена техническая характеристика механических пресс-автоматов и полуавтоматов.

Ручные прессы. Их применяют преимущественно при изготовлении небольших партий установочного фарфора и радиокерамики, когда из-за разнообразного ассортимента изделий, малого объема выпуска и небольших давлений прессования можно использовать прессы, отличающиеся трудоемкостью обслуживания.

Ручной пресс для штамповки установочного фарфора (рис. 161) имеет станину 1, в нижней части которой установлен стол 2 для закрепления пресс-формы. В верхней части станины по направляющим перемещается ползун 3, на котором закреплены пуансоны разной конструкции. При помощи коленчатого вала, рычага 5 и шатуна 6 ползуну 3 при прессовании сообщается возвратно-поступательное движение от штурвала 7 непосредственно или в более мощных прессах — через зубчатую передачу 4. Изделия выталкиваются из пресс-форм рычагом или педалью.

Производительность ручных прессов типа СМ-228 и СМ-224 колеблется, в зависимости от сложности изделий, от 100 до 1000 шт.ч.

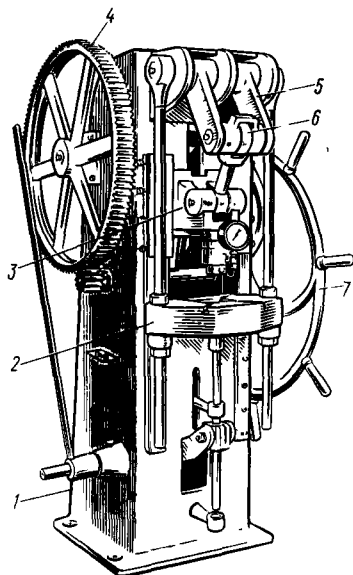


Рис. 161. Ручной пресс с контролируемым давлением

Изделия сложной формы с высокими диэлектрическими характеристиками (радиокерамика, изоляторы разных типов, детали для приборостроения и др.) часто изготавливают из тощих, слабо увлажненных масс. Прессы, применяемые в производстве таких изделий, как правило, отличаются от прессов для строительной керамики и огнеупоров меньшей мощностью и более сложной конструкцией.

Конструкция пресс-форм, используемых в производстве тонкой керамики, определяется формой изделий, влажностью и пластичностью прессовочных масс. Изделия сложной формы, например изоляторы, можно прессовать двумя способами. Если содержание в массе пластичных материалов (глины и каолина) высокое и влажность ее около 18%, то давление прессования колеблется в пределах 75—85 кгс/см². В этом случае пресс-форму загружают массой в избыточном количестве. В заключительной стадии прессования излишек массы благодаря ее текучести выдавливается сквозь зазор между верхним краем матрицы и верхним штемпелем. Если же прессуется жесткая масса невысокой влажности, не обладающая текучестью даже при высоких давлениях (350 кгс/см² и выше), возможность перераспределения массы внутри пресс-формы исключается, поэтому в данном случае применяют нижние и верхние штампы сложной конфигурации.

Отдельные элементы 1, 2 и 3 типичной пресс-формы (рис. 162, а) в момент загрузки ее массой фиксируются на уровнях, отличных

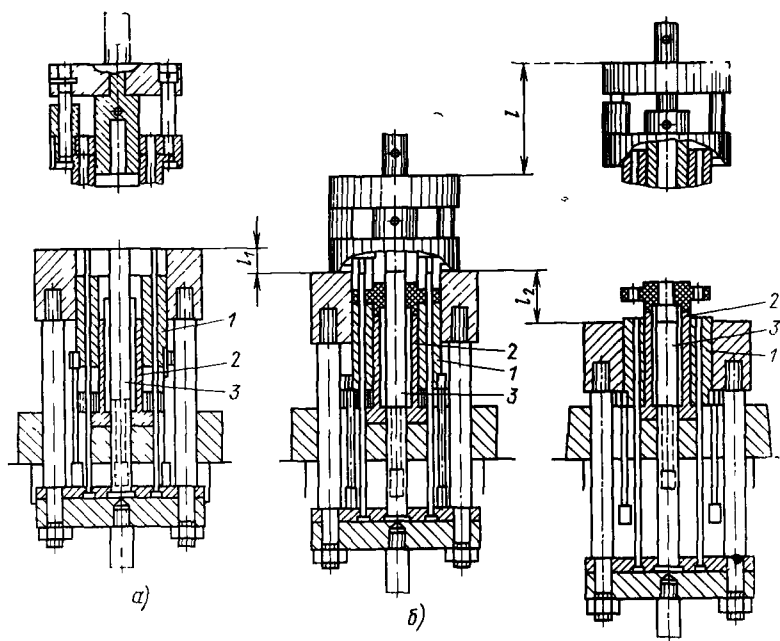


Рис. 162. Конструкция сложных пресс-форм и положение деталей б)

от уровней, на которых они находятся в заключительной стадии прессования (рис. 162, б). Положение деталей пресс-формы в момент ее загрузки массой устанавливается с учетом толщины соответствующих участков прессуемого изделия и осадки материала в процессе прессования.

Так как высота отдельных участков изделия различная и, следовательно, для их получения необходимо загружать в форму различные количества массы, для равномерного уплотнения последней отдельные детали верхнего и нижнего штемпелей должны иметь неодинаковый ход. Это обуславливает большую сложность кинематики и конструкции прессов, применяемых для формования изделий сложного профиля из тощих, слабо увлажненных масс. Отдельные элементы верхней и нижней пресс-форм проходят во время прессования разный путь, чтобы обеспечить одинаковое уплотнение массы в частях изделия, имеющих разную толщину. Большие трудности возникают также при удалении отпрессованного изделия из пресс-формы. В зависимости от конструкции изделия должна быть тщательно разработана и установлена последовательность и высота подъема отдельных элементов верхней и нижней пресс-форм. Положение отдельных элементов верхней и нижней пресс-форм в конце выталкивания изделия показано на рис. 162, в.

Прессование по указанной схеме сложнее, чем, например, по схеме прессования кирпича или плиток; выполняется оно на специальных пресс-автоматах с довольно сложной кинематикой. Второй особенностью прессов этого типа является их быстрая приспособляемость к изменению ходов отдельных деталей пресс-формы при изменении ассортимента прессуемых изделий.

Пресс-автомат для изготовления изделий сложной формы. Его кинематическая схема дана на рис. 163. Прессующий механизм имеет комплект сменных штемпелей 5, которые приводятся в движение механизмом 6. Этот механизм дает возможность перемещать каждый из верхних штемпелей на величину хода, определяемую высотой слоя массы в пресс-форме и заданным ее сжатием. Для выталкивания отпрессованных изделий нижние составные штемпели поднимаются вверх при помощи коленно-рычажного механизма 1—2—3—11. Последовательность и высота подъема отдельных нижних штемпелей регулируются дифференциальным механизмом 13. Сначала при движении выталкивателя останавливаются штемпели, которые оформляют поверхности, расположенные выше. Затем изделие перемещается на столлик выталкивателем, при помощи которого оформляется его нижняя часть. Из бункера 7 масса поступает в коробку каретки 8 и перемещается к матрице при помощи кулачкового механизма 9—10—12. Передней кромкой каретки отпрессованное изделие сдвигается на переднюю часть столика 4.

Диаграмма работы коленно-рычажного механизма прессования и выталкивателя показана на рис. 164. Шарнирный меха-

низм 2—3—4 связан с опорой 5 и ползуном 1 выталкивателя. В зависимости от высоты и формы изделия опора 5 может устанавливаться на разной высоте, чем соответственно регулируется совмещение выталкиваемого изделия с уровнем столика. На этом же рисунке показан путь, проходимый выталкивателем при разных углах поворота коленчатого вала.

Кинематическая схема механизма для загрузки массы в пресс-форму и выталкивания прессованных изделий на столик показана на рис. 165. Здесь же приведена диаграмма хода каретки 1 для разных углов поворота кулачка 6. Рычаг 5 через звенья 4—3—2 связан с кареткой 1.

Показанные на рис. 166 смещения ходов штемпелей, необходимые по условиям прессования, достигаются регулированием дифференциального механизма. Ведущий ролик 9 при качении в канавке 2 кулачка 3 перемещается относительно оси 1 и сообщает качательные движения ролику 4 относительно оси 5. Ролик 4 перекачивается в пазу 7 рычага 8, связанного со штангой 10. Ось 5 можно закреплять в разных точках установочного сектора 6, чем достигается изменение угла поворота рычага 8, вертикальное перемещение штанги 10 и связанных с ней штемпелей.

Пресс-формы для изоляторов и других подобных изделий изготовляют с высокой точностью из специальных сортов износостойчивой стали и подвергают термической обработке; рабочие поверхности полируют.

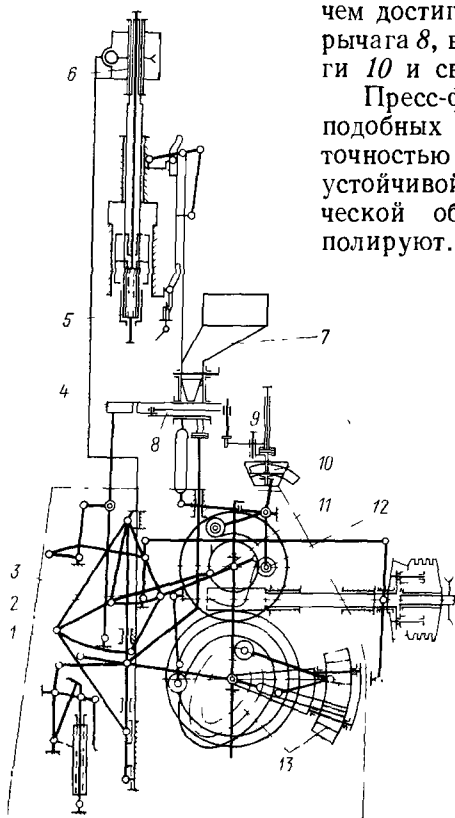


Рис. 163. Кинематическая схема пресса для изделий сложной формы

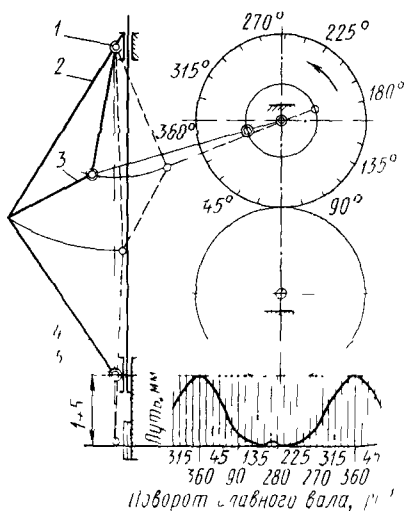
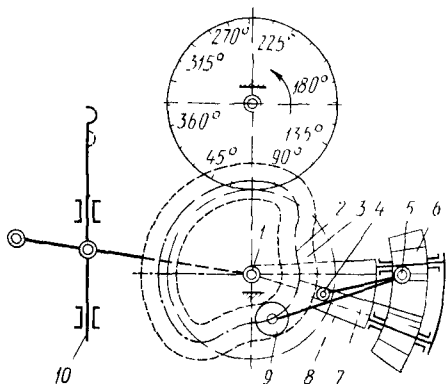
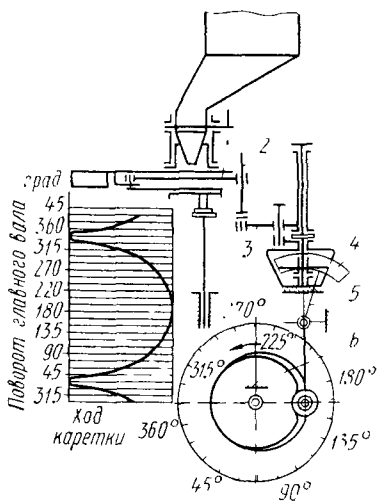


Рис. 164. Кинематическая схема механизма прессования

Рис. 165. Кинематическая схема механизма подачи массы

Рис. 166. Схема регулирования ходов штемпелей



Ротационный пресс для прессования электроизоляционной керамики и других изделий несложной формы. Для прессования небольших втулок, шайб, роликов не требуется значительных усилий, поэтому в производстве таких изделий применяют ротационные прессы легкой конструкции. В зависимости от заданной производительности и размеров изделий прессы изготовляют в разных вариантах, причем литая стальная станина и основные узлы остаются без изменений.

Применяя один комплект механизмов для загрузки и разгрузки пресс-форм, расположенных на вращающемся столе, можно выпускать изделия одного типа с прессованием в две стадии. При переходе на изготовление более простых изделий устанавливают по два комплекта прессующего оборудования и выпускают изделия двух типов, как правило, с одностадийным прессованием.

Пресс, показанный на рис. 167, имеет два прессующих механизма. На вращающемся столе 1 по окружности расположены пресс-формы. Верхние штемпели 7, размещенные в гнездах блока 8, при вращении стола накатываются на ролики 9, вращающиеся на осях 6. Давление прессования изменяется пружинным регулятором, который состоит из кривошипа, рычага 5, тяги 2 и пружины 4. Работа нижних штемпелей регулируется изменением длины тяги 13 при помощи винтовой муфты 14 с правой и левой нарезкой. Пресс приводится от электродвигателя через клиноременный шкив 3 и редуктор, который при наладке пресс-форм можно проворачивать вручную. Редуктор состоит из пары конических и пары цилиндрических зубчатых колес.

Порошкообразная масса подается в бункер 11, затем через питатель 12 в матрицу. Штемпели 7 при вращении стола набегают на ролики 9 и встречным движением прессуют изделие. После

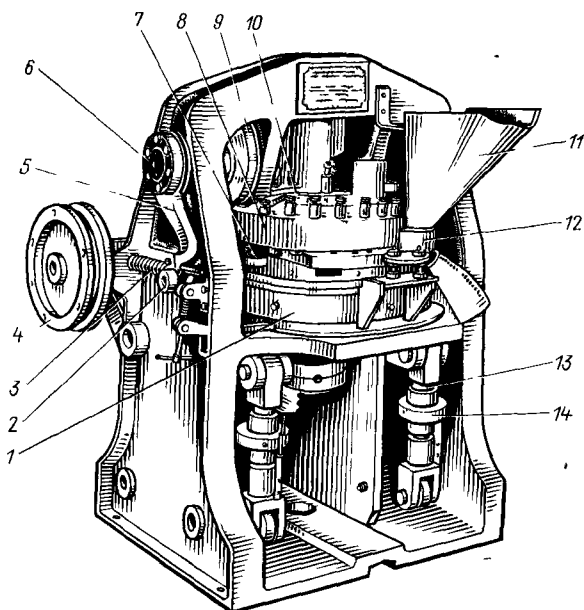


Рис. 167. Ротационный автоматический пресс

прессования головки штемпелей набегают на профилированную кольцевую шину 10, поднимаются вверх и освобождают пресс-форму для выталкивания изделий и засыпки новой порции массы.

Производительность описанного ротационного пресса разных моделей с одним прессующим механизмом в зависимости от продолжительности цикла прессования колеблется от 5 до 15 тыс. изделий в час. Пресс двойного действия, показанный на рис. 167, может выпускать до 50 тыс. мелких изделий в час.

Ротационные прессы типа 4034/Е (СССР) и фирмы «Kuhnschne C°» (США) имеют 10 и 6—21 пресс-форм соответственно; наибольшее усилие прессования 5 и 25—27 тс; наибольший диаметр изделий 30 и 30—85 мм; мощность привода 2 и 3,6—1,6 кВт; размеры 1325 × 1000 × 1680 и (1500—1800) × 1200 × (1750—2250) мм (длина × ширина × высота).

Прессы с индивидуальными гидроприводами. Описанные выше гидравлические прессы отличаются, как правило, широкими возможностями регулирования режима прессования и конечных давлений на всех стадиях процесса.

Для прессования небольших изделий из тощих масс (например, радиокерамики) под высоким давлением применяют прессы со встроенными внутри полый станины индивидуальными гидроприводами и распределительными устройствами. При этом отпадает необходимость во вспомогательных устройствах и получаются компактные установки, не уступающие в отношении удобства

Рис. 168. Пресс с индивидуальным гидроприводом

обслуживания современным механическим прессам.

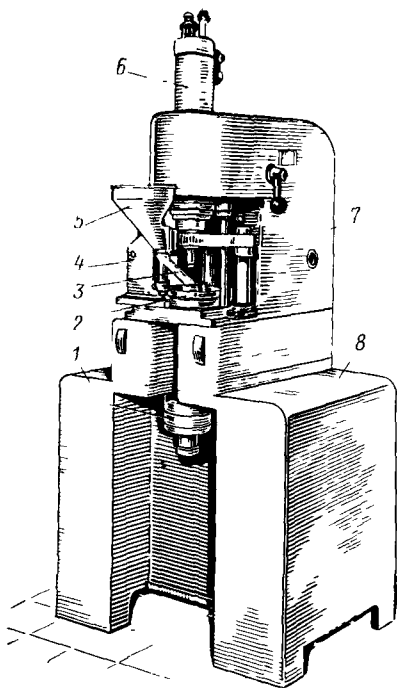
На рис. 168 показан пресс для изготовления мелких керамических изделий, смонтированный на массивном столе 8. В верхней части коробчатой станины 7 установлен прессующий гидравлический цилиндр 6, а в нижней — цилиндр 1 с поршнем, выталкивающим изделия из пресс-формы 2 после прессования. Порошкообразная масса загружается через воронку 5 при помощи поворотного рукава 3, который вместе с устройством для удаления изделий из-под штемпеля управляется механизмом 4.

Все механизмы пресса приводятся от гидравлического привода, который помещается внутри коробчатой станины (рис. 169, а).

Электродвигатель 2 привода смонтирован на одной оси с масляным насосом 1 на плите 7. Скалка 8 распределительного золотникового устройства 3 перемещается рукояткой 9, и масло из гидропривода подается поочередно в верхнюю и нижнюю части прессующего цилиндра 4, сообщая поршню 5 и укрепленному на его штоке 6 штемпелю рабочий и возвратный ход. Нижняя часть коробчатой станины является масляным резервуаром, который перекрывается плитой 7, служащей основанием для установки электродвигателя и насоса. Завод «Denison engineering Co» (США) в гидравлических прессах использует масляные насосы плунжерного типа, устройство которых схематически показано на рис. 169, б.

Отпрессованные изделия снимают со столика вручную. Для уменьшения затраты рабочей силы на обслуживание гидравлических прессов на основной станине пресса монтируют вращающийся стол и другие приспособления для автоматической передачи отпрессованных изделий на ленту транспортера. Эти устройства приводятся в движение при помощи дополнительных гидравлических цилиндров, питаемых от гидравлического привода (рис. 169, а).

Производительность ротационного масляного насоса изменяется в зависимости от размеров прессуемых изделий и хода штемпеля при помощи объемного регулятора 5 (рис. 170). Частота вращения стола 8 и, следовательно, производительность пресса



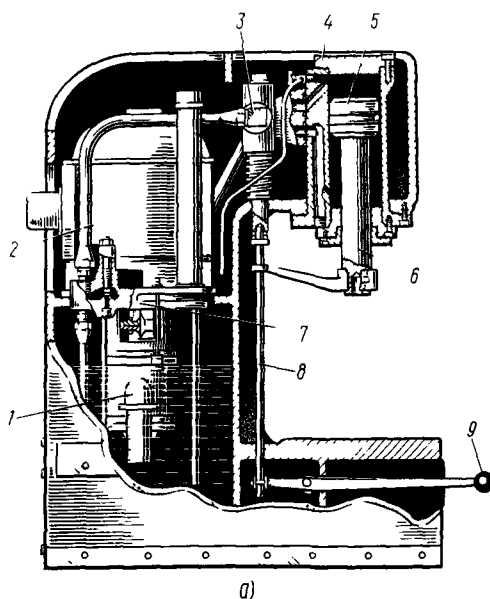
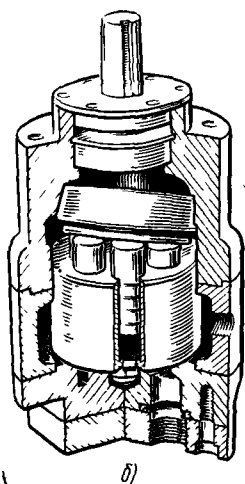


Рис. 169. Гидропривод пресса



изменяется при данной продолжительности цикла регулятором 1 с помощью гидравлического цилиндра 2. Гидравлический привод включается кнопкой 7. Давление контролируется манометром 3.

При помощи установленного на штоке пресса водила 4, упирающегося при подъеме штемпеля в установочное кольцо штока, пресс переключается на автоматическую работу. При изготовлении изделий, требующих специальных режимов прессования, работа пресса регулируется рычагом 6. Его можно устанавливать в одной из четырех позиций.

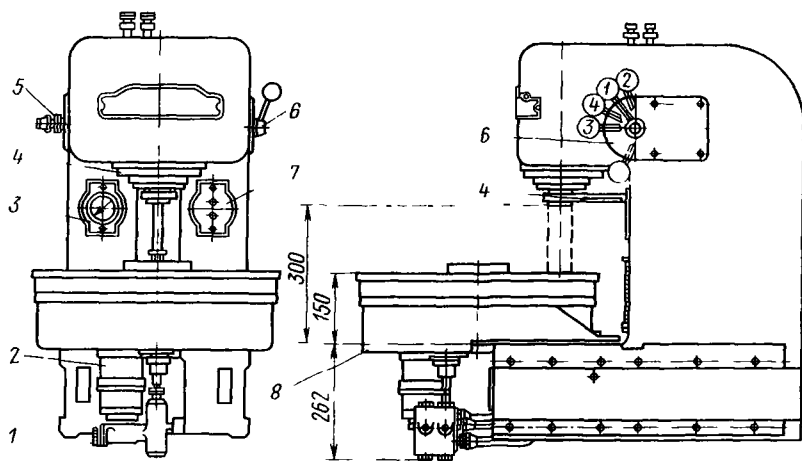


Рис. 170. Гидравлический пресс с вращающимся столом

При автоматической работе пресса число прессований определяется размерами изделий и, следовательно, ходом поршня, который регулируется перестановкой установочных колец на штоке распределительного устройства. Так, в модели пресса с усилием 3,6 тс описанной конструкции число прессований в минуту находится в следующей зависимости от хода штемпеля:

Число прессований в минуту . . .	110	60	40	30	25	20
Ход штемпеля, мм	25	50	75	100	125	150

При ручном управлении прессом перестановкой рычага 6 в различные позиции регулируется продолжительность прессующего хода штемпеля и пауз при двух- или трехступенчатом прессовании.

Описанная модель пресса имеет следующую характеристику (по данным завода «Deppnison Eng С»): наибольшее усилие прессования 3,6 тс; наибольшая площадь для установки пресс-форм 250×175 мм²; мощность электродвигателя гидропривода 3 л. с.; частота вращения электродвигателя 1800 об/мин.

Комбинированный гидромеханический пресс двустороннего прессования. В современных коленно-рычажных прессах заданное давление на каждой ступени прессования поддерживается автоматически гидравлическим устройством. Усовершенствование последних привело к изготовлению комбинированных прессов, в которых первичное прессование осуществляется эксцентриковым и рычажным механизмами с высокими скоростями движения верхнего штемпеля, а окончательное — гидравлическим устройством, соединенным с нижним штемпелем. Комбинированные гидравлические прессы двустороннего действия конструкции фирмы «Kuchmaschine С» применяют преимущественно для формования керамических изделий из массы с низкой влажностью (3—8%) при высоких давлениях (400—500 кгс/см² и выше). Высокие давления целесообразно применять при изготовлении радиокерамики, керметов, а также разных видов технической керамики на основе чистых окислов.

Эксцентрик 17 (рис. 171, а) прессующего механизма приводится от электродвигателя через вариатор скоростей, клиноременную передачу и зубчатые колеса 23, 25. При помощи шатуна 14 эксцентрик через шарнирно связанное с ним звено 11 сообщает качательные движения рычагу 10, который соединен шарнирно звеном 9 с ползуном 8 и передает последнему возвратно-поступательное движение при прессовании изделий. Особенностью этого механизма является замедление движения верхнего штемпеля 7 при движении ролика 24 в направляющих 13 и 12 в пределах угла поворота эксцентрика 17 на 60°. Необходимость в таком замедлении обуславливается технологическими требованиями процесса прессования изделий из порошкообразных масс. Ролик, обкатываясь по направляющим 13 и 12, перемещает шарнирное соедине-

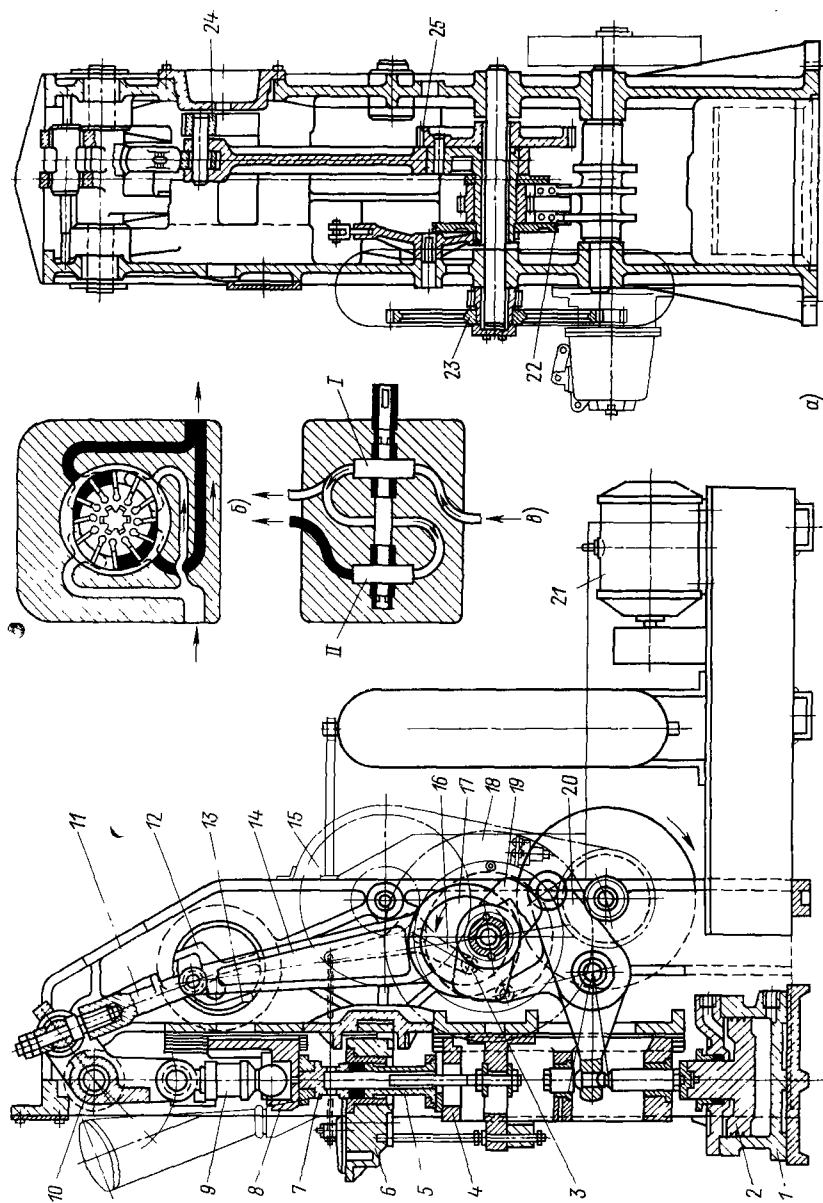


Рис. 171. Гидромеханический пресс для двустороннего прессования при высоких давлениях

ние вправо от шатуна 14 и звена 11, замедляя движение верхнего штемпеля. Прессование заканчивается подъемом нижнего штемпеля 5 вместе с ползуном 4 и поршнем 2 гидравлического цилиндра 1. Производительность пресса можно изменять при помощи вариатора скоростей от 6 до 16 прессований в минуту.

В одном агрегате с прессом смонтирована гидравлическая установка, состоящая из ротационного насоса и приводящего его в движение отдельного электродвигателя 21. Эта установка при помощи вентиля, сблокированного с механической частью пресса, сообщает движение нижнему штемпелю при окончательном прессовании. Спрессованное изделие выталкивается из матрицы кулачком 19, сидящим на одном валу с эксцентриком, и рычагом 20. Подача массы в пресс-форму и передвижение отпрессованного изделия на столик 6 выполняются рычагом 16, ролик 3 которого перемещается в профилированном пазу кулачка 22.

В гидравлическую систему привода пресса, кроме ротационного насоса, входят масляный бак, воздушный аккумулятор, трубопроводы и клапаны. Для обеспечения достаточной скорости подъема поршня и нижнего штемпеля во время окончательного прессования масло из насоса подается через пневматический аккумулятор. Гидравлические насосы, применяемые в прессах описанного типа развивают давление около 135 кгс/см^2 . Такое давление легко достигается применением двухступенчатых ротационных лопастных насосов, которые имеют два ротора, работающих последовательно.

Для увеличения срока службы иногда применяют лопастные насосы двойного действия с уравновешенными давлениями на ротор (рис. 171, б). В насосе такой конструкции нагрузки симметричны и поэтому взаимно уравновешиваются; износ подшипников и уплотнений резко снижается. Двухступенчатые насосы (рис. 171, в) используют для привода прессов, в которых расходуется большое количество жидкости на ступени I насоса при относительно низких давлениях и малое — при высоких давлениях на ступени II. Так, на первой стадии прессование керамических плиток на гидравлических прессах ведется при низком давлении и большом расходе жидкости, а на второй — при высоком давлении и малом расходе жидкости. Наиболее экономичным в таких случаях является двухступенчатый насос с параллельным использованием низкого и высокого давления для двойного прессования.

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ И МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПЛИТОК

АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ПЛИТОК С ОБЖИГОМ В РОЛИКОВЫХ КОНВЕЙЕРНЫХ ПЕЧАХ

Прессование облицовочных плиток из порошкообразной керамической массы влажностью 4—8% обеспечивает точные их размеры, которые нельзя получить методом пластического формования [6].

Оборудование, применяемое для приготовления порошкообразных масс и прессования, отличается большим разнообразием. Значительное влияние на конструкцию автоматических прессов оказали высокие требования к структуре керамики, обусловившие необходимость применения двухступенчатого, а в некоторых случаях и многоступенчатого прессования изделий.

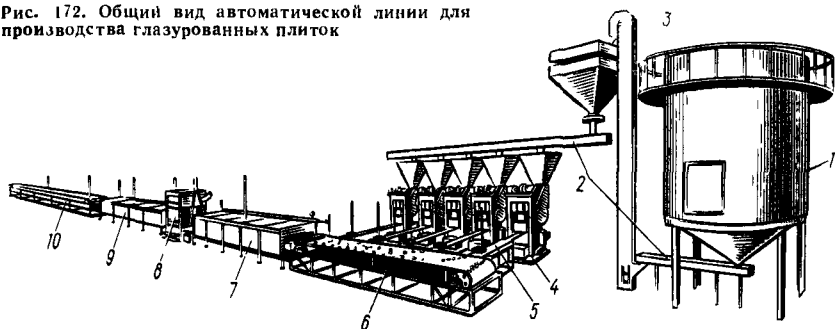
Для автоматизации процессов глазурирования, сушки, обжига, сортировки и упаковки плиток применяют или конструируют и осваивают на заводах довольно сложные машины и установки. По форме облицовочные плитки более, чем другие виды тонкой керамики, доступны для организации автоматических линий, охватывающих большую часть технологических процессов. В зависимости от местных условий и уровня конструкторских разработок непрерывно-поточные линии плиточных заводов отличаются по степени автоматизации и производительности. В виде типичных примеров приведено описание одной автоматической линии для производства облицовочных глазурованных плиток из пресс-порошка, изготовленного в распылительных сушилках, и второй линии, в которой используется пресс-порошок из тонкодисперсного сырья, получаемого с обогатительных заводов.

Автоматическая линия для производства глазурованных плиток с однократным обжигом. Разработанная НИИСтройкерамикой линия в первом варианте работала с использованием конвейерной роликовой печи для однократного обжига.

Фаянсовый шликер подавался насосом из массозаготовительного отделения в распылительную сушилку 1 (рис. 172). Пресс-порошок ковшовым элеватором 3 и ленточным транспортером распределялся в бункера пресс-автоматов 4.

Отпрессованные плитки на транспортерах 5 проходили опрочное и чистильное устройство. С помощью наклона (по ходу

Рис. 172. Общий вид автоматической линии для производства глазурованных плиток



ленты) установленных направляющих плитки группировались на транспортере 6 в несколько рядов в соответствии с шириной конвейера сушилки 7. Подсушенные плитки проходили последовательно через камеры глазуровочной машины 8 и второй сушилки 9. Глазурованные сухие плитки автоматически передавались с конвейера сушилки 9 на конвейер одноярусной (щелевой) печи 10.

Показанную на рис. 172 автоматическую линию можно продолжить установкой после печи автоматов для сортировки и упаковки плиток и таким образом организовать автоматизированный процесс производства глазурованных плиток.

Последний вариант этой линии был спроектирован и построен для двукратного обжига плиток в одноярусных роликовых печах перед глазурованием до температуры 1080°C и после подсушки слоя глазури — до 1000°C . Скоростные режимы сушки и обжига были рассчитаны на производительность линии 250 000 м² плиток в год.

Автоматическая линия для производства неглазурованных плиток. Разработанная НИИСтройкерамикой автоматическая линия для производства плиток для полов не имеет оборудования для глазурования и предварительного обжига. Сушка плиток вследствие их большей (по сравнению с глазурованными) толщины выполняется в две стадии в сушилках длиной по 13,5 м.

На рис. 173 показана автоматическая линия для изготовления плиток для облицовки полов.

Отпрессованные плитки от прессов 1 передаются транспортером 2 в сушилку 3, а затем транспортером 4 в сушилку 5, в которых в два приема из уплотненной керамической массы удаляется влага. Далее плитки подаются транспортером 6 в роликовую конвейерную печь 7, где обжигаются верхними 9 и нижними 10 газовыми горелками. Воздух для охлаждения плиток подается в канал 11 и на открытую часть 12 конвейера вентиляторами 13. Производительность печи определяется в основном производительностью оптимального режима обжига и может изменяться регулированием скорости цепного привода 8 роликового конвейера. Печные газы отбираются вентилятором 15 через теплообменник 16, из которого нагретый воздух подается вентилятором 14 в сушилку 5.

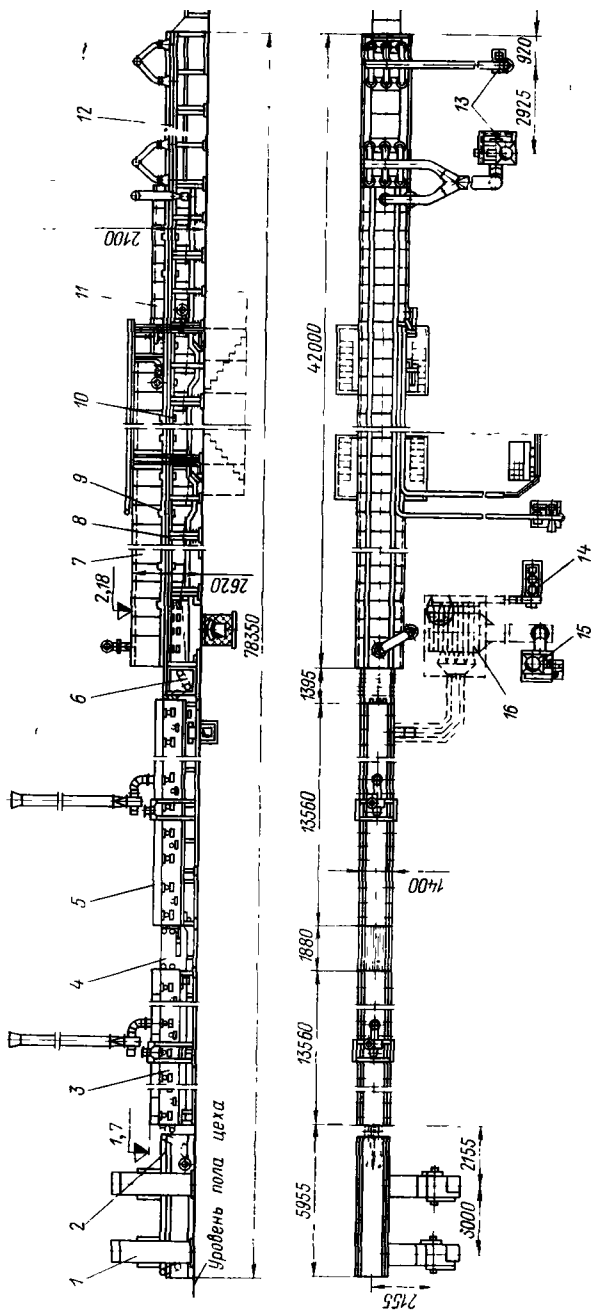


Рис. 173. Автоматическая линия в производстве плиток для облицовки полов

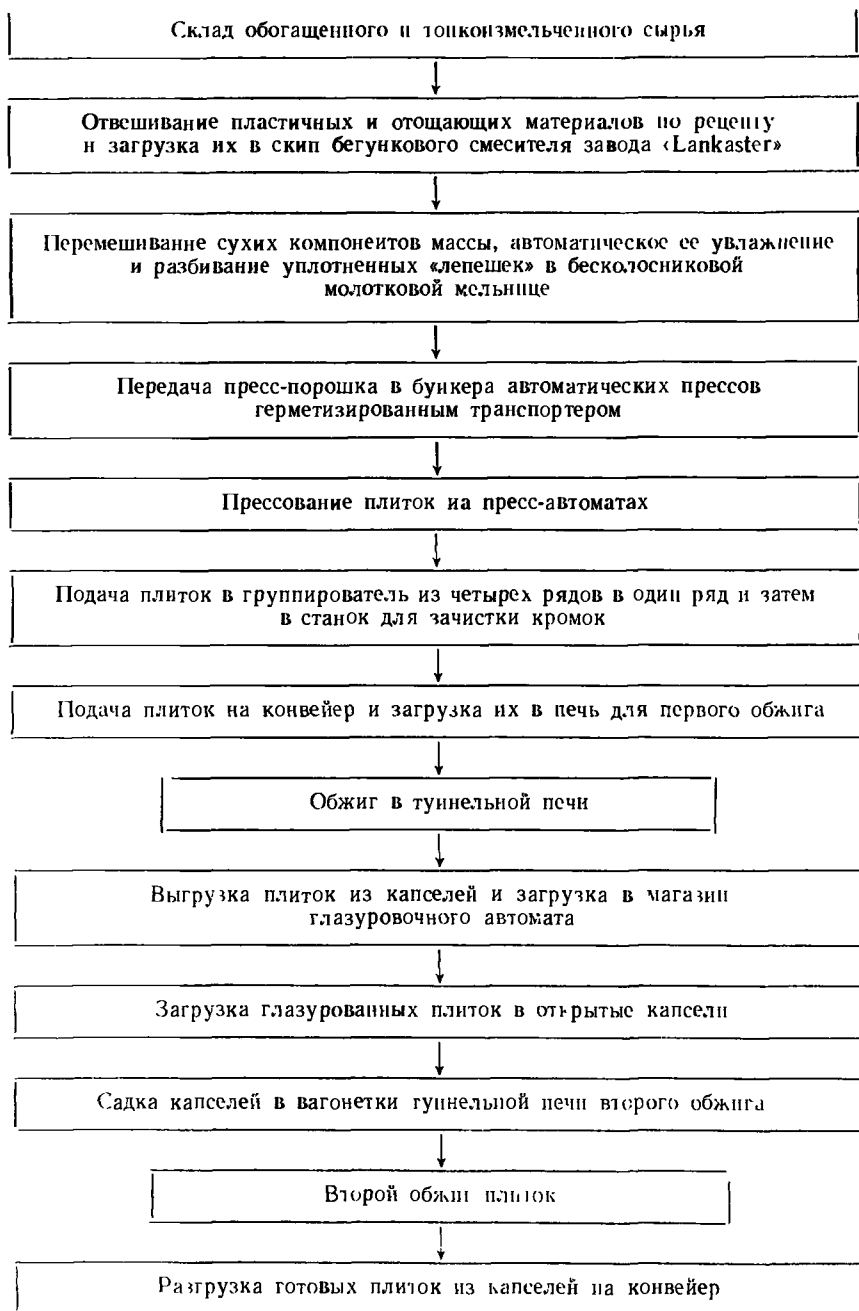


Рис. 174. Схема механизированных линий для производства облицовочных плиток из сырья, получаемого с помольно-обогащительных заводов

Линия имеет следующую техническую характеристику:

Производительность, м ² г	200 000
Длина, м:	
линии	78,35
конвейерной роликовой печи	42
роликов печи	1,88
Мощность электродвигателей, кВт:	
прессов типа КРК п 125	9,5
суммарная	57,5
Ширина печного канала, мм	900
Температура обжига, °С	1000
Диаметр роликов конвейера печи из жароупорного сплава, мм	28
Шаг роликов, мм	50

Кроме разработанных для крупных плиточных заводов автоматических линий с одноярусными роликовыми печами, проектируются, испытываются и осваиваются конвейерные печи с двух- и трехъярусными роликовыми печами.

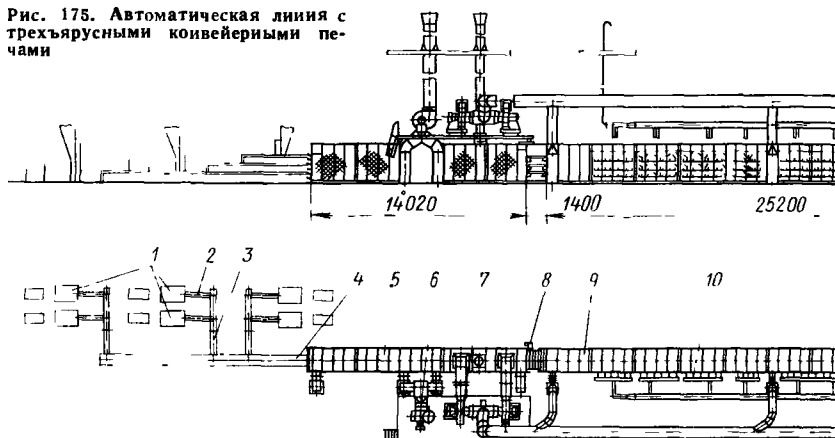
В СССР на Воронежском заводе керамических изделий успешно работают газовые печи с четырехъярусными роликовыми конвейерами. Электropечи фирмы «Siti» с четырехъярусными роликовыми конвейерами установлены на зарубежных заводах и в СССР в поточных линиях для производства плиток и тарелок.

В США на некоторых заводах облицовочных плиток поточные линии организуют на основе сырья, измельченного и обогащенного на специализированных заводах крупных фирм, благодаря чему исключается обработка сырья в массоприготовительных цехах керамических заводов.

Поточная автоматическая линия завода «Atlantic Tile manufacturing Co» (США) охватывает процессы, показанные на технологической схеме (рис. 174).

Автоматическая линия для производства глазурованных плиток с обжигом в трехъярусных конвейерных печах. Для увели-

Рис. 175. Автоматическая линия с трехъярусными конвейерными печами



чения выпуска плиток в одной автоматической линии и лучшего использования заводских площадей в СССР спроектирована и оборудована линия с двукратным обжигом в трехъярусных конвейерных печах.

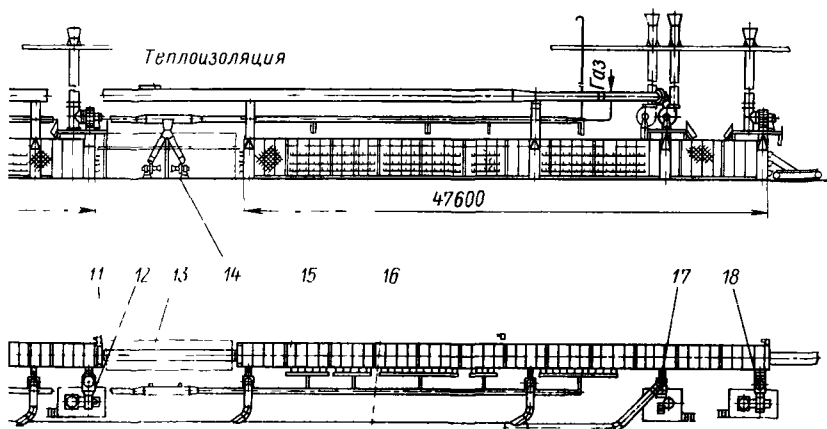
Такая линия при жестких скоростных режимах сушки и обжига плиток рассчитана на выпуск 700 000 м² плиток в год. Все оборудование работает автоматически в трехсменном режиме.

Порошкообразная масса подается в бункера гидравлических пресс-автоматов 1 (рис. 175). Отпрессованные плитки перемещаются приемными 2 и передающими 3 транспортерами на три расположенных на разных уровнях конвейера 4, оборудованных приводом с общим редуктором 8, в трехъярусную конвейерную сушилку 5. Циркуляция газов в сушилке обеспечивается вентиляторами 6 и 7.

Высушенные изделия подаются в трехъярусную печь 9 с газовыми горелками 10 для первого (утильного) обжига и тремя роликовыми конвейерами 11. Печь обогревается объединенными в отдельные секции газовыми горелками. Обожженные плитки охлаждаются воздухом, который подается вентилятором 12. Далее плитки на конвейерах проходят через глазуровочную установку 13 и поступают в печь 15 для второго политого обжига. Воздух для сжигания газа в горелках роликовых печей подается вентиляторами 14. Горячий воздух из зон охлаждения печей отбирается вентиляторами 12, 17 и 18 и через сборный коллектор 16 поступает к вентиляторам сушилки 5.

Ниже приведена техническая характеристика автоматической линии.

Расчетная пропускная способность конвейерной линии, м ² /ч	105
Режим работы (335 рабочих дней × 24 ч), ч	8 040
Число плиток 150 × 150 мм по ширине канала, шт.	3
Количество воздуха, забираемого вентиляторами из цеха (около), м ³ /ч	5 000



Потери тепла, выделяемого линией в цех, ккал/ч	366 000
Диаметр роликов печного конвейера, мм	32
Шаг роликов, мм	70

К основному оборудованию автоматической линии относятся гидравлические прессы; конвейерная сушилка; роликовые печи для первого обжига и обжига глазурованных плиток; установки для глазурования плиток, подачи газа и воздуха, которые имеют следующие технические характеристики:

**Гидравлические прессы К РУ-160 завода «Thuringia»
(три пресса работают, три — запасных)**

Максимальное усилие прессования, тс	160
Число одновременно прессуемых плиток:	
150×150 мм	2
100×100 мм	3
Число ходов штемпеля (регулируемое) в минуту	18—25
Мощность, кВт:	
электродвигателя пресса	13
привода чистильного устройства и штабелеукладчика	4,6
Площадь, м ²	12
Высота, м	2,7
Масса, кг:	
пресса	3000
гидравлического блока	850
электрического блока	150

Трехъярусная конвейерная сушилка

Длина, м	14
Ширина рабочего канала, м	0,6
Высота рабочего канала, м	0,34
Продолжительность сушки, мин	9
Температура теплоносителя (отходящие газы из печей), °С	200
Скорость циркуляции теплоносителя в канале, м/с	4—5
Количество удаляемой влаги, кг ч	67
Удельный расход тепла на 1 кг влаги по проекту, ккал/кг	3000

**Трехъярусные роликовые печи для обжига
после сушки и глазурования**

Печь для обжига плиток	После сушки	Глазурованных
Длина, м	25,2	47,6
Ширина рабочего канала, м		0,6
Высота рабочего канала, м		0,42
Продолжительность обжига (нагрев и охлаждение), мин	17	28
Максимальная температура обжига, °С	1080	1000
Расход природного газа, м ³ /ч (по проекту)	96,5	73,5
Удельный расход условного топлива, кг, м ² плиток	1,35	1,02

Установка для подачи газа и воздуха

Общий расход природного газа, м ³ /ч	170
Давление перед смесителями, мм вод. ст.:	
природного газа	До 500
воздуха	До 500
Мощность электродвигателей, кВт:	
вентиляционных установок	93,5
непрерывно работающих	67,5

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ПЛИТОК

ТИПЫ ПРЕССОВ

В производстве облицовочных плиток применяют прессы одностороннего, двустороннего и многоступенчатого двустороннего прессования, комбинированные в механизированных линиях с машинами для последующей обработки плиток. Прессы одностороннего прессования используют для изготовления тонких плиток, когда сопротивление трения массы о стенки пресс-формы не снижает заметно уплотнения нижних слоев массы. При одностороннем верхнем прессовании плиток в прессах с нижним гидравлическим цилиндром вся прессуемая масса скользит вдоль боковых стенок пресс-формы вместе с постепенно опускающимся нижним штампом.

Прессование в две (реже в три) стадии с промежуточной разгрузкой поверхности плиток от штемпеля дает более полное удаление воздуха из капилляров прессуемой массы и более однородную структуру керамики.

По конструктивным признакам прессы, используемые в производстве плиток, разделяют на три основные группы: фрикционные, коленно-рычажные, гидравлические.

Фрикционные прессы разделяют на полуавтоматы с ручным включением, пресс-автоматы с электромагнитным управлением фрикциона и автоматы с электронным регулированием.

Коленно-рычажные прессы изготавливают с регулированием давления предварительного и окончательного прессования при помощи гидравлического цилиндра и с регулированием лишь давления второй стадии прессования.

Гидравлические прессы-полуавтоматы имеют привод от насосных станций или ручное управление. Наиболее производительными при изготовлении плиток для полов являются гидравлические прессы с автоматизацией всех операций на основе гидроприводов.

КОЛЕННО-РЫЧАЖНЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПРЕССЫ С ГИДРАВЛИЧЕСКИМ РЕГУЛЯТОРОМ ДАВЛЕНИЯ

Коленно-рычажные прессы завода «Thuringia» (ГДР) для прессования плиток отличаются компактностью, регулируемым давлением, имеют большую производительность, работают с точным соблюдением заданного режима прессования.

Общим признаком прессов этого типа является использование для привода верхнего штемпеля механизма коленчатого вала с системой рычажных пар и установка нижнего штемпеля на гидравлическом цилиндре. Механический привод штемпеля обеспечивает высокие скорости прессования тонкостенных плиток, а гидравлический цилиндр — точное соблюдение заданных давлений прессования.

Принцип действия пресса показан на кинематической схеме (рис. 176). Коленчатый вал 4 приводит в движение кривошип 3, который, переходя из положения *ОА* в положение *ОВ*, нажимает

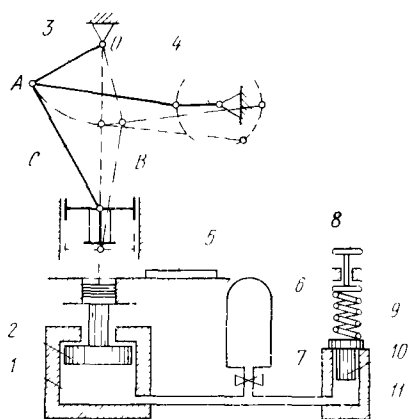


Рис. 176. Кинематическая схема коленно-рычажных прессов

на верхний штемпель и в точке *C* обеспечивает заданное давление прессования. Нижний штемпель закреплен на поршне 2, который в процессе прессования может перемещаться на небольшую высоту в заполненном маслом цилиндре 1.

В первой стадии прессования клапан 7 открыт и цилиндр 1 соединен с резервуаром 6, наполненным маслом и воздухом под давлением около 15 ат. При достижении заданного для первой стадии давления на прессуемый порошок нижний штемпель опускается, выдавливая

масло в резервуар 6. Давление воздуха в последнем устанавливается с учетом отношения площади прессования к площади поршня 2. После первой стадии прессования кривошип 3 проходит точку *B*, верхний штемпель поднимается, давление на поршень 2 прекращается, жидкость возвращается в цилиндр 1, и клапан 7 закрывается. В это время воздух между зернами порошка частично удаляется.

При вторичном прохождении кривошипа 3 через точку *C* выполняется вторая стадия прессования плитки уже при высоком давлении, так как при закрытом клапане 7 масло не может вытесниться из цилиндра 1 непосредственно в резервуар 6, а должно приподнять поршень 10 в цилиндре 11, преодолевая сопротивление пружины 9. Давление пружины и, следовательно, давление на второй стадии прессования регулируется винтовым нажимным устройством 8. По окончании прессования одновременно с подъемом кривошипа 3 в точку *A* загрузочная каретка 5 сдвигает отпрессованную плитку на столик и наполняет пресс-форму массой.

Механизм пресса смонтирован на чугунной станине 1 (рис. 177), которая усилена стальными стяжками, установленными в нагретом состоянии в пустотелой части станины. Стяжки в разных моделях пресса воспринимают усилия (от 90 до 125 тс), возникающие в процессе прессования плиток.

Пресс приводится от электродвигателя 9, установленного на верхней плите 7, через клиноременную передачу 10, редуктор 19 и расположенные с двух сторон пресса две пары зубчатых колес 8 и 6. Колеса 6 насажены на коленчатый вал 18, соединенный двумя шатунами 12 со звеньями 11 и 13. Режим прессования регулируют изменением длины шатунов 12 при помощи специальных прокладок под вкладышами подшипника. С уменьшением числа прокладок увеличивается высота подъема верхнего штемпеля после предварительного прессования и продолжительность паузы для удаления

воздуха из массы. Звено 11 связано со звеном 13, которое через шаровой шарнир 20 сообщает возвратно-поступательное движение в направляющих 15 ползуну 5 и прикрепленному к нему верхнему штемпелю 4.

В шпинделе 14 штемпеля имеется резьба, которая служит для соединения его с разрезной гайкой звена 13. Глубину погружения верхнего штемпеля в пресс-форму 3 регулируют, поворачивая шпиндель 14 в гайке звена 13, и фиксируют затяжкой болтов в ее разрезной части. Нижний штемпель 2 закреплен на стержне 16, опирающемся на поперечину 17. Оба штемпеля нагреваются электрическим током до 80—90° С для предотвращения прилипания массы к их поверхностям.

Наполнение матрицы массой и выталкивание плиток происходит по схемам, показанным на рис. 178. Во время подъема нижнего штемпеля ролики 5 (рис. 178, а) перемещаются в профрезерованных пазах 6 зубчатых колес 7, приближаясь к центру, поворачивают рычаг 8 относительно оси 4, приводя в движение связанную с ним загрузочную каретку 3. Каретка, находящаяся во время прессования под бункером-питателем, перемещаясь на катках вперед, сдвигает с нижнего штемпеля отпрессованную плитку. После этого нижний штемпель 2 опускается, масса из

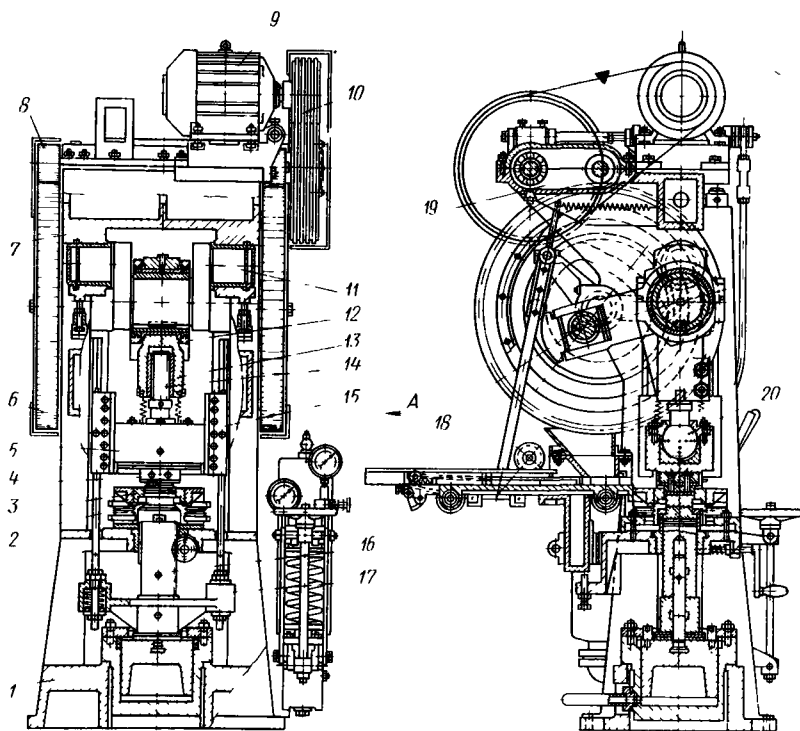


Рис. 177. Коленно-рычажный пресс

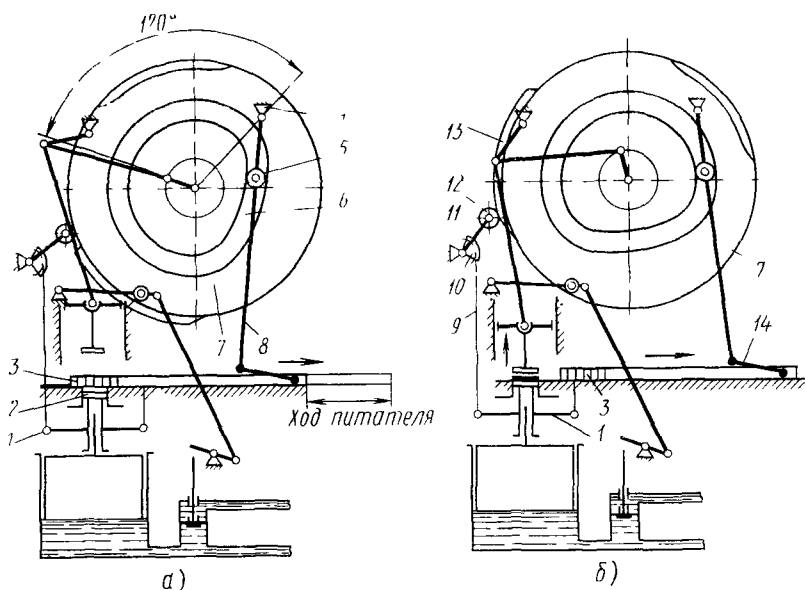


Рис. 178. Механизм загрузки массы и выталкивания плиток

загрузочной каретки поступает в пресс-форму, и каретка возвращается в исходное положение, выравнивая при движении поверхность засыпанной в форму массы.

Толщину плиток регулируют изменением глубины опускания нижнего штампея и, следовательно, количества засыпаемой массы. При этом необходимо изменить толщину пластинок, прокладываемых между стержнем с пресс-формами и поперечиной 1.

Плитки выталкиваются из пресс-формы после окончательного прессования, когда ролики 12 (рис. 178, б) накатываются на расположенные на внутренней стороне больших зубчатых колес 7 выступы 13. При этом поворачиваются кривошипы 11, а за ними и звездочки 10, связанные цепями 9 с поперечиной 1. При подъеме поперечины также поднимается нижний штампель, выталкивая плитку на уровень стола пресса.

Когда ролики 12 скатываются с выступов 13, нижний штампель, не удерживаемый цепью 9 и поперечиной 1, опускается.

При очистке верхнего штампея, смене пресс-формы или регулировании штампея загрузочную каретку можно остановить под бункером-питателем. Для этого рукояткой поднимают защелку, разъединяя каретку 3 с тягой 14. Каретка остается неподвижной под бункером и не препятствует регулированию штампея или их очистке.

Для автоматического регулирования давления прессования имеется устройство, показанное на рис. 179. Нижний штампель пресс-формы при помощи скалки 13 установлен на поршне 14, который перемещается в цилиндре 15. Последний соединен труб-

кой через коробку 12 с воздушным баллоном 11, заполненным воздухом под давлением около 15 кгс/см^2 .

Во время первой стадии прессования при малом давлении ролик 10 набегают на выступ 9, имеющиеся на колесе 8. Тяга 7 поднимается и открывает рычагом 4 клапан 2 между гидравлическим цилиндром и баллоном 11. При этом поршень 14 в цилиндре 15 находится под давлением 15 кгс/см^2 . По достижении заданного давления нижний штемпель с поршнем опускается, выдавливая масло из цилиндра 15 в баллон 11. После первой стадии прессования ролик 10 скатывается с выступа 9, и под действием пружин 1 клапан 2 закрывается.

Во время второй стадии прессования давление через поршень 14 передается маслу в цилиндре 15 при закрытом клапане 2. Масло не может поступать в баллон 11 и вытесняется в полость под плунжер пружинного регулятора 3, нагруженный пружиной 5. Давление устанавливается в заданных по режиму прессования пределах сжатием этой пружины при повороте маховичка 6. Для контроля давления прессования установлены манометры.

В моделях коленно-рычажного пресса типа «Робот» и К/РКп125 фирмы «Thuringia» можно получить усилие штемпелей 90—125 тс, что при размере плиток $150 \times 150 \text{ мм}$ равносильно давлению $400\text{--}550 \text{ кгс/см}^2$.

Коленно-рычажные прессы типа «Робот» и К/РКп125 производства ГДР имеют производительность при изготовлении плиток $15 \times 15 \text{ мм}$ 1000—1300 и 2000 шт./ч соответственно; мощность

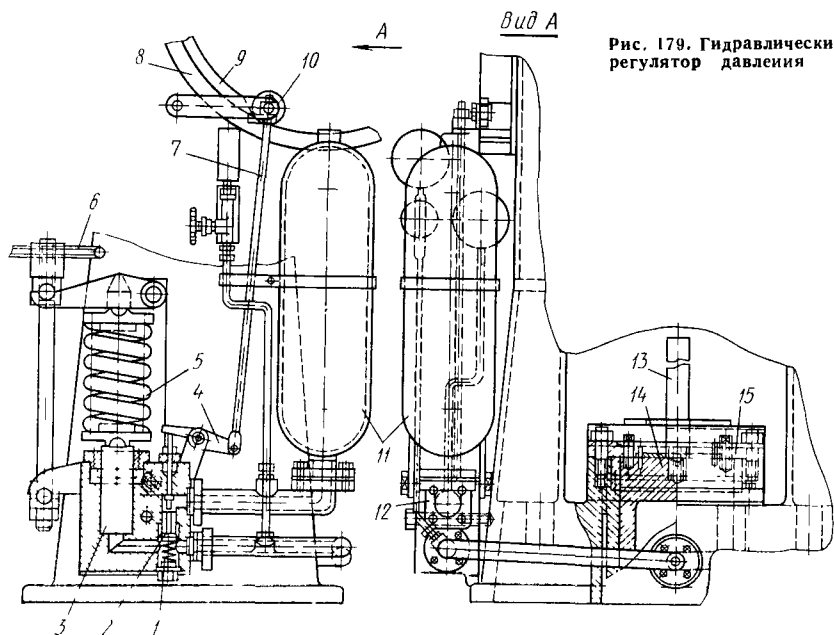


Рис. 179. Гидравлический регулятор давления

привода 5,5 и 7 8,5 кВт; массу 3230 и 9500 кг; размеры $1650 \times 1220 \times 2520$ и $2150 \times 1500 \times 2950$ мм (длина $\times$ ширина $\times$ высота); наибольшее усилие прессования 90 и 125 МН.

КОЛЕННО-РЫЧАЖНЫЙ АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПРЕСС ДЛЯ ДВУСТОРОННЕГО ТРЕХСТУПЕНЧАТОГО ПРЕССОВАНИЯ ПЛИТОК

Четырехштемпельный автоматический пресс двустороннего трехступенчатого прессования является наиболее производительным из коленно-рычажных прессов, применяемых в производстве плиток. По кинематической схеме он напоминает известный коленно-рычажный пресс для изготовления огнеупоров, но в его конструкцию фирмой «Ceramic machinery Co» (США) внесен ряд изменений, обусловленных свойствами массы и режимом прессования керамических плиток. Пресс имеет две боковые станины, соединенные поперечными связями (рис. 180). Прессующий механизм смонтирован на скользящей раме 1, расположенной между боковыми станинами 5. В нижней части к раме прикреплен гидравлический цилиндр 2, на поршне 3 которого расположен нижний штемпель прессующего механизма. Поршень удерживается в верхнем положении при помощи насоса 4, который нагнетает жидкость в цилиндр. Давление в последнем и, следовательно, давление прессования регулируются предохранительным клапаном и контролируются манометром 7.

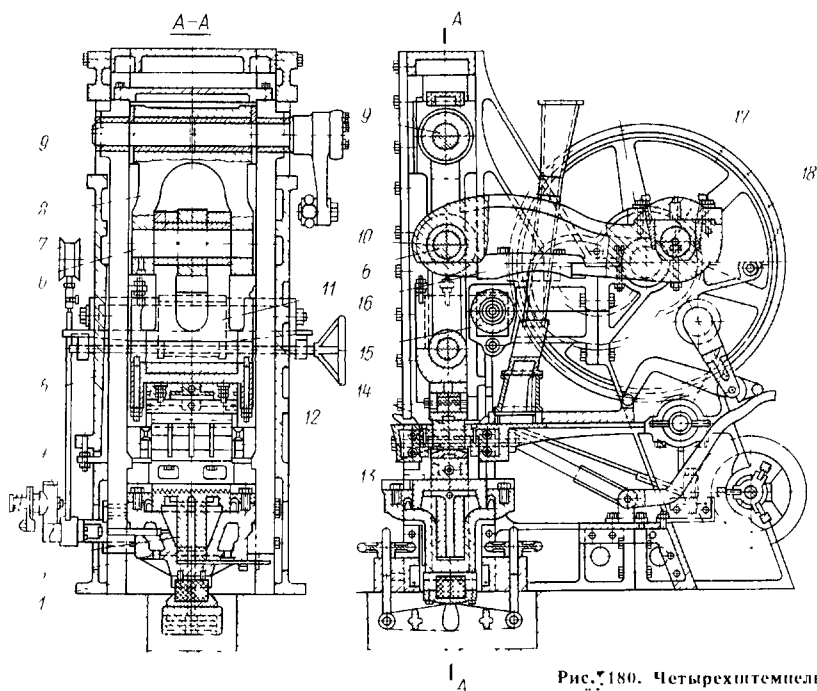


Рис. 180. Четырехштемпельный пресс

С верхней частью рамы 1 связан шарнирно-рычажный механизм 8, подвешенный на оси 9. Последняя имеет эксцентриситет, благодаря чему при помощи рычага 11 может дополнительно смещать вниз шарнирно-рычажный механизм 8. Верхнее звено механизма связано с нижним звеном и шатуном 10 стальной осью 6. Последняя входит в соответствующие отверстия с зазором, благодаря чему нижнее звено механизма при движении вниз может находиться в «плавающем» положении. Второй конец шатуна 10 связан с коленчатым валом 17, который приводится от двигателя через зубчатые колеса 18. Рычажный прессующий механизм по конструкции напоминает механизм коленно-рычажного пресса харьковского машиностроительного завода «Красный Октябрь». При движении шатуна 10 под действием коленчатого вала 17 механизм 8 совершает качательные движения, перемещая нижние 13 и верхние 14 штемпели вверх и вниз.

К нижнему концу шатуна 10 прикреплен профильный башмак 16, который передвигается на ролике 15, обеспечивая подъем или опускание шатуна вместе со скользящей рамой и прессующим механизмом в соответствии с контуром нижней поверхности башмака. Нижние штемпели, опирающиеся на гидроцилиндр, соединенный с подвижной рамой, поднимаются вместе с ней навстречу опускающемуся верхнему штемпелю. Происходит двустороннее прессование, которое обеспечивает равномерную структуру плиток значительной толщины, используемых для облицовки полов и кислотоупорной футеровки. Для предотвращения прилипания массы к поверхности верхние штемпели обогреваются.

Кривая прессования, характер которой определяется работой шарнирного механизма 8 и шатуна 10, может изменяться в зависимости от положения ролика 15, которое регулируется конусными клиньями. Клинья переставляются при помощи винтов и ручного маховика 12. Положение ролика по высоте регулируется при каждой смене комплекта пресс-форм.

Пресс приводится от электродвигателя при помощи зубчатой передачи через фрикционную муфту. Двигатель расположен на станине; частота его вращения устанавливается из расчета десяти прессований в минуту.

Масса, предварительно хорошо обработанная, поступает из бункера к загрузочной коробке, установленной над питателем 17 (рис. 181, а). При движении от бункера 18 в сторону матриц питатель захватывает очередную порцию массы и заполняет последние. Питатель перемещается при помощи кулисы 12, рычага 15 и шатуна 16. Кулиса крепится болтами к приводному зубчатому колесу пресса.

Когда питатель находится в исходном положении, отверстие на переднем его конце совмещается с отверстием в бункере. При установке загрузочной рамки питателя над матрицей нижние штемпели опускаются. Количество массы в матрице (высота ее заполнения) регулируется подъемом или опусканием нижних

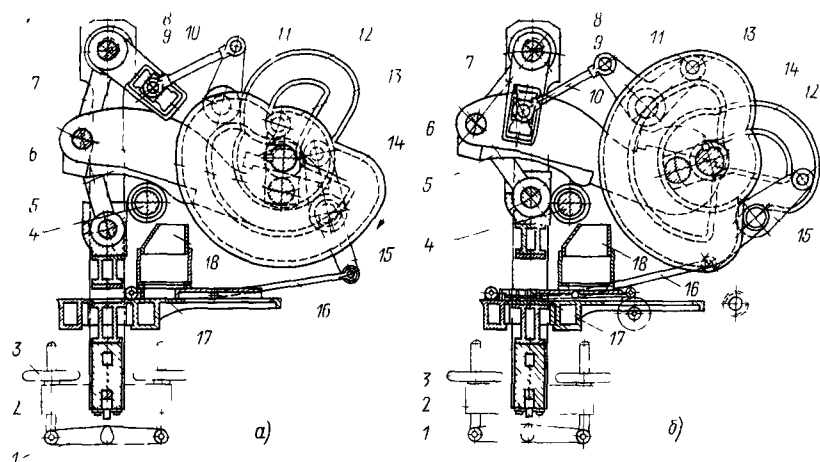


Рис. 181. Схема работы механизма питателя прессы

штемпелей при помощи поперечины 1, винтов 2 и маховичков 3.

После заполнения матрицы порошком в необходимом количестве штемпели сближаются, и начинается прессование. Для получения высококачественных плиток оно производится в три стадии. Предварительное прессование выполняется сначала под действием веса деталей прессующего механизма, а затем под действием малого давления (около 50 кгс/см^2) при первом прохождении шарнира рычажного механизма через мертвую точку. После предварительного прессования верхний штемпель отделяется от плитки для удаления запрессованного воздуха, и при вторичном прохождении шарнира через мертвую точку происходит окончательное прессование под давлением $150\text{—}450 \text{ кгс/см}^2$.

Многоступенчатое прессование осуществляется по следующей схеме. В первой стадии порошок сжимается под действием собственного веса тяжелого ползуна с штемпелями; при этом воздух, заключенный в порошок, выжимается сквозь зазоры между прессформой и штемпелями. Вторая и третья стадии прессования осуществляются шарнирно-рычажным механизмом 7 при помощи верхней эксцентриковой оси 8. На этой оси закреплен рычаг 9, связанный шатуном 10 с коленчатым рычагом 11. На одном из концов рычага 11 расположен ролик 13, катящийся в канавке кулачкового эксцентрика 14. Ось 8, управляемая этим эксцентриком, дополнительно смещает штемпели при третьей стадии прессования во время второго перехода шарнирного механизма 7 через мертвую точку. Таким образом, когда шатун 6 перемещается к передней части прессы, центр его оси вторично проходит центральную вертикальную линию при смещенной вниз оси 8, благодаря чему прессование выполняется при более высоком давлении. При дальнейшем движении к передней части прессы шатун 6

(рис. 181, б) приводит башмак 5 в контакт с роликом 4, поднимая вертикальную подвижную раму и нижние штемпели; при этом плитка выталкивается из матрицы. Для удаления отпрессованных плиток с пресс-форм на переднем конце загрузчика имеется толкающий брус, который при движении последнего для наполнения матрицы порошком проталкивает плитку вперед на ленточный транспортер или на стол оправочной машины.

При дальнейшем вращении коленчатого вала описанный выше цикл повторяется.

При установке нового комплекта штемпелей изменение их высоты компенсируется регулировкой эксцентриковых втулок на оси 8 верхних звеньев. При повороте втулок верхние штемпели передвигаются к нижним или в обратном направлении в зависимости от заданной толщины плиток.

Точное совмещение прессующей поверхности нижних штемпелей с поверхностью матрицы необходимо для плавного перемещения плиток со стола пресса на ленту оправочной машины. Такое совмещение достигается регулированием высоты оси ролика 4 при помощи маховичка 12 (см. рис. 180) и клиньев, а также винтовых регуляторов 3. При помощи последних можно изменять толщину плиток и обеспечивать беспрепятственное сталкивание их с нижнего штемпеля.

Питатель пресса снабжен вибрационным устройством, расположенным перпендикулярно движению каретки и обеспечивающим равномерное заполнение матрицы порошком. Для равномерного распределения порошка в пресс-формах загрузочная рама питателя имеет перегородки, которые препятствуют смещению массы к стенке пресс-формы под влиянием сил инерции и обеспечивают равномерное уплотнение черепка плитки в разных ее участках.

Во время наладки пресса можно оставлять загрузчик неподвижным над бункером и проверять работу пресса вхолостую. Это позволяет чистить и промывать матрицы и штемпели от прилипшего к их поверхностям порошка. Пресс включается в работу и останавливается при помощи фрикционной муфты, так как при кратковременных остановках по время наладки нет смысла включать двигатель.

На рычажном четырехматричном автоматическом прессе при цикле 6 с получают 2400 плиток в час и при цикле 3 с — 4800 шт. Мощность двигателя (включая мощность, необходимую для привода элеватора, подающего массу) 7,5 кВт. Габаритные размеры установки 3,6×2,4×4,2 м. Масса пресса с элеватором и бункером — около 10 т.

ФРИКЦИОННЫЕ АВТОМАТИЧЕСКИЕ ПРЕССЫ

Фрикционный автоматический пресс с электромагнитным управлением засыпает массу в пресс-форму, прессует плитки, выталкивает их из пресс-формы и подает на конвейер для обработки кромок. Этот пресс применяется в производстве облицовочных плиток.

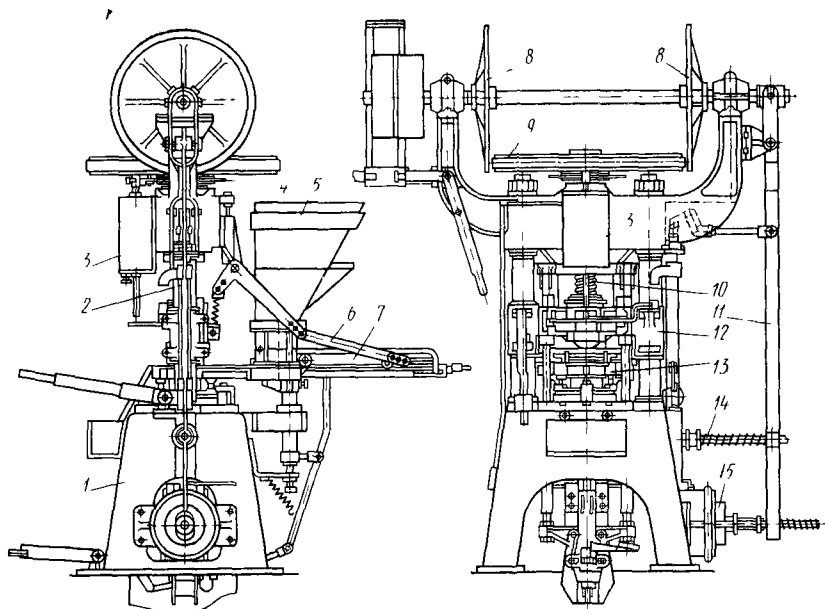


Рис. 182. Фрикционный пресс с электромагнитным управлением

Отличается от прессов полуавтоматов автоматическим переключением фрикционного механизма на прессующий и возвратный ход при помощи электромагнитного устройства.

На станине 1 (рис. 182) установлены пресс-формы 13, бункер 5 с рычажным устройством (6, 7) для загрузки пресс-формы порошкообразной массой. На колоннах 2, служащих направляющими для ползуна 12, расположен фрикционный механизм (9, 8), сообщающий возвратно-поступательное движение ползуну 12 с прикрепленным к нему штемпелем. Автоматическое управление работой пресса осуществляется при помощи электромагнита 15 и рычага 11, поочередно прижимающих фрикционные диски 8 к маховику 9, насаженному на прессующий винт 10. Для включения и выключения электромагнита применяют специально сконструированное реле и контактное устройство 3. Шток контактного устройства, который связан двумя роликами с закрепленным под маховиком диском 4, перемещается вверх и вниз вместе с маховиком, копируя движение штемпеля. Рычаг 11 после выключения электромагнита 15 отжимается пружиной 14 в первоначальное положение.

Загрузочная рамка (шибер), подающая массу из бункера 5 в пресс-форму 13 и сдвигающая отпрессованную плитку на роликовый конвейер, перемещается под действием ползуна 12.

Фаянсовые плитки прессуются в два приема. При первом нажиме штемпеля из массы вытесняется воздух и достигается предварительное ее уплотнение, при втором — плитка прессуется

до необходимых размеров и приобретает требуемую прочность. Регулировкой контактов, включающих электромагнит 15 с пружинами, возвращающими рычаг 11 в первоначальное положение, можно изменить ход штемпеля и давление при первоначальном и повторном прессовании.

Производительность фрикционных прессов с электромагнитным управлением 600—800 шт/ч, максимальный размер изделий 150 мм. Мощность электродвигателя 1,8—4,5 кВт.

Фрикционные автоматические прессы с электронным управлением возникли в результате усовершенствования и дальнейшей автоматизации прессов с электромагнитным переключением фрикционного механизма. Фрикционные пресс-полуавтоматы по характеристикам не могли конкурировать с автоматическими коленно-рычажными прессами. Фрикционные автоматические прессы с электронным управлением отдельных механизмов, выпускаемые заводами «Welko» и «Sasmi» (Италия), по уровню автоматизации отдельных операций не уступают современным коленно-рычажным и гидравлическим прессам.

Пресс фирмы «Welko» (модель «Ariete super») отличается от автоматических прессов с электромагнитным управлением устройством для равномерного распределения массы на поверхности нижнего штемпеля. После совмещения загрузочной коробки с пресс-формой магнитной муфтой автоматически включается электродвигатель 2 (рис. 183) вибратора 1 решетки, находящейся в это время над пресс-формой и равномерно распределяющей пресс-порошок. После откатывания засыпной коробки на исходную позицию

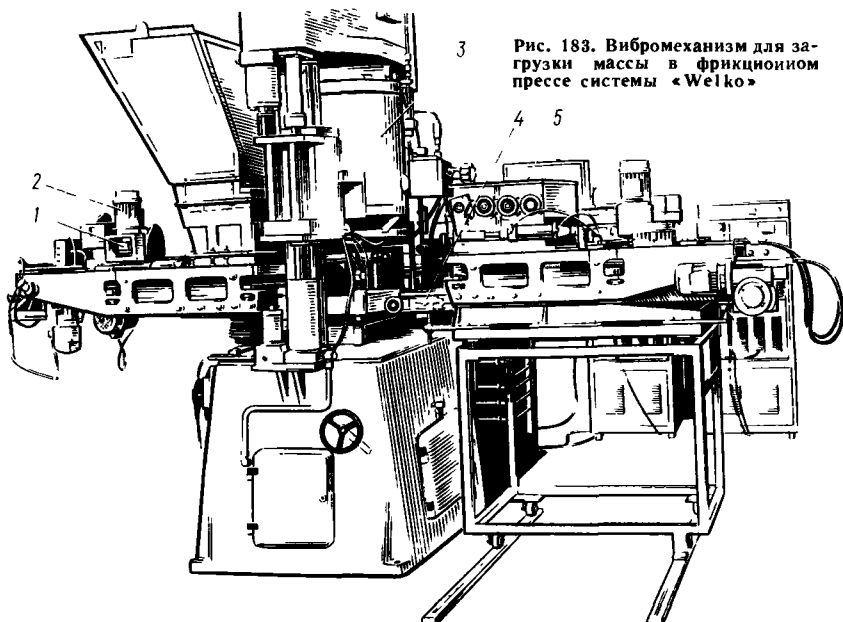
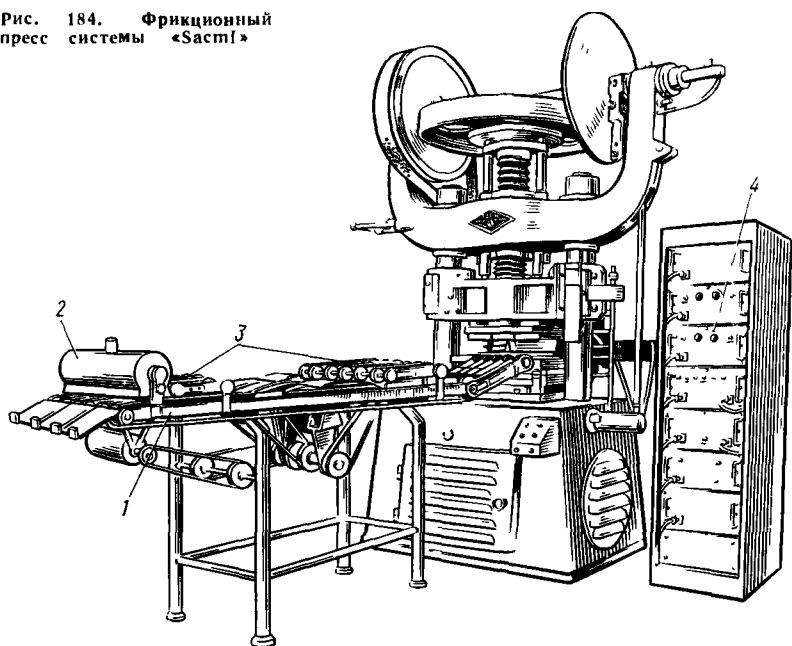


Рис. 183. Вибромеханизм для загрузки массы в фрикционном прессе системы «Welko»



траверса 3 с закрепленными на ней штемпелями опускается гидроцилиндрами, и под действием ее веса (около 300 кгс) происходит первое уплотнение порошкообразной массы с вытеснением воздуха. В конце хода траверса 3, нажимая на поршень гидравлического датчика, включает фрикционный механизм. При этом выполняется прессование плиток с гидравлическим регулированием давления в первой и второй стадиях прессования.

Выталкиваются плитки из пресс-формы гидравлическим цилиндром, а перемещаются на ремни транспортера 4 передней планкой засыпного устройства одновременно с подачей массы в освободившуюся пресс-форму. Транспортер 4 передает плитки в автомат 5 для автоматической зачистки и укладки их в стопки. Все операции пресса и автомата 5 координируются электронной системой.

На рис. 184 показан автоматический пресс системы SACMJ (Италия), выпускаемый фирмой «Немг» (ФРГ), со шкафом 4 для электронных приборов, с зачистным устройством 3 для удаления заусенцев и щеткой 2 на транспортере 1, но без стопирующего автомата. Техническая характеристика автоматических фрикционных прессов приведена в табл. 42.

Сопоставляя характеристики фрикционного пресса «Ariete super» с коленно-рычажным прессом К/РКп125 необходимо отметить, что фрикционный пресс имеет меньшую металлоемкость — 1,9 т на 1000 отпрессованных плиток (4,75 т у коленно-рычажного) и меньший удельный расход электроэнергии.

42. Техническая характеристика фрикционных прессов с электронным управлением

Показатели	Фирмы «Welko»	SACMI	
		ERTA-145	ERTA-175
Максимальное усилие прессования, тс	280	150	180
Производительность при прессовании плиток 150×150 мм, шт ч	5000	2200	3500
Число одновременно прессуемых плиток	4	—	—
Максимальная высота заполнения пресс-форм, мм	100	—	—
Мощность двигателей, кВт:			
главного	19	8,5	10
гидравлической системы	4	—	—
Свободный пролет между колоннами, мм	900	785	755
Масса пресса, кг	9500	5400	6600

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПРЕССЫ

Гидравлический пресс-автомат СМ-679. Высокие требования, предъявляемые к плиткам для облицовки полов и футеровки химической аппаратуры в отношении плотности и коррозионной устойчивости, обуславливают специальные режимы их прессования, которые могут достаточно гибко изменяться в гидравлических пресс-полуавтоматах и в более современных гидравлических пресс-автоматах.

Сдвоенный пресс-автомат СМ-679 отличается высокой производительностью, эффективным использованием насосной установки и сконструирован на основе четырехколонных гидравлических прессов. Он предназначен для одностороннего (верхнего) двухступенчатого прессования износостойчивых и кислотоупорных керамических плиток. В процессе формирования автоматическим в определенной последовательности осуществляются следующие операции: сталкивание плиток на транспортерную ленту с последующей засыпкой пресс-форм, а также возврат каретки в исходное положение; закатка прессующей бабки под прессующий поршень, а после окончания прессования ее откатка; прессование и подъем прессующего поршня; выталкивание плиток (выталкиватель опускается под действием пружины). Операции выполняются при помощи гидроцилиндров и механизмов привода каретки, прессующей бабки, прессующего механизма и механизма выталкивания.

Поочередное двухстадийное прессование плиток в пресс-автомате СМ-679 обеспечивается синхронизированной работой двух четырехколонных гидравлических прессов.

Оборудование на позициях предварительного и заключительного прессования состоит из следующих узлов и механизмов:

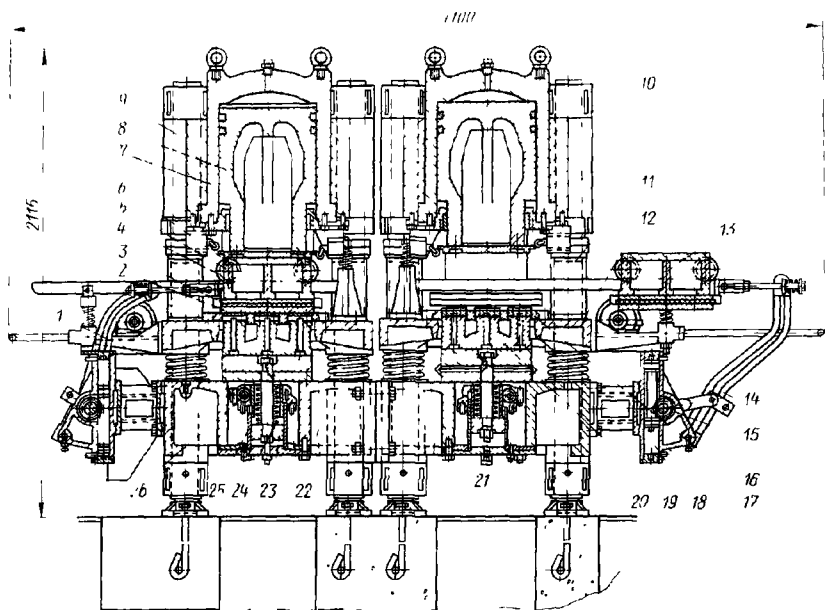


Рис. 185. Пресс СМ-679

станины стола, прессующей бабки, механизма привода прессующей бабки, цилиндров для прессования механизма выталкивания, пресс-форм, механизмов засыпки, привода каретки и регулирования глубины засыпки, гидроустановки и электроблокировочной аппаратуры.

Станина каждого пресса имеет нижнюю 20 (рис. 185) и верхнюю 9 траверсы, стянутые гайками 10 на четырех колоннах 11. На нижней части колонн закреплены опоры 21 для установки пресса на фундаменте. Траверса 20 гайками поджата к буртам колонн и служит основанием для закрепленного на ней механизма 17. Положение траверсы 9 регулируется при помощи гаек, между которыми она зажата. На верхнюю плоскость нижней траверсы опираются пружины 1, надетые на колонны. При помощи этих пружин стол поджимается к механизму регулирования глубины засыпки. Для закрепления опорной плиты механизма выталкивания к тыльной торцевой плоскости нижней траверсы присоединен кронштейн для установки механизма левого привода каретки. На станине смонтированы все остальные узлы и механизмы, за исключением гидроустановки и шкафа с пусковой и блокировочной электроаппаратурой.

Стол 12 представляет собой квадратную чугунную отливку с проемом в средней части для прохода пуансонов пресс-форм и четырьмя симметрично расположенными отверстиями с бронзовыми втулками для установки стола на колонны. К верхней

плоскости стола при помощи прижимной плиты прикреплена матрица пресс-формы 16. Кроме того, на столе укреплено пять кронштейнов к четырем на тягах с пружинами подвешены планки, по которым передвигается прессующая бабка, а к одному присоединена плита механизма засыпки.

Стол нижней плоскостью опирается на пружины 1, а верхней прижимается пружинами к механизму регулирования глубины засыпки. При прессовании стол может перемещаться вдоль колонн за счет сжатия пружин. Прессующая бабка 13 является промежуточным звеном для уменьшения холостого хода прессующего поршня. При прессовании она закатывается под последний, а затем откатывается в исходное положение.

Прессующая бабка представляет собой коробчатую чугунную отливку 5, закрытую сверху плитой 6, а снизу плитой 3 нагрева и нижней плитой 2. В пазах плиты 3 уложена спираль электронагревателя для подогрева нижней плиты. В верхней части корпуса закреплены оси с роликами 4, при помощи которых прессующая бабка перемещается по направляющим планкам стола. Для облегчения этого движения ролики вращаются в радиальных шарикоподшипниках. Прессующая бабка перемещается под действием механизма закатки, укрепленного на нижней траверсе.

Механизм закатки состоит из корпуса (цилиндра) с двумя взаимно перпендикулярными каналами; кроме того, корпус имеет прилив с отверстием для оси рычагов 14 и два отверстия для подвода масла в полость цилиндра. В одном из каналов помещен поршень 18, в другом валик с шестерней 15. Поршень 18 выполнен в виде рейки, с зубьями которой сцеплена шестерня 15. Валик шестерни установлен на радиальных шарикоподшипниках, зажатых гайками. На концах валика закреплены щеки, которые при помощи поводков и тяг соединены со средней частью рычагов 14 механизма. Нижними концами рычаги прикреплены к механизму 17, а верхними при помощи поводков, осей и рычагов к вилке, расположенной на корпусе прессующей бабки 13. Таким образом, движение поршня через шестерню 15 и систему тяг и рычагов передается на прессующую бабку. Длина хода прессующей бабки регулируется при помощи тяг механизма закатки.

Прессующий механизм состоит из цилиндра 7, вмонтированного в проеме верхней траверсы 9 и удерживающегося в ней при помощи кольца, поджатого болтами к нижней плоскости траверсы. В цилиндре помещен поршень 8, который под давлением масла может свободно перемещаться. Для предотвращения перетока масла поршень в цилиндре уплотнен внизу манжетами, а в верхней части цилиндра — набором уплотнительных колец.

Нижняя часть поршня прикрыта плитой, а на верхней укреплен тормоз. Последний представляет собой цилиндрический штифт, верхний налец которого при подъеме поршня входит в отверстие цилиндра и тормозит истечение масла из его полости.

При этом создается масляная подушка, предохраняющая поршень от ударов о дно цилиндра.

Прессование производится при подаче масла в полость цилиндра, а подъем поршня — при подаче масла в штоковую кольцевую полость. Опускание поршня (прессование) должно производиться только при перекрытии пресс-форм прессующей бабкой 13, что обеспечивается электроблокировкой клапанов подачи масла в механизме ее закатки.

Механизм выталкивания 25 состоит из цилиндра, сваренного из трубы и двух фланцев, и поршня 23. При помощи нижнего фланца цилиндр укреплен в проеме нижней траверсы. К верхнему фланцу цилиндра присоединен корпус, в котором помещены червячное колесо 22 и червяк 26. Нижняя часть цилиндра закрыта крышкой с уплотнительным кольцом и отверстием со штуцером для подвода масла в нижнюю полость цилиндра при выталкивании плиток. В верхней части цилиндра установлена на шпонке ограничительная втулка, которая резьбой соединена с червячным колесом. Положение червячного колеса в корпусе дает возможность колесу совершать вращательное движение, и таким образом ограничительная втулка в цилиндре может смещаться вверх и вниз. Положение ограничительной втулки определяет высоту подъема механизма выталкивания.

Механизм выталкивания возвращается в нижнее положение под действием пружины 24, установленной на штоке и зажатой между поршнем и неподвижно закрепленной опорной плитой станины. Опорная плита механизма выталкивания при помощи двух отверстий с запрессованными калеными втулками перемещается по пальцам, укрепленным на станине для предотвращения возможного перекоса при движении механизма выталкивания.

В зависимости от размера прессуемых плиток на пресс устанавливают соответствующие пресс-формы, отличающиеся размерами и числом проемов в матрице, размерами и числом штемпелей. Плита с укрепленными штемпелями присоединена к опорной плите механизма выталкивания и при прессовании является неподвижной частью пресс-формы; матрица, расположенная на столе, опускается вместе с ним. Штемпель пресс-формы состоит из корпуса и накладки, являющейся его отъемной частью, что позволяет заменять накладки по мере изнашивания и устанавливать или заменять электронагреватели в корпусе штемпеля. В пресс-формах для плиток толщиной 4 мм введена дополнительно прокладка для уменьшения хода прессующего поршня.

Механизм засыпки загружает пресс-формы пресс-порошком и сталкивает плитки со стола пресса. При движении каретка 1 (рис. 186) механизма передней частью 2 сталкивает сошедшие с пресс-форм плитки и засыпает освободившиеся пресс-формы. На верхней траверсе укреплен бункер 3, который является неподвижной частью механизма засыпки. Высота крепления бункера регулируется за счет продольных пазов в крепежных план-

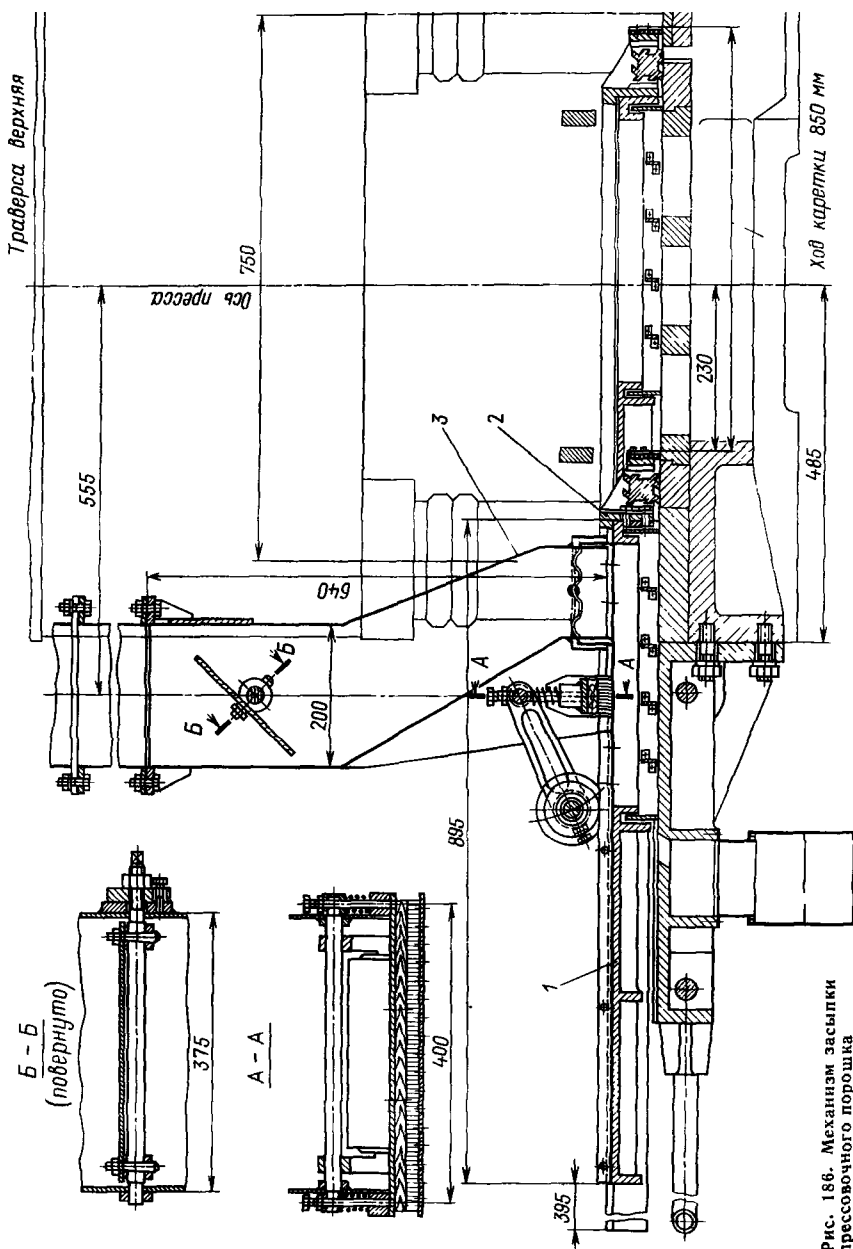


Рис. 186. Механизм засыпки
прессовочного порошка

ках. Нижний конец бункера помещен в проеме верхней плиты с таким расчетом, чтобы при максимальном опускании остальной части механизма засыпки конец бункера не выходил из верхней плиты.

Так как механизм засыпки выполняет последовательно две операции -- сталкивание плиток и засыпку пресс-форм, механизм привода каретки имеет три конечных выключателя вместо двух в механизме привода прессующей бабки. Первый конечный выключатель в конце хода каретки дает команду на переключение подачи масла из верхней полости цилиндра в нижнюю, т. е. на отвод каретки. Второй конечный выключатель в момент возврата каретки в исходное положение дает команду на закатку прессующей бабки. Третий конечный выключатель занимает среднее положение и дает команду на опускание механизма выталкивания к моменту начала засыпки пресс-формы.

Работа пресс-автомата заключается в следующем. Порошкообразная масса непрерывно подается в бункер механизма засыпки пресс-форм, откуда она поступает в каретку засыпки, которая при движении рамкой, расположенной в передней части, сталкивает на транспортерную ленту отпрессованные плитки, а затем засыпает пресс-формы. В зависимости от размеров последних и положения механизма регулирования глубины засыпки можно изготавливать плитки различной толщины.

После закатки прессующей бабки происходит двухступенчатое прессование: предварительное (давление около 50 кгс/см^2) и окончательное (300 кгс/см^2).

Давление от прессующего поршня через прессующую бабку передается на матрицу, укрепленную на столе. Под действием поршня стол, сжимая пружины, на которые он опирается, опускается. При этом керамическая порошкообразная масса, заполняющая матрицу, спрессовывается на неподвижных пуансонах. По окончании прессования стол с матрицей и плитками под давлением сжатых пружин возвращается в исходное положение. Двухступенчатое прессование дает возможность удалить воздух из предварительно спрессованных плиток и избежать трещин и разрушения плиток при обжиге.

Гидравлические прессы в отличие от коленно-рычажных, не имеющих гидравлического цилиндра, характеризуются постоянным давлением прессования, так как оно не зависит от свойств и толщины засыпанного материала, а определяется настройкой соответствующей гидроаппаратуры (реле давления, реле времени и выдержки). Таким образом, глубина засыпки и свойства материала влияют только на толщину изделия при стабильном уплотнении всех плиток.

По окончании цикла прессования прессующий поршень поднимается, а прессующая бабка откатывается в первоначальное положение. К моменту откатки прессующей бабки механизм выталкивания вытолкнет отпрессованные плитки на уровень верхней плоскости матрицы. При последующем движении каретки меха-

низма засыпки плитки сталкиваются на транспортерную ленту и происходит засыпка пресс-форм. К моменту начала засыпки механизм выталкивания перемещается в нижнее положение. Таким образом, начинается следующий цикл работы пресса.

Изложенная последовательность операций при изготовлении плиток обеспечивается конечными выключателями, которые управляют через магнитные распределители подачи масла в соответствующие гидравлические цилиндры.

Так как установка из двух одинаковых прессов (левого и правого) объединена общей гидравлической системой, изложенная последовательность операций характерна для обеих позиций, но со сдвигом на $\frac{1}{3}$ цикла. Последнее обеспечивает более равномерную нагрузку гиросистемы, так как в каждой позиции совершаются различные по характеру операции, и, соответственно меньшую стоимость гидроустановки.

Для отсасывания пыли из механизма засыпки пресс укомплектован вентиляционной установкой.

Ниже приведена характеристика гидравлического пресс-автомата.

Производительность (шт/ч) при изготовлении плиток:	
облицовочных размером, мм	
150×150×4	4 000
100×100×4	9 000
для пола размером, мм	
150×150×13	3 600
100×100×13	8 230
Продолжительность цикла, с	7,2
Влажность прессуемой массы, %	7—9
Номинальное усилие прессования, тс	320
Давление, кгс/см ² :	
прессования:	
предварительного	50
окончательного	300
в гидросистеме:	
низкого давления	30
высокого давления	200
Мощность, кВт:	
каждого из двух двигателей	14
на электроподогрев	8,76
Подача насоса для линии давления, л/мин:	
низкого	100
высокого	18
Габаритные размеры, мм:	
всей установки:	
длина	5 500
высота	2 115
ширина	2 750
пресса:	
длина	3 015
высота	2 115
ширина	2 470
Масса, кг:	
всей установки	16 650
пресса	14 300

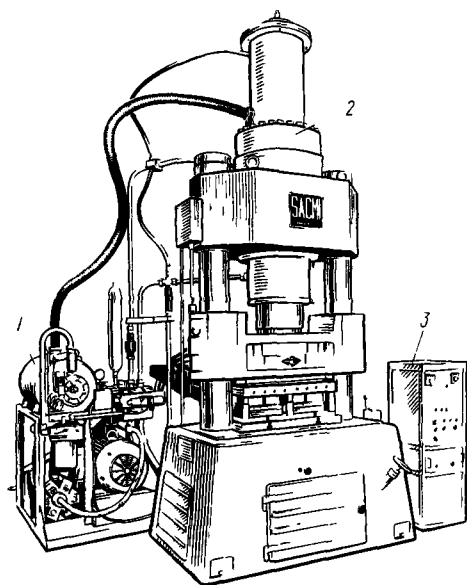


Рис. 187. Гидравлический пресс фирмы «Sacmi»

ных гидравлических прессов, рассчитанных на получение плиток для полов и промышленного применения (толщиной 10 мм и выше) с циклами до 10 прессований в минуту при повышенном давлении, presses этого типа конструируют на двух колоннах. Такая конструкция прессов упрощает их блокировку с устройствами для зачистки плиток, а при необходимости и для их автоматической укладки в стопы.

Пресс фирмы «Sacmi» (рис. 187) рассчитан на 16—19 циклов двукратного прессования в минуту, оборудован гидравлической установкой 1 с устройством для охлаждения масла, подаваемого в цилиндр 2, и аппаратурой 3 для регулирования работы гидроприводов, а при необходимости и для перевода пресса на трех-, четырехстадийное прессование.

Гидравлический пресс, разработанный фирмой «Siti», может дать при прочих равных условиях производительность приблизительно на 20% большую, чем пресс фирмы «Sacmi». Производительность последнего при размерах плиток 150×150 , 100×100 , 200×300 , 300×400 мм составляет соответственно 5760, 8640, 2880, 1440 шт/ч.

Усилие прессования прессов фирм «Sacmi» и «Siti» соответственно равно 250 и 320 тс; количество прессований 16—19 и 12—14 в минуту; мощность привода 43 и 48 кВт; масса 10 700 и 16 500 кг; размеры $2220 \times 1750 \times 3750$ и $2915 \times 1800 \times 3925$ мм (длина $\times$ ширина $\times$ высота).

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ СОРТИРОВКИ И УПАКОВКИ ПЛИТОК

Автомат СМ-801 для сортировки плиток по допускам размеров. Облицовочные плитки после обжига имеют небольшие отклонения размеров (в пределах 2 мм). Сортировка их по допускам позволит уменьшить толщину швов между плитками и улучшить качество облицовки стен и полов.

Ручная сортировка является трудоемкой операцией и в массовом производстве плиток не применяется.

Сортировочный автомат СМ-801 разделяет плитки на группы по длине граней и отбраковывает деформированные плитки в непрерывно-поточном процессе. Автомат рассчитан на выделение четырех групп с гранями 97—98,5 мм; 98,5—100 мм; 100—101,5 мм; 101,5—103 мм и отбраковку изделий с кривизной более 1,5 мм по схеме, показанной на рис.188.

Расположение отдельных устройств дано на общем виде автомата (рис. 189). Автомат состоит из механизма 1 для сортировки плиток по толщине и кривизне, механизма 2 для сортировки по длине граней, транспортера 7 для подачи плиток в автомат, транспортера 3 для подачи отсортированных плиток на упаковку, электродвигателя 4 и шкафа электроприборов 6, смонтированных на станине 5.

Конструкция устройства для сортировки плиток по кривизне и толщине показана на рис. 190.

Плитки подаются из бункера 1 двумя цепями 2 по направляющим к приборам контроля кривизны 3 и толщины 4. Под этими приборами в разрывах направляющих смонтированы срабатывающие закрылки 5, удерживаемые защелками, которые отводятся электромагнитами при прохождении плиток с недопустимыми отклонениями размеров. Освобожденные электромагнитом закрылки поворачиваются под действием веса плитки, которая падает в отводящий лоток 7. В исходное положение закрылки возвращаются пружинами.

Кривизна контролируется тележкой (рис. 191), которая имеет три опорных ролика 1, расположенных по углам равностороннего треугольника, и один измерительный ролик 2, находящийся в центре треугольника. Измерительный ролик закреплен на плече рычага 3; другое плечо его связано с вольфрамовым контактом 4. Контрольный ролик обтянут резиной и смонтирован на шарико-

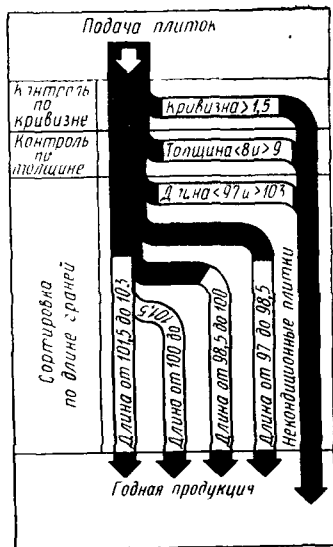


Рис. 188. Схема сортировки плиток по размерам

подшипниках. Кроме того, имеются два сигнальных ролика, аналогичных контрольным устройствам, которые фиксируют момент нахождения плитки на позиции контроля кривизны.

В качестве базы для контроля толщины служат выступ 6 (см. рис. 190) и ролик, действующий по тому же принципу, что и при контроле кривизны. Наличие выступа 6, противостоящего ролику, исключает влияние деформации плитки на точность контроля ее толщины.

По длине граней плитки сортируются на конвейере 1 (рис. 192), цепи 3 которого несут рамки 2. Плитки, отсортированные по толщине и кривизне, подаются по лотку в бункер 4, откуда и захватываются рамками конвейера. Плитки зажимаются в рамках рычагом 5, ролик 6 которого катится по копирной линейке 7. При перемещении рамки с плиткой вдоль копира ролик зажимного рычага проходит по ступенчатым выступам копира. Когда размер зажатой плитки, а следовательно, и отклонение рычага 5 будут соответствовать положению выступа линейки, отвечающего заданному для данной позиции размеру плитки, нажимом выступа на ролик 6 рычага 5 плитка освободится и попадет на лоток 8.

Производительность автомата СМ-801 составляет 9000 шт/ч; мощность электродвигателя 0,18 кВт; габаритные размеры 2260 × 620 × 1060 мм (длина × ширина × высота); масса 400 кг.

Зарубежными машиностроительными заводами для сортировки плиток по размерам выпускались машины разных конструкций.

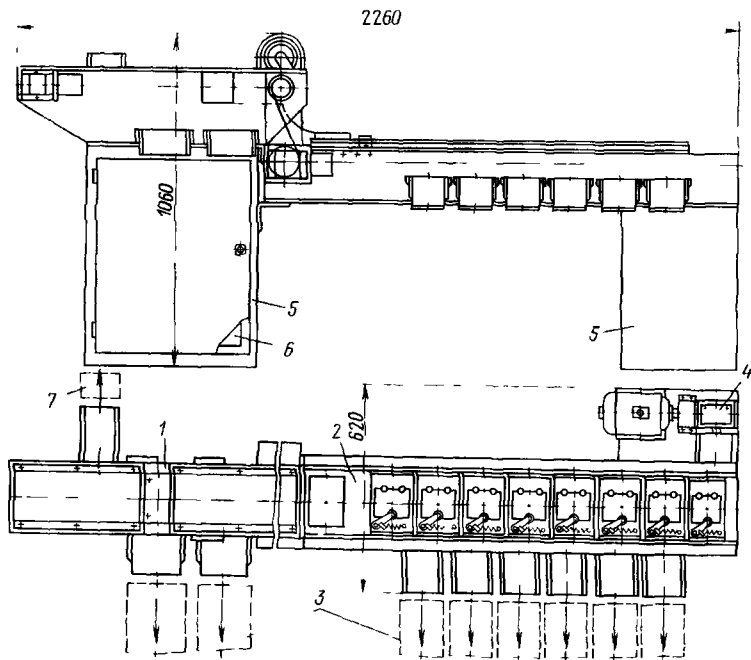


Рис. 189. Автомат СМ-801 для сортировки плиток

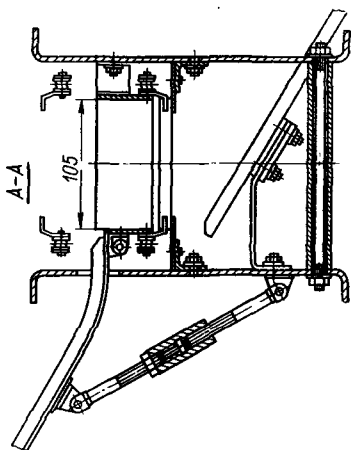
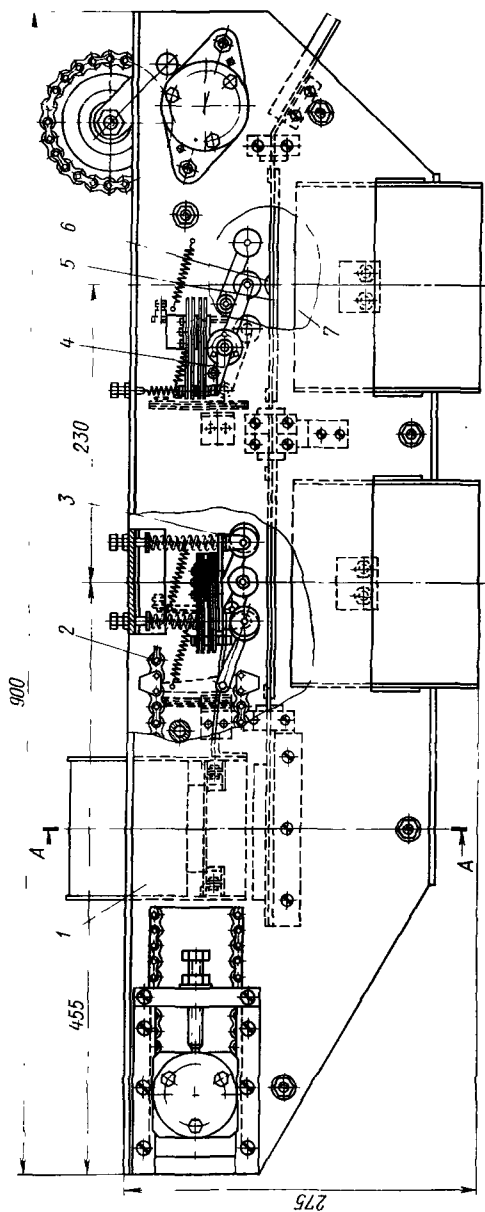


Рис. 190. Установка для сортировки плиток по кривизне и толщине — общий вид

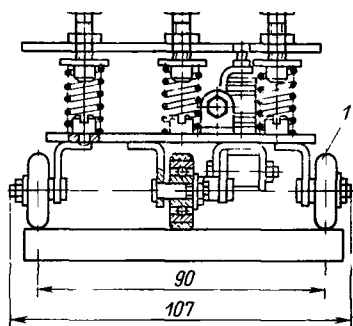
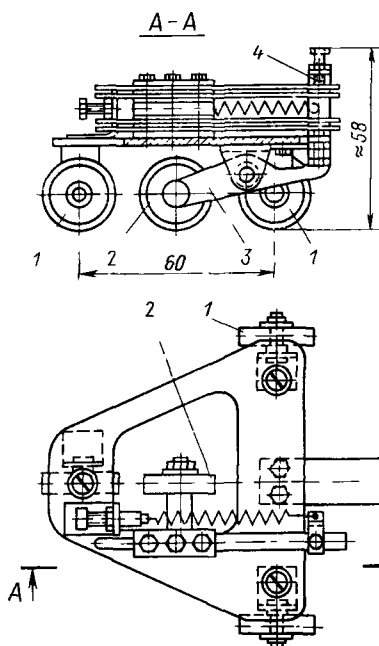


Рис. 191. Тележка для контроля кризиса плиток

Среди них заслуживает внимания машина, изготавливаемая заводом «Thuringia» (ГДР), с клавишным механизмом для маркировки плиток. Машина пропускает при двух занятых рабочих до 3500 плиток в час, приводится электродвигателем мощностью 0,5 л. с., весит 720 кг, имеет длину 3400 мм, ширину 1500 мм и высоту 1000 мм.

Автомат **СМ-860** для упаковки керамических плиток. Упаковка плиток является довольно трудоемким процессом, автоматизация которого на многочисленных керамических заводах должна дать значительный экономический эффект.

Автомат, разработанный ВНИИСтройдормашем, принимает, отсчитывает и набирает плитки в две стопы по 10 шт. в каждой; завертывает две стопы в бумажный пакет, заклеивает и маркирует пакеты. Максимальная производительность, достигнутая при испытании экспериментального образца машины, составила 9000 плиток в час. Первая модель автомата рассчитана на упаковку плиток размерами $100 \times 100 \times 10$ мм.

Автомат работает по схеме, показанной на рис. 193.

Первое звено 10 транспортера снабжено приемной кассетой 9, имеет скорость 0,25 м/с и подает плитки из кассеты в один ряд. Второе звено 8, перемещающееся со скоростью 0,5 м/с, обеспечивает разрыв между плитками, необходимый для срабатывания счетного устройства 7. В конце второго звена установлен отсекающий 6, срабатывающий после отсчета каждой десятой плитки и обеспечивающий паузу в подаче плиток, необходимую для удаления с транспортера стопы. Третье звено 5 транспортера имеет скорость 0,75 м/с и предназначено для образования стопы из десяти плиток в приемной камере стопирующего устройства.

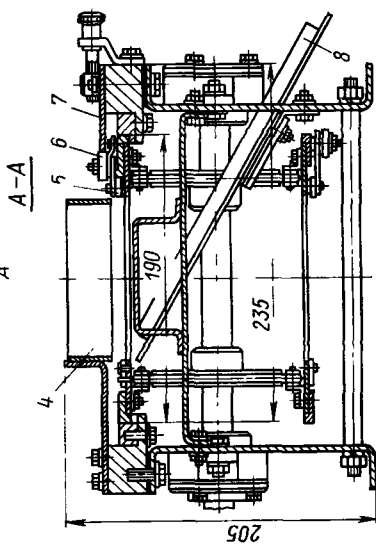
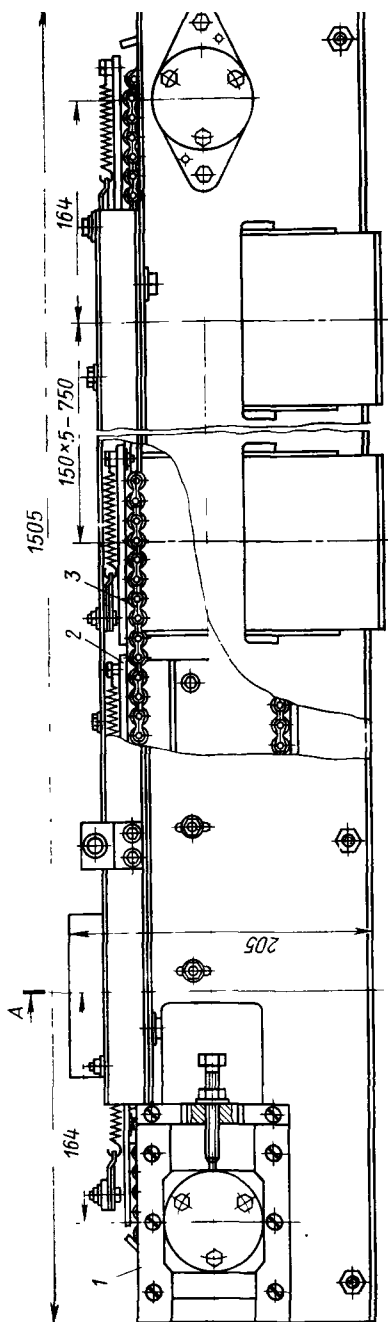


рис. 192. Установка для сортировки плиток по дние граней

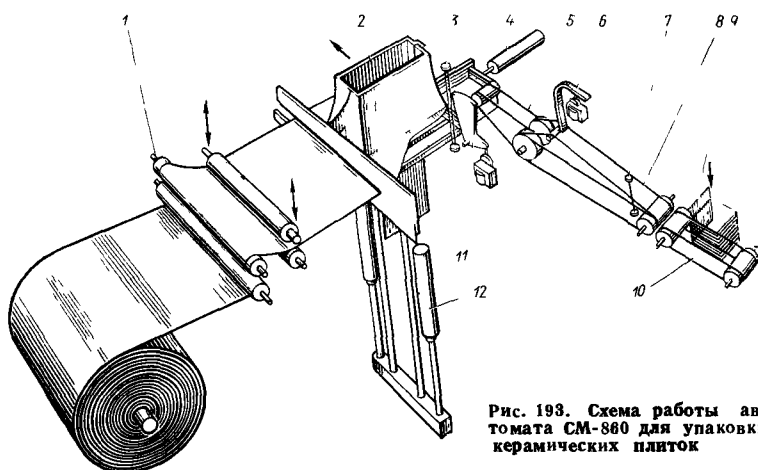


Рис. 193. Схема работы автомата СМ-860 для упаковки керамических плиток

Последнее смонтировано на плите и состоит из гидравлического толкателя 4, приемного столика, разделителя стоп 11, направляющих и фотоэлектрического устройства 3. После накопления десяти плиток на подпружиненном приемном столике разделитель стоп 11, образующий одну из стенок приемной камеры, откидывается и обеспечивает возможность подачи толкателем первой стопки. После возвращения толкателя в исходное положение разделитель стоп 11 замыкает камеру, и камера заполняется вторым десятком плиток. После накопления второго десятка плиток обе стопки подаются толкателем на площадку подъемника 12. Последний выполнен из двух гидроцилиндров, кинематически связанных так, что обеспечивает их одновременное срабатывание при ходе вверх и раздельное опускание.

Подъемник смонтирован на раме автомата и проталкивает стопки плиток с бумагой через профилированную коробку 2 завертывающего устройства. Механизм подачи бумаги смонтирован на отдельной плите и состоит из четырех обрезиненных валков 1, один из которых приводится от электродвигателя через зубчатую передачу. Другой валок — неприводной, подвешен подвижно относительно приводного валка и предназначен для прижатия бумаги к приводному валку при помощи электромагнита.

Устройство для завертывания плиток состоит из профилированной коробки 2, обеспечивающей при подъеме плиток одновременное огибание их бумагой с четырех сторон, механизма торцовых подворотов, одновременно подгибающих бумагу у двух торцов, механизма бокового подворота бумаги и выталкивателя, завершающего операцию заворачивания и передающего готовый пакет на выходной лоток.

Последовательность процесса заворачивания плиток показана на рис. 194. Две смежные стенки профилированной коробки подвижные, чем обеспечивается возможность завертки плиток с не-

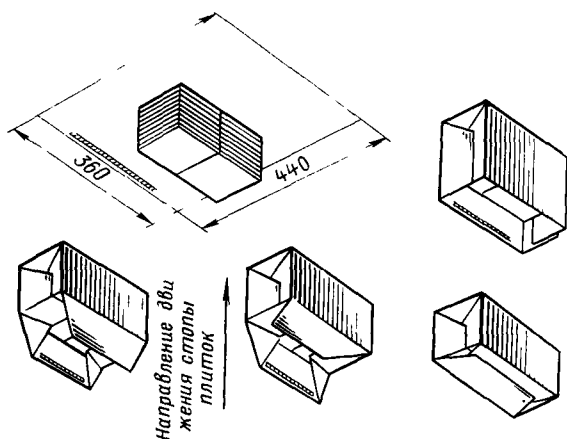


Рис. 194. Схема образования пакета плиток

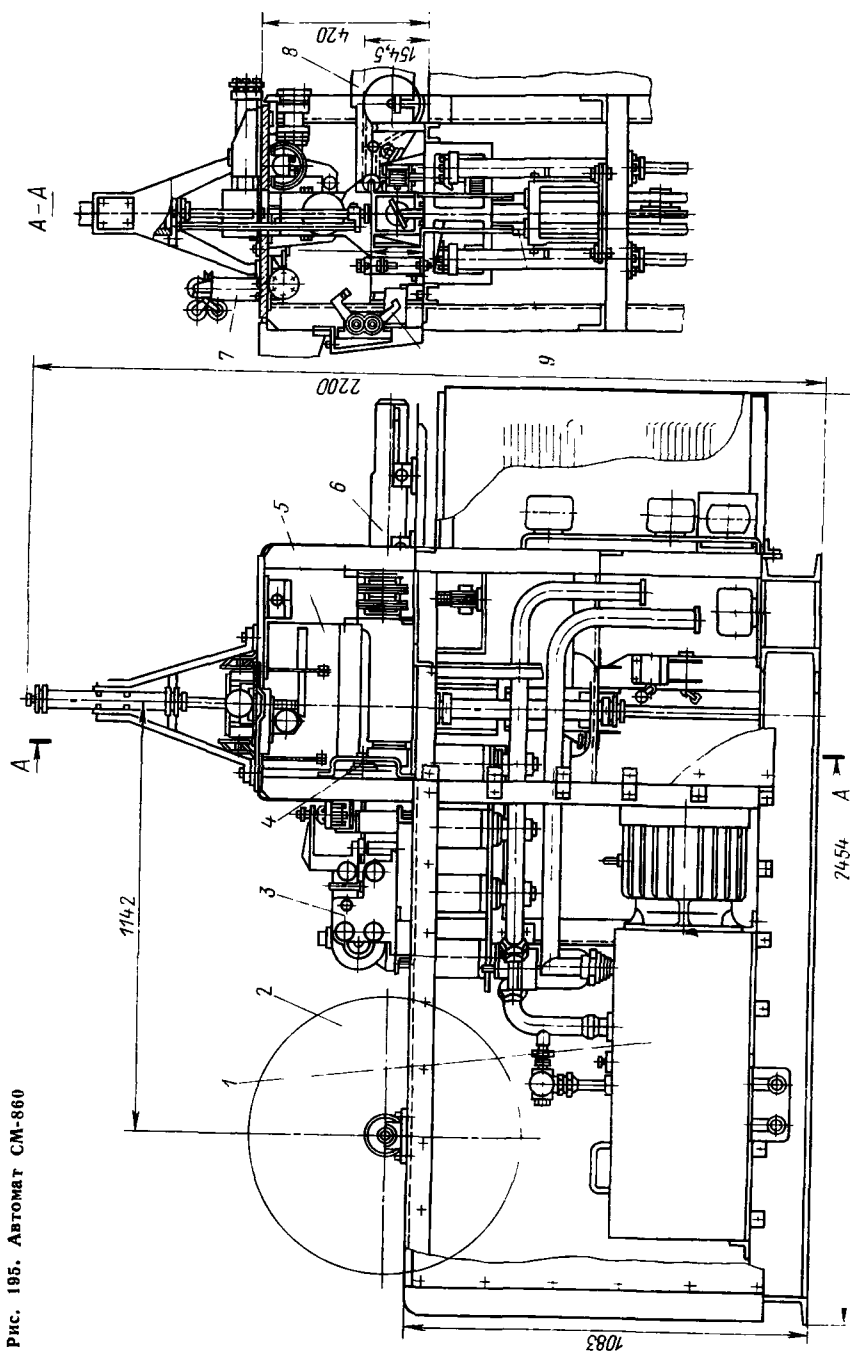
большими отклонениями размеров. Привод механизмов подворотов и выталкивателя — гидравлический. Выходной лоток с электроподогревом для подсушки клея примыкает к плите завертывающего устройства. На последней установлены прижим, обеспечивающий плотность пакета, и печатающее устройство 7 (рис. 195) для маркировки пакетов плиток. Ножницы 4 с гидравлическим приводом смонтированы на раме автомата и отрезают куски бумаги заданных размеров по команде фотоэлектрического устройства.

Гидравлическая аппаратура управления и насосная станция 1 размещены внутри автомата. Электрическая аппаратура управления находится в отдельном аппаратном шкафу. Пульт управления укреплен на раме автомата.

Электрооборудование автомата состоит из электродвигателей для привода насоса, питающего транспортер и механизм подачи бумаги; золотниковых гидрораспределителей с электромагнитным управлением; конечных выключателей и другой электроаппаратуры управления (реле, пускателей, электромагнитов и др.). Электрическая схема автоматического управления механизмами автомата довольно сложная, ее воздействие на механизмы сводится к следующим операциям.

После замыкания рубильника универсальный переключатель переводится из положения «наладка» в положение «автоматическая работа»; при этом срабатывает реле и своими контактами подготавливает к включению электромагнит ножниц 4. Кнопками пускаются электродвигатели насосной станции 1, механизма 3 подачи бумаги из рулона 2 и питающего транспортера 8. Подъемник 9 находится в исходном нижнем положении. Электромагнит зажимает между приводным и не приводным валками бумагу, которая подается под завертывающее устройство 5. Передней кромкой бумага перекрывает луч света, падающий на фотосопротивле-

Рис. 195. Автомат СМ-860



ние, соответствующие реле отключают электромагнит подачи бумаги и включают электромагнит гидрораспределителя, управляющего ножницами 4, которые отрезают бумагу. Питающий транспортер 8 переносит плитки к стопирующему устройству 6. По пути к нему плитки, движущиеся с разрывом, пересекают луч света, падающий на фотосопротивление, и вступает в работу реле счета импульсов, которое после прохождения десятой плитки размыкает цепь.

При помощи фотосопротивления и системы взаимно связанных реле выполняются операции накопления плиток в виде двух стоп и подачи их толкателем под завертывающее устройство 5. После проталкивания двух стоп плиток на пост подъема до упора в торцовую стенку срабатывает конечный выключатель, и через реле включаются электромагниты гидрораспределителей для подъемников 9, которые перемещаются вверх и проталкивают две стопы плиток с покрывающей их бумагой через завертывающее устройство.

Поднявшись в крайнее верхнее положение, подъемник 9 нажимает на конечный выключатель, который при помощи реле включает электромагнит гидрораспределителя, и, таким образом, срабатывает механизм торцового подворота бумажного пакета. В конце рабочего хода рычаг торцового подворота нажимает на конечный выключатель и при помощи реле включает электромагнит гидравлического подъемника 9 для движения вниз. При движении вниз подъемник воздействует на конечный выключатель, и срабатывает механизм бокового подворота пакета. В конце рабочего хода бокового подворота бумаги упор на штоке гидроцилиндра нажимает на конечный выключатель, который при помощи системы реле включает электромагниты гидрораспределителей подъемника и пластин торцового подворота, которые затем возвращаются в исходное положение. При этом рычаг гидроцилиндра торцового подворота нажимает на конечный выключатель, включающий электромагнит гидрораспределителя и выталкиватель подает завернутый в бумагу пакет плиток на подогреваемый лоток.

Производительность автомата СМ-860 при изготовлении плиток размером $100 \times 100 \times 8$ мм составляет 9000 шт/ч; мощность привода 3,67 кВт; размеры без аппаратного шкафа $2450 \times 2410 \times 2200$ мм (длина $\times$ ширина $\times$ высота); масса 1375 кг.

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ И МАШИНЫ ДЛЯ ОТЛИВКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТОНКОЙ КЕРАМИКИ

ОСОБЕННОСТИ ОТЛИВКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ КЕРАМИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

Отливкой в гипсовых формах изготовляют преимущественно керамические изделия, имеющие внутренние полости (например, умывальники, унитазы, бачки и тому подобную санитарно-строительную керамику, а также кислотоупорный и хозяйственный фарфор, фаянс и майолику, которые по форме изделий нельзя заформовать из пластичной массы на полуавтоматах).

Для приготовления жидкой литейной массы (шликера) и ее подачи в литейные цехи применяют описанные ранее мешалки и мембранные насосы, а также кольцевые трубопроводы с разветвленными шлангами и другими несложными приспособлениями для заливки форм. На современных заводах нашли распространение механизированные линии с автоматизированными отливкой, разъемом и сборкой гипсовых форм. Наилучшие результаты дают линии, в которых конвейеры для отливки скомбинированы с непрерывнодействующими автоматическими сушилками. Этим достигается большая экономия рабочей силы и бесперебойность работы оборудования механизированной линии.

Следует отметить два типа конвейерных установок, особенности которых обусловлены размерами и формой изготавливаемых изделий, а также характером процесса их отливки.

Крупные изделия сложной формы отливают в зависимости от их толщины при разных технологических режимах на конвейерных установках с проталкиванием платформ с гипсовыми формами через интервалы времени, соответствующие оптимальной продолжительности основных процессов отливки изделий заданных размеров.

Такие конвейерные литейные установки оборудуют роликовыми замкнутыми транспортерами, гидравлическими толкателями и проходными канальными сушилками, которые при простой конструкции обеспечивают получение изделий высокого качества с незначительным количеством отходов. Ритм передвижения платформ задается обслуживающим конвейер персоналом.

При массовом выпуске изделий ограниченного ассортимента применяют конвейеры более сложной конструкции со стабиль-

ным ритмом передвижения платформ или тележек и механизацией процесса отливки и вспомогательных операций.

Технологию отливки совершенствуют, например, вводя вакуумирование литейного шликера, в связи с чем конструируют новые установки и механизмы и реконструируют действующие на керамических заводах машины.

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ КОНВЕЙЕРНЫЕ ЛИНИИ ДЛЯ ОТЛИВКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

ЛИТЕЙНЫЙ РОЛИКОВЫЙ КОНВЕЙЕР КОЛЬЦЕВОГО ТИПА

Кольцевые роликовые конвейеры имеют самую простую конструкцию, на их сооружение и эксплуатацию требуются минимальные затраты.

Все операции выполняются на одном удобном для работы уровне. Работа конвейера легко координируется с изменением технологического режима отливки (скорости формования, сушки форм). Эти достоинства кольцевых роликовых конвейеров способствовали преимущественному их распространению на зарубежных заводах (США, Финляндия) санитарных изделий.

Типичная установка имеет следующее оборудование: роликовые транспортеры 5 (рис. 196) с двумя параллельными ветвями, соединенными закруглениями из конических роликов; гидравлические или пневматические толкатели 2 для передвижения платформ с гипсовыми формами по прямой и возвратной линиям роликового конвейера; гидравлические или пневматические подъемники 3 для сборки и разборки гипсовых форм, смонтированные на подвесных тележках и перемещающиеся по мере надобности над роликовыми конвейерами; масляные и пневматические выталкиватели 1 для удаления бачков, моек и тому подобных изделий из форм; каналные сушилки 6 для форм, устроенные на возвратной линии роликового транспортера; устройства 8 для очистки и припудривания гипсовых форм и аспирации загрязненного пылью воздуха; роликовый конвейер 7 для обработки (оправки) подвяленных изделий и подачи их к туннельным сушилкам; гипсовые

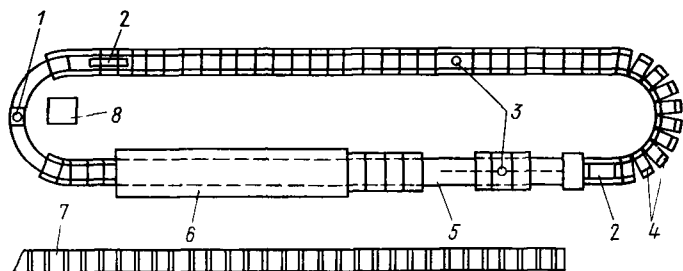


Рис. 196. Литейный роликовый конвейер

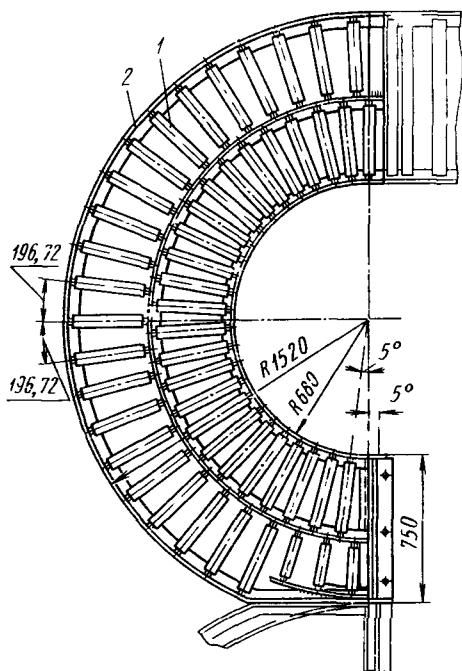


Рис. 197. Радиальная секция роликового конвейера

армированные поддоны 4 для транспортирования изделий на роликовом конвейере.

Радиальные секции замкнутого литейного конвейера собирают из длинных конусообразных роликов или из нескольких рядов корстких роликов 1 (рис. 197), чем облегчается поворот платформ с гипсовыми формами и передача их на обратную ветвь конвейера. Независимо от конструкции радиальной секции, вдоль наружного конца роликов закрепляют полированную стальную шину 2, скользя по которой, платформы с изделиями постепенно поворачиваются на 180° .

МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ КОНВЕЙЕРНЫЕ ЛИНИИ СМ-462 И СМ-461-А

Для более полной механизации основных и вспомогательных операций по отливке санитарных изделий были разработаны конвейерные литейные линии СМ-461-А и СМ-462 для отливки унитазов и умывальников. Они состоят из установок для подачи шликера на отливку по кольцевому шликеропроводу, возврата сливаемого после отливки шликера и перемешивания с вновь поступающим, литейных конвейеров и непрерывно действующих сушилок.

Показанная на рис. 198 схема установки для подачи шликера в литейный конвейер имеет пропеллерную мешалку 8, из которой шликер насосом 9 подается через замкнутый кольцевой шликеропровод 10 в распределительную сеть 11 конвейера. Сливаемый из гипсовых форм 1 отработанный шликер подается под вакуумом через трубу 2, резервуар 4 и трубу 6 в сборник 7. Усредненный по влажности шликер поступает в мешалку 8 и смешивается со свежим шли-

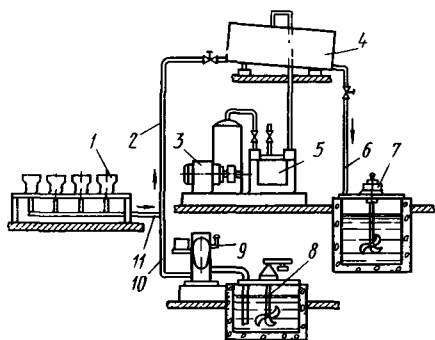


Рис. 198. Установка для подачи шликера

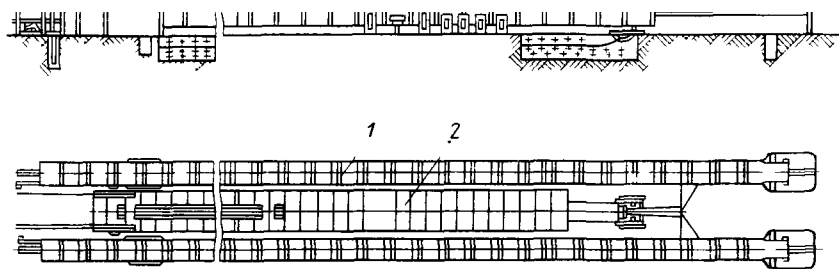


Рис. 199. Модернизированная линия для отливки умывальников

кером из массоприготовительного цеха. Вакуум обеспечивается насосом 5 с мотором 3.

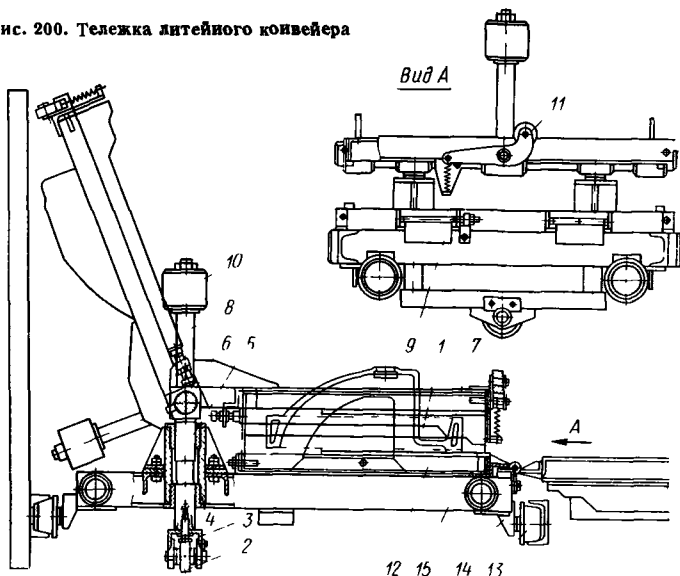
Модернизированная линия СМ-462 (рис. 199) для отливки умывальников состоит из двух самостоятельных ветвей 1 литейного конвейера и расположенного между ними подвального конвейера 2.

Каждая ветвь литейного конвейера имеет свой привод и предназначена для выполнения полного цикла операций: сборки и разборки гипсовых форм, заливки и слива шликера, формования изделий, оправки их тыльной части, подсушки форм.

Конвейер имеет расположенные в двух ярусах пути, по которым перемещаются с заданным ритмом тележки с закрепленными на них гипсовыми формами.

Тележка смонтирована на раме 15 (рис. 200), к поперечинам которой приварены кронштейны 14 с катками 13. Тележка имеет

Рис. 200. Тележка литейного конвейера



две кассеты 12 и 7, в которых закреплены нижняя и верхняя части гипсовой формы 1.

Нижняя кассета соединена с рамой петлями 9 и может поворачиваться при удалении из нижней формы отлитых изделий. На раме тележки установлены направляющие 4 со штоками 5, в приливах которых вращается ось 6. На последней закреплены верхняя кассета 7 и рычаг 8 с роликом 10. На штоках 5 смонтированы кронштейны 3 с роликами 2.

При накатывании на копир роликов 2 кассета 7 и верхняя часть формы приподнимаются, а при накатывании на второй копир ролика 10 — полностью открываются. Перед заливкой верхняя часть формы прижимается к нижней при накатывании на копир ролика 11.

После прохождения по нижним путям тележка передается на верхние, а затем на противоположном конце возвращается на нижние пути при помощи гидравлических подъемников. Механизм, предназначенный для автоматизации заливки шликера в формы, смонтирован на раме 1 (рис. 201) и состоит из рычага 3 с тремя щупами 2 и противовесом 4, электромагнита 5 и крана 6.

При перемещении тележки щупы приподняты. При совмещении с литейными воронками щупы опускаются, электромагнитом 5 открывается кран 6, и шликер заливается в форму.

При достижении заданного уровня шликера в воронке сигнализатор уровня ЭСЦ-1 подается команда электромагниту, выключающему подачу шликера. Механизм съема отлитых изделий работает следующим образом.

Из-за невысокой прочности изделий в сырце их съем с нижней формы выполняется при помощи гипсовой плиты (прикрыши), которая накладывается на изделие и закрепляется прижимами 5 (рис. 202). Затем механизм захвата 2 опускается гидроцилиндром вниз и зажимает нижнюю кассету тележки прижимом 5, располо-

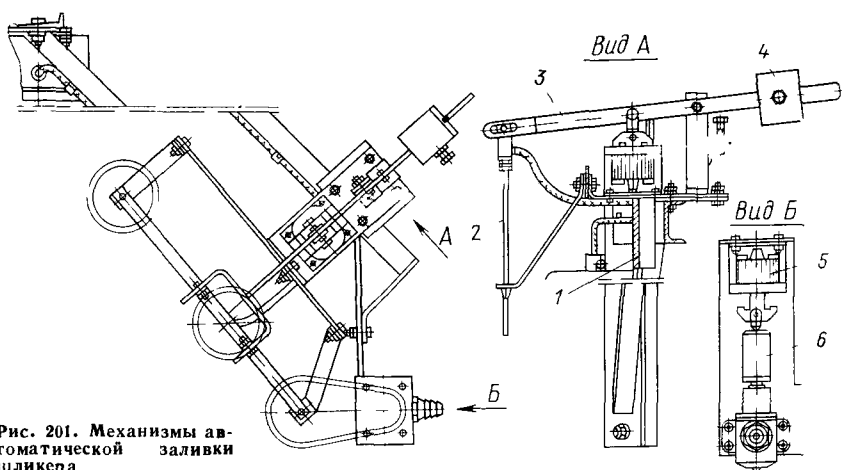


Рис. 201. Механизмы автоматической заливки шликера

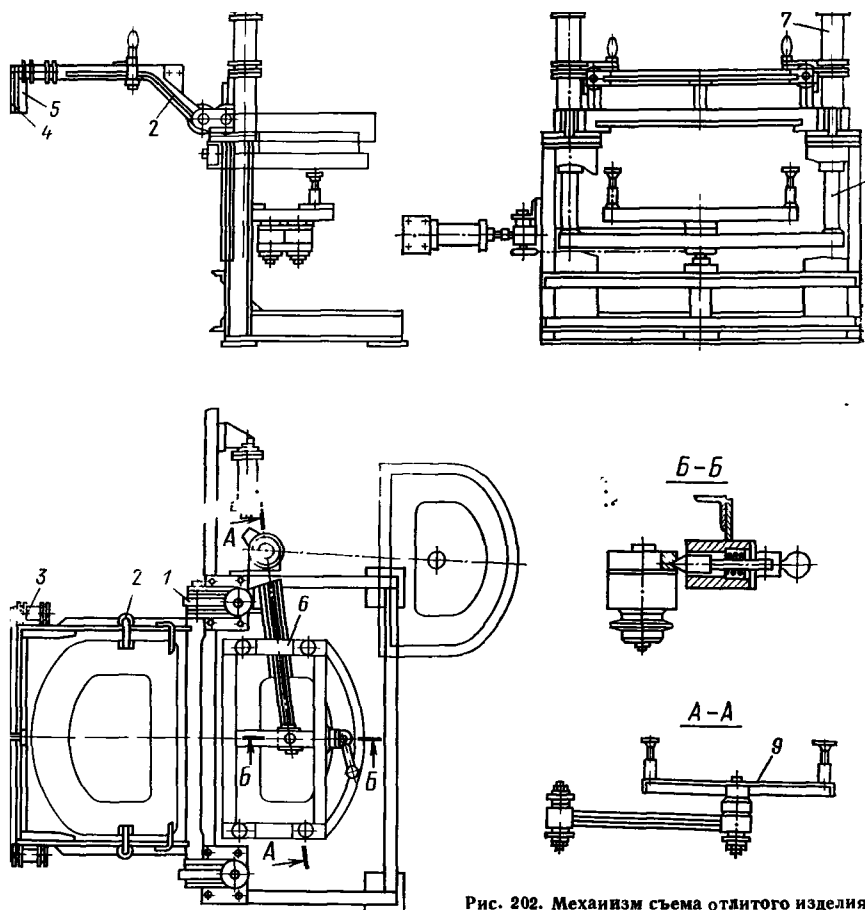


Рис. 202. Механизм съема отлитого изделия

женным на траверсе 4, которая приводится гидроцилиндрами 3. Шток 8 гидроцилиндра 7 имеет на хвостовике зубья, входящие в зацепление с цилиндрической шестерней механизма захвата.

Таким образом гидроцилиндр 7 выполняет поворот механизма захвата и нижней кассеты с формой, изделием и прикрышей на 180° . После освобождения прикрыши от зажимов механизм возвращает нижнюю кассету в исходное положение, а прикрыша с изделием остается на столике 9 для оправки изделия.

Технологические операции на литейном конвейере выполняются в следующем порядке.

На рабочем месте I (рис. 203) производится очистка и обдувка гипсовых форм сжатым воздухом. Затем при перемещении собранных форм ролик верхней кассеты наезжает на копир, и происходит плотный прижим верхней формы к нижней. Рабочий устанавли-

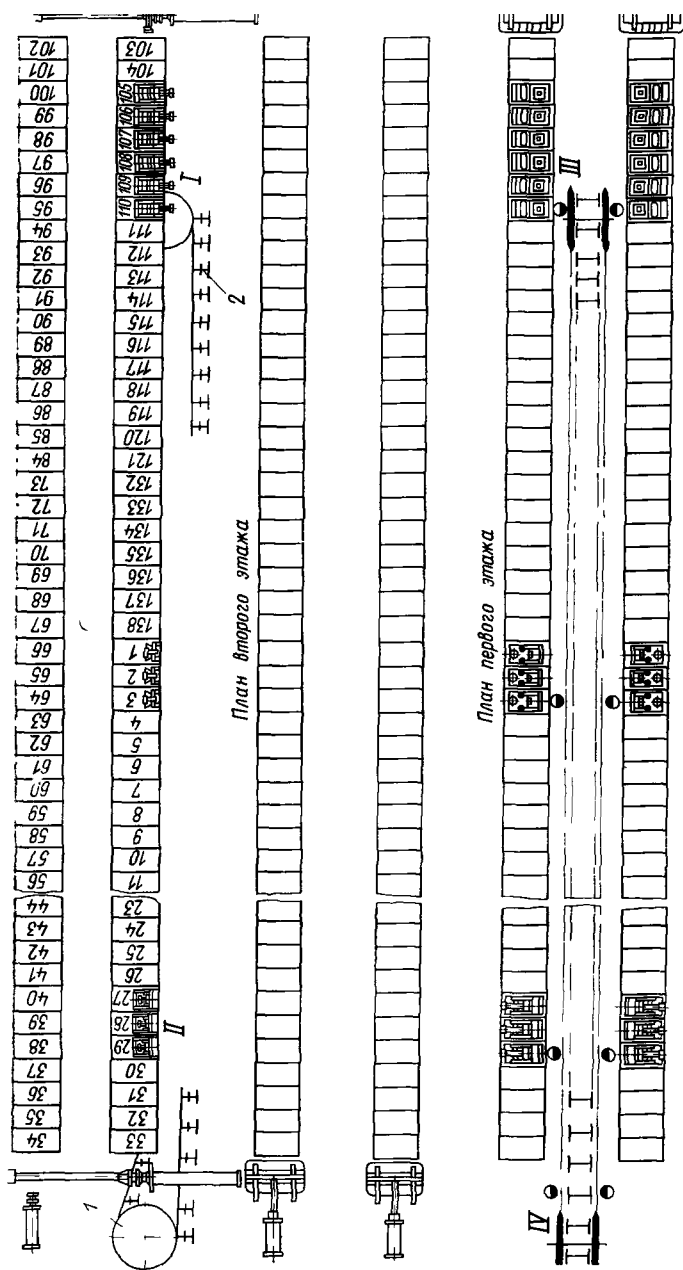


Рис. 203. Схема размещения процессов отливки и сушки в механизированной конвейерной линии

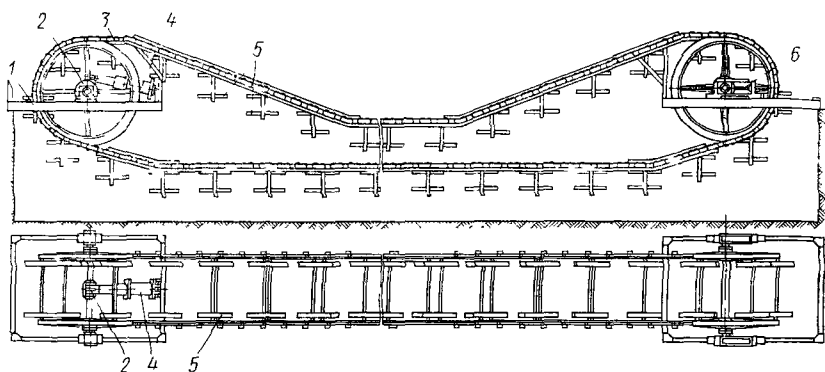


Рис. 204. Люлечный конвейер для предварительной сушки

вает воронки, обмазывает стыки, и после перемещения тележек на следующую позицию производится заливка шликера.

На позициях 27, 28 и 29 рабочего места *II* по окончании формирования изделия (образования на форме плотного слоя заданной толщины) снимают, чистят воронки и укладывают на конвейер *I* для возврата на рабочее место *I*.

Затем производится прочистка отверстий, сливается избыточный шликер, а тележки с отлитыми умывальниками поднимаются на второй ярус и проталкиваются в противоположный конец установки (поз. 34—102) через камеру закрепления изделия.

После того как изделия отделятся от форм и передвинутся к рабочему месту *III*, на позициях 105—110 первого яруса производится съемка с форм и оправка умывальников. После этого умывальники устанавливаются на полки 2 люлечного подвального конвейера *I*.

Освободившиеся формы проходят через камеру сушки (поз. 111—138) и далее технологический цикл повторяется. На рабочем месте *IV*, в конце подвального конвейера умывальники снимаются с прикрыв, подвергаются окончательной отделке и передаются далее на окончательную сушку. Прикрыва возвращается люлечным конвейером к рабочему месту *III* на повторное использование. Люлечный конвейер (рис. 204) имеет роликовую непрерывную цепь 3 с полками 5, натяжную 6 и приводную 1 станции и приводится в движение гидравлическим цилиндром 4 и храповым механизмом 2. Конвейер имеет следующую техническую характеристику: проектная годовая производительность сдвоенной литейной установки при четырехминутном ритме 220—240 тыс. шт.; пределы регулирования ритма 3,5—6 мин; мощность электродвигателей 10,7 кВт; число позиций — 138; число тележек в сдвоенной установке 276; масса металлической части установки 596 000 кг; размеры 6400 × 6600 × 2330 мм (длина × ширина × высота).

Механизированная линия СМ-462-А для производства фарфоровых унитазов, усовершенствованная в некоторых узлах на

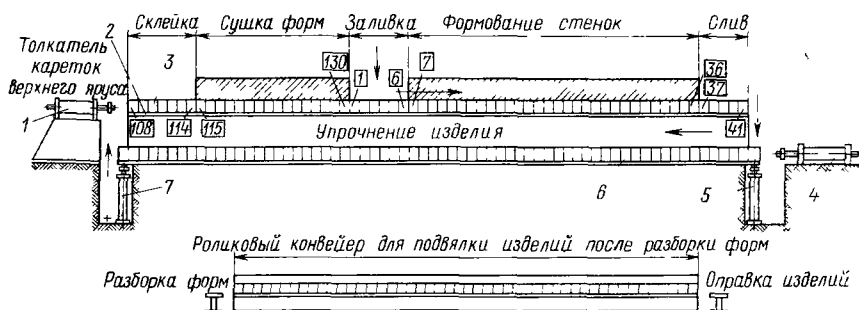


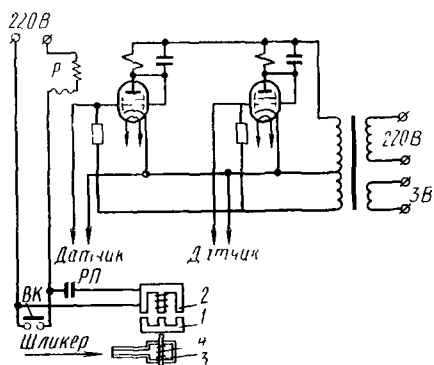
Рис. 205. Литейный конвейер СМ-462-А (модернизированный)

Славутском заводе «Стройфарфор», в основном состоит из двухъярусного литейного конвейера, в котором автоматизированы наиболее тяжелые технологические операции и изготавливаются изделия сложной формы. Конвейер состоит из кареток 3 (рис. 205) с механизмами для сборки и разъемки сложных гипсовых форм. В верхнем ярусе каретки 3 периодически передвигаются с заданным ритмом гидравлическим толкателем 1 по рельсовым путям 2, при этом собираются и сушатся формы, заливается в них шликер, формируются стенки изделия, сливается избыточный шликер из форм. Затем каретки с двумя комплектами форм гидравлическим снижателем 5 передаются к нижнему ярусу конвейера и перемещаются толкателем 4 по рельсовым путям 6 в обратном направлении.

На этом ярусе (ветви) конвейера происходит упрочнение стенок изделия из-за снижения влажности фарфоровой массы, отложившейся на поверхности форм. Затем каретки с формами поднимают подъемником 7. Ритм перемещения кареток в зависимости от состава и свойств используемой фарфоровой массы задается в среднем около 4 мин. На каждой каретке в специальных каркасах закреплено по два комплекта форм, что дает возможность сдвигать, раздвигать и поворачивать каркасы вокруг оси, механизировать сборку форм и автоматизировать их разъемку. На конвейере установлены две камеры для сушки пустых форм и подогрева их горячим воздухом при упрочнении изделий на нижнем ярусе конвейера.

Заливка шликера автоматизирована с использованием электромагнитного золотника (поз. 1, 2, 3 на рис. 206), управляемого конечным выключателем ВК, электронным реле Р и промежуточным реле РП. Выключатель ВК включает, как показано на схеме, ток в электромагните 2, якорь 1 поднимает золотник 3, открывающий подачу шликера в формы, пока уровень шликера не достигнет контактов датчика. При этом щупы датчика погружаются в шликер, замыкается цепь реле Р, срабатывает реле РП, выключается ток в электромагните, золотник 3 опускается пружиной 4 и переключает клапан шликеропровода.

Рис. 206. Схема работы электромагнитного золотника для автоматической заливки шликера



В результате освоения литейного конвейера уточнены режим его работы и количество позиций, на которых находятся каретки при выполнении отдельных технологических операций, и соответственно их продолжительность; сборка и заливка форм — 6 позиций, 25 мин; формирование стенок изделия — 25—34 позиции, 1 ч 40 мин; сушка форм при температуре 58—65° С — 16 позиций, 1 ч 10 мин; слив избыточного шликера — 10—12 позиций, 40 мин; упрочнение изделия — 65 позиций, 4 ч 20 мин; склейка деталей и обрезка кольца — 7 позиций, 28 мин; разборка гипсовых форм — одна позиция, 4 мин. На участке упрочнения изделий и в камере сушки форм установлены дополнительные воздуховоды 7, 8, 1, 2, 5, 6 (рис. 207), которые подают воздух из зоны охлаждения туннельной печи в отверстия гипсовых форм 3, 10, закрепленных на каретках 4 и 9 верхнего и нижнего ярусов конвейера.

Для устранения простоев конвейера при замене износившихся гипсовых форм новыми сконструирована передаточная тележка 1 (рис. 208), на которую устанавливается каретка 3 с новой формой. Каретка 2 со старыми формами выкатывается на передаточной тележке 1 на запасный путь, а каретка 3 с новыми формами зака-

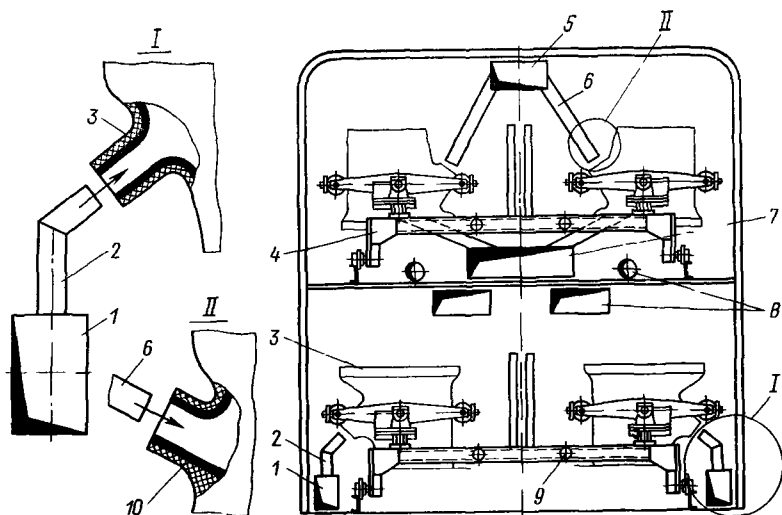


Рис. 207. Устройство для распределения горячего воздуха в сушильной камере конвейера

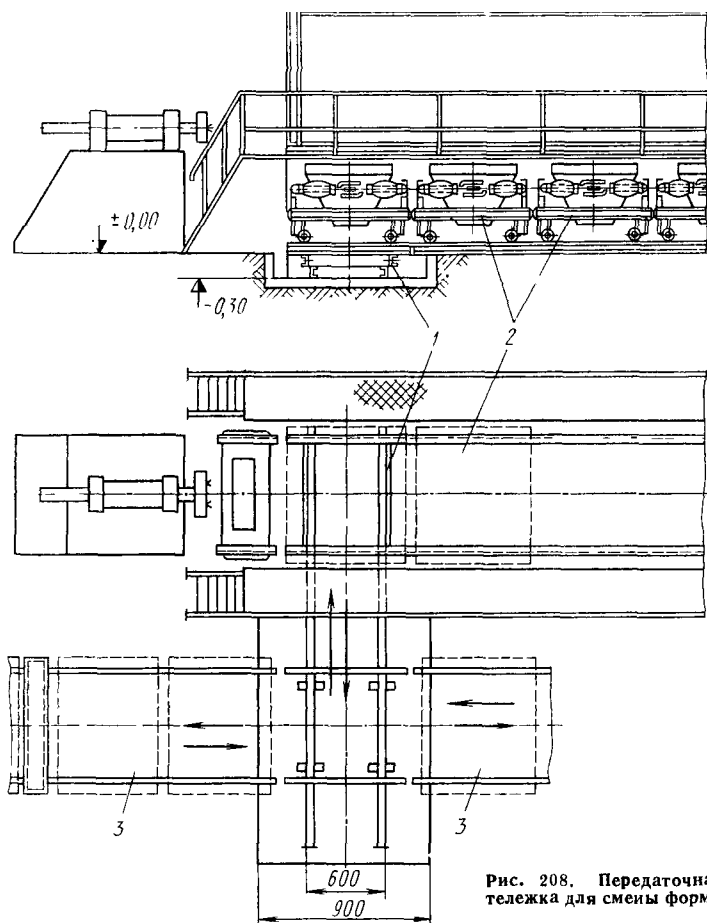


Рис. 208. Передаточная тележка для смены формы

тывается на ее место. Таким несложным устройством операция смены форм завершается в период паузы между очередными проталкиваниями кареток без простоя конвейера.

Производительность конвейера СМ-461-А составляет 200—220 тыс. шт./год; длина конвейера 58 м; цикл толкания кареток 3,5—4 мин; температура сушки форм 60—70° С; влажность форм до сушки 15—20%, после сушки 6—10%; влажность изделий, вынутых из форм, 20—22%.

Механизированные линии по изготовлению полуфарфоровых и фарфоровых унитазов исследовали в НИИСтройкерамике и заводских лабораториях. В результате разработали на основе технологической схемы конвейера СМ-461-А и по рекомендациям Гипростройматериалов новый конструктивный вариант литейно-подвальной конвейерной механизированной линии СМ-210.

Конвейер предназначен для отливки в гипсовых формах, подвояливания и обработки унитазов козырькового типа «ком-пакт» по ГОСТ 9155—73, козырькового и тарельчатого по ГОСТ 14355—69.

Механизированная линия состоит из литейного и подвоялочного конвейеров (рис. 209) и кареточной сушилки СУ или СМК-219.

Литейный двухпоточный двухъярусный кареточный конвейер оборудован гидравлическими толкателями и подъемниками, осуществляющими пульсирующее перемещение кареток с формами по рельсовым путям, подъем и опускание их с одного яруса на другой.

В каретке закреплена одна форма вместо двух в конвейере СМ-461-А.

В соответствии с технологической схемой на верхнем ярусе расположены камера сушки форм, позиции сборки, заливки форм, формования стенок изделия, слива шликера, разборки форм и передачи изделий с литейного конвейера на подвоялочный.

Подвоялочный двухъярусный цепной конвейер расположен параллельно литейному. По нижней его ветви на поддонах перемещаются унитазы, по верхней возвращаются поддоны. В конце подвоялочного конвейера для облегчения труда оправщиц предусмотрены кантователи.

После анализа работы конвейеров СМ-461-А и СМ-462-А была принята двухпоточная схема литейной части конвейера с расстановкой рабочих между двумя потоками. Такая компоновка позволяет работать на одной из ветвей конвейера при остановке другой в случае ремонта или профилактики, разделить операции первичной разборки форм по квалификации и улучшает обслуживание механизмов конвейера.

Гидравлические и электрические схемы предусматривают раздельную независимую работу потоков конвейера.

Как показал опыт эксплуатации литейных конвейеров СМ-461-А, оправка изделий перед подвоялкой снижает производительность линии. В проекте предусмотрена автоматизация этого процесса, перекомпоновка оправочных столиков с механизмами передачи, что уменьшит потери времени на этом рабочем месте.

Для облегчения труда оправщиц сконструирован механизм кантования.

Из-за сокращения ритма работы конвейера созданы механизмы, обеспечивающие автоматизацию или механизацию отдельных ручных операций по разборке и сборке форм. Для уменьшения потерь шликера разработана установка для его вакуум-слива. Расширено число позиций автоматической заливки, что дает более широкий диапазон применения шликеров различных составов. В конвейере предусмотрено автоматическое регулирование теплотехнических устройств в сушильных камерах.

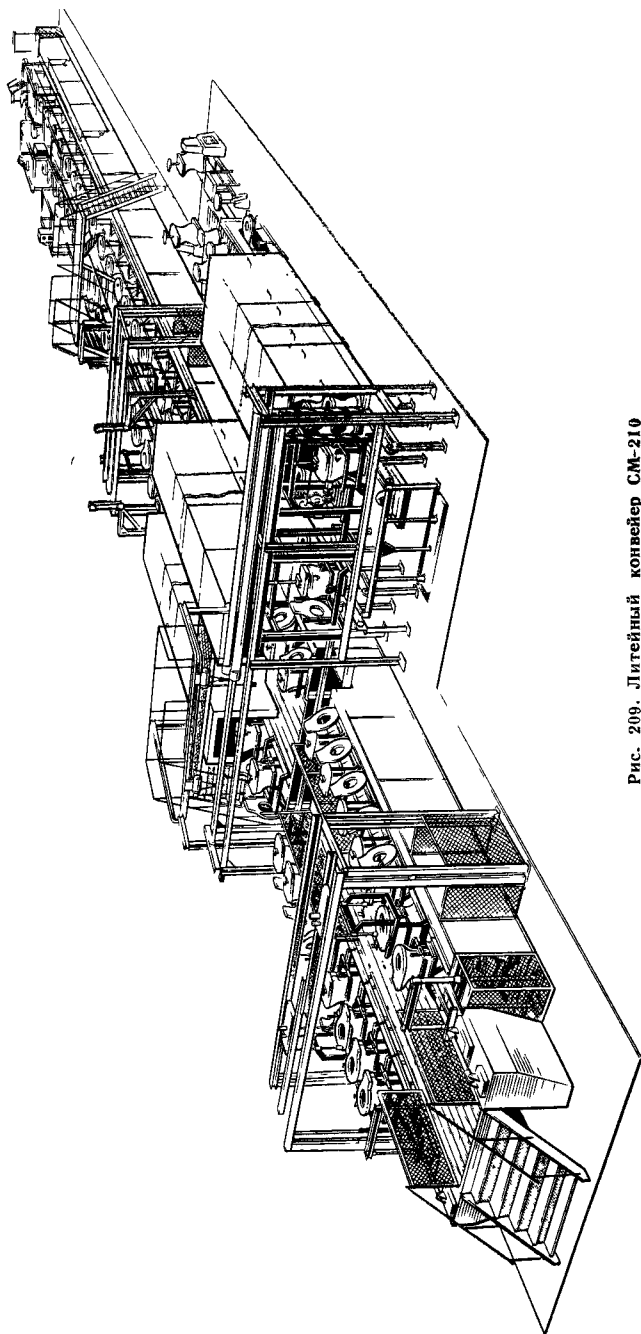


Рис. 209. Литейный конвейер СМ-210

Техническая характеристика конвейера СМ-210 приведена ниже.

Производительность за смену (8 ч), шт.	384
Ритм, с	150
Режим работы	Двухсменный
Привод	Электро- гидравлический
Число рабочих, выполняющих все операции на линии СМ-210	13—15
Количество теплоносителя, подаваемого в камеру. кг/ч	34 100
Конечная влажность изделия, %	18
Количество испаряемой влаги в камере, кг/ч:	
сушки гипсовых форм	105
закрепления изделия	47,4
подвялочной	22
Общий расход тепла на сушку изделий и форм, ккал/ч	57 800
Расход сжатого воздуха, м ³ /ч	1,5
Мощность, кВт:	
установленная (без вакуум-установки)	41,5
вакуум-установки	22
Габаритные размеры, м:	
длина	100 600
ширина	11 000
высота	6 655
высота от нулевой отметки	4 470
Масса, кг:	
без вакуум-установки	120 000
с вакуум-установкой	121 224

Механизированная конвейерная сушилка СМК-219 состоит из сушильной камеры, кареточного конвейера, механизмов загрузки, разгрузки и проталкивания кареток подъемного стола, электро- и гидрооборудования, теплотехнического оборудования, приборов контроля и автоматики.

Внутри сушильной камеры, разделенной на ярусы горизонтальными перегородками, в направляющих из швеллеров перемещаются каретки с установленными на них изделиями. У одного торца сушильной камеры расположен механизм загрузки, на гидравлическом подъемном столе которого размещен горизонтальный гидроцилиндр для проталкивания загруженных кареток, а у другого торца находится механизм разгрузки с подъемным столом для съема изделий. Сбоку камеры установлены площадки с двумя вентиляционными установками. Последние при помощи калориферов и разводящих воздухопроводов создают в камере циркуляцию воздуха с заданными параметрами.

Установку на каретку и отбор высушенных изделий выполняют вручную. Остальные операции: подъем кареток с изделиями на рабочие ярусы, проталкивание их по ярусам, спуск и передача толкающим конвейером на стол для съема, возврат кареток по нулевому ярусу производятся автоматически, в заданной последовательности и ритме. Ритм проталкивания зависит от срока сушки изделий.

В сушильной камере организованы две зоны сушки. Сушка осуществляется по принципу противотока. Первая зона предусматривает мягкий режим сушки (при температуре 30—35° С от 16—18% до 8—10% влажности изделий). Во второй зоне с температурой теплоносителя на входе 100—110° С изделия высушиваются до влажности около 1%.

Сушилка обогревается горячим воздухом, отбираемым из зоны охлаждения печей, а при недостатке отработанного в печах воздуха — калориферами КФБ-7. Для предотвращения подсоса в сушилку холодного воздуха со стороны загрузочного конца имеется воздушная завеса из отработанного теплоносителя с температурой 30—35° С. Заданные температура, влажность и давление в каждом рабочем ярусе поддерживаются автоматически.

Сушилка СМК-219 является конструктивным вариантом сушилок СУ-1 и СУ-2 с некоторым усовершенствованием на основе результатов эксплуатации.

Производительность сушилки составляет 29 шт/ч; время сушки унитазов и умывальников 18 ч, сливных бачков 30 ч; удельный расход теплоты 2580 ккал/ч; размеры 34 870 × 4250 × 5310 мм (длина × ширина × высота от уровня пола); масса сушилки — не более 5230 кг.

МАШИНЫ ДЛЯ ОТЛИВКИ МЕЛКИХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПАРАФИНОВОГО ШЛИКЕРА

Изделия из тощих керамических масс, не имеющих в составе пластичных глин, отливают в стальных формах из термопластичного парафинового шликера под давлением.

В лит.йных машинах и полуавтоматах выполняются следующие процессы: приготовление горячего шликера из минеральных составляющих и пластификатора (парафина и поверхностно-активных веществ); вакуумирование шликера; заполнение форм шликером под давлением; твердение изделий; разборка форм и удаление из них изделия; сборка форм.

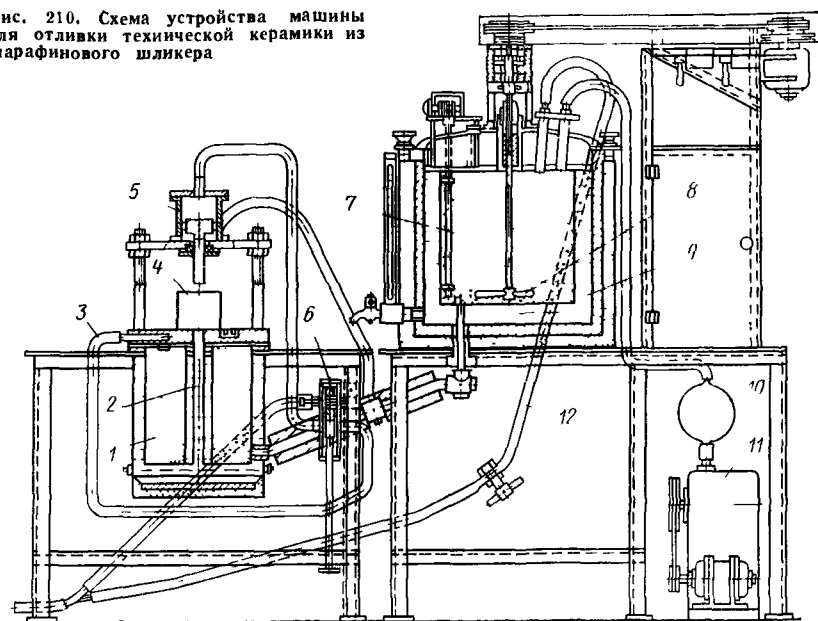
Приготовление шликера с заданной температурой и его вакуумирование производятся в пропеллерной мешалке 7 (рис. 210), винт 8 которой приводится от электромотора через клиноременную передачу.

Температура шликера поддерживается в заданных пределах водяным термостатом 9 с электрообогревом.

Вакуумирование шликера выполняется вакуум-насосом 11, который через ловушку 10 присоединяется к герметически закрытой мешалке 7. Готовый шликер по обогреваемой трубе подается в напорный бачок 1 под давлением сжатого воздуха, который по трубе 12 нагнетается в мешалку 7.

Температура шликера в бачке 1 и трубке 2, питающей прессформу, также поддерживается водяным термостатом с регулируемым электрообогревом. Стальная форма 4 (при отливке мелких

Рис. 210. Схема устройства машины для отливки технической керамики из парафинового шликера



изделий — многогнездная) прижимается к крышке напорного бачка поршнем при подаче сжатого воздуха в цилиндр 5. Форма заполняется керамическим парафиновым шликером через отверстие в нижней части трубки 2 при подаче сжатого воздуха в верхнюю часть бачка 1 через трубку 3.

Управление подачей сжатого воздуха для прижима форм 4 и подачи в них шликера выполняется золотниковым распределительным устройством 6.

Полуавтомат ЛПГ-55 предназначен для отливки технической керамики из чистых окислов и соединений на основе парафинового шликера. В полуавтомате отливают изделия сложной конфигурации с полостями и отверстиями для крепежных деталей в стационарных, съемных, безлитниковых и других стальных формах. Температура вакуумированного шликера поддерживается автоматически в заданных пределах. Предусмотрены приспособления, обеспечивающие безопасность работы.

Полуавтоматы ЛПГ-55 и ЛАГ-1 имеют производительность при одnogнездной форме до 600, а при многогнездной до 7000 шт/ч; мощность привода 1,5 и 2 кВт; наибольшие размеры отливок 100×250 и $120 \times 60 \times 110$ мм; давление при отливке 3—15 и 3—6 атм.

АВТОМАТЫ, ПОЛУАВТОМАТЫ И МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ ДЛЯ ГЛАЗУРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

МЕТОДЫ ГЛАЗУРОВАНИЯ ФАРФОРОВЫХ И ФАЯНСОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Процесс глазурирования заключается в нанесении глазурной суспензии, которая, отдавая часть влаги капиллярам изделия, образует на его поверхности тонкий достаточно прочный слой, не стирающийся при дальнейшей обработке. Глазурирование в зависимости от формы изделий выполняется обычно окунанием или обливанием изделий жидкой глазурью, реже пульверизацией. Распыленная глазурь образует на поверхности изделия слой, который при скоростных режимах обжига не дает достаточно блестящего зеркального покрытия. Устройство кабин с местной вентиляцией и компрессорной установкой усложняет конструкции глазуровочных установок, что является недостатком этого способа, поэтому пульверизацией глазурируют преимущественно тонкостенные изделия, не подвергающиеся предварительному обжигу и размокающие при погружении в жидкую глазурь.

В местах, покрытых пылью, глазурь не прилипает к поверхности изделий, получают дефекты, так называемые «плешины» и «сборка» глазури, поэтому изделия перед глазурированием подвергают очистке от пыли (обдувке). Этот процесс на керамических заводах выполняется механическими или ручными щетками, спутным обдуванием сжатым воздухом в пылеотсасывающих камерах. Для очистки фаянсовых плиток, тарелок и блюдец, отличающихся после первого обжига высокой прочностью, применяют вращающиеся щетки с отсасывающей пыль вытяжкой. Менее прочные изделия очищаются в пылеобдувных камерах при помощи сжатого воздуха и ручных щеток. На заводах полуфарфоровой и фаянсовой посуды для очистки от пыли тарелок, блюдец, разных плоских, а также полуглубоких изделий типа салатника применяют конвейерные полуавтоматы. Изделия подаются конвейером в камеру, где чистятся струей воздуха и вращающимися щетками. Пыль удаляется из камеры вытяжной вентиляцией. Применение чистильных автоматов повышает производительность труда приблизительно в 4 раза по сравнению с ручной чисткой сжатым воздухом. Изделия, выходящие с чистильного автомата, целесообраз-

разно направлять непосредственно в глазуровочные автоматы, при этом устраняются перекладка их в стопы, ящики и получающийся при этом бой продукции.

В некоторых местах изделия не должны покрываться глазурью во избежание приплавления их при обжиге к специальным подставкам или капселям. Для этой цели опорные поверхности покрывают перед глазурованием масляным слоем или зачищают (удаляют) глазурный слой в нужных местах после глазурования.

Использование полуавтоматов и автоматов дает сокращение расхода рабочей силы, экономии площади на этом участке производства и устраняет необходимость погружения рук в глазурную суспензию, неизбежного при ручном глазуровании. Наибольшее применение глазуровочные полуавтоматы получили в производстве фаянсовых плиток, технического фарфора и фаянса, фарфоровой и фаянсовой посуды.

Первые машины, предложенные для глазурования посуды методом погружения, давали менее ровный слой глазури на изделиях, чем при ручном глазуровании. Этот недостаток первых конструкций полуавтоматов сдерживал механизацию процесса глазурования. Дальнейшее развитие техники в этой области привело к широкому внедрению полуавтоматов и автоматов разных конструкций.

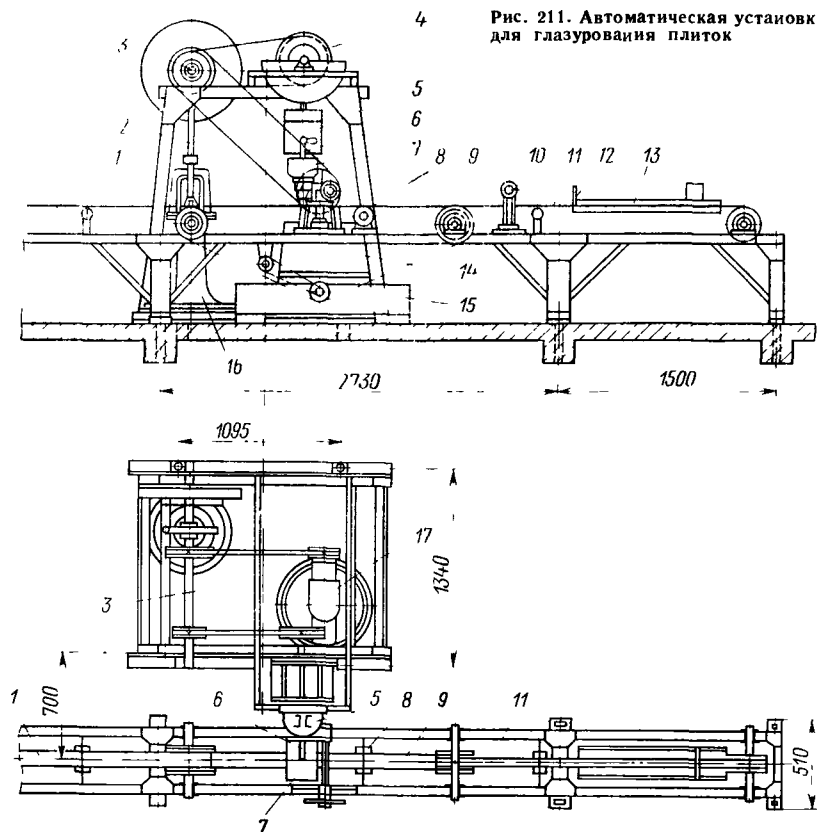
Методом пульверизации можно глазуровать изделия не только предварительно обожженные, но и до обжига, если они тщательно высушены. Глазурование методом пульверизации облегчает переход от двукратного к однократному обжигу в производстве плиток, тарелок и других изделий, что дает значительную экономию топлива, рабочей силы и капселей. Глазуровочные машины по конструкции подразделяются на две группы — конвейерные и карусельные.

АВТОМАТ ДЛЯ ГЛАЗУРОВАНИЯ ФАЯНСОВЫХ ПЛИТОК ОБЛИВАНИЕМ

Конвейерные установки для глазурования изделий методом обливания различаются по конструкции отдельных узлов, которые приспособляют к форме и другим особенностям глазуруемой продукции. Общим для всех видов конвейерных глазуровочных машин является использование в одном агрегате конвейера из тросов, цепей или узких стальных лент магазина для подачи изделий на конвейер, глазуровочного устройства, сборников и насоса для возврата стекающей избыточной глазури в глазуровочное устройство.

Автомат для глазурования методом обливания, используемый в производстве плиток и других видов облицовочной керамики, работает следующим образом. Глазурь подается в резервуар 14 (рис. 211) и поддерживается во взвешенном состоянии мешалкой 17, приводимой ременной передачей от общей трансмиссии 3. От этой же трансмиссии при помощи эксцентрика и штока 2 приво-

Рис. 211. Автоматическая установка для глазурования плиток



дится мембранный насос 16, подающий глазурь из резервуара 14 во вращающееся сито 4. Глазурь, очищенная ситом от волокон и других случайных загрязнений, попадает самотеком в напорный бачок 5 и через кран 6 в питатель 7, из которого вытекает в виде тонкой ленты. Питатель 7 состоит из суживающегося резервуара, имеющего внизу щель, расположенную перпендикулярно направлению движения плиток, и регулирующее устройство для подачи глазури в соответствии с пористостью изделий. Ширина щели, а следовательно, и количество вытекающей глазури регулируются винтовым механизмом, управляемым штурвалом. Подача глазури из напорного бачка 5 в питатель 7 регулируется краном 6 в соответствии с установленной подачей глазури на плитки.

Бачок 5 имеет сливную трубу, по которой избыток глазури стекает обратно в резервуар 14. Плитки подаются двумя ленточными транспортерами 11 и 1 и канатным транспортером 9. Транспортер 11 имеет приспособление для укладки плиток, состоящее из двух планок 13, ограждающих ленту транспортера с боков, и щитка 12, приподнятого над лентой на толщину одной плитки. Благодаря этому устройству из стопы плиток, уложенной на ленту между

планками 13, транспортер увлекает поочередно нижние плитки в виде сплошного потока. Перемещаясь в сторону канатного транспортера 9, плитки проходят под вращающейся щеткой 10 и очищаются от пыли. Транспортер 9 имеет меньшую скорость, чем транспортер 11, поэтому плитки на стыке этих транспортеров сближаются вплотную. Далее они проходят сплошной лентой и облицовываются глазурью. Избыток глазури стекает через боковые кромки плиток в расположенный ниже чан 15. Для предохранения боковых кромок от покрытия глазурью в первых конструктивных вариантах они смазывались нагретым парафином при помощи специальных войлочных валиков 8. Для повышения качества плиток покрытие парафином в дальнейшем заменили удалением глазури при помощи стальных пружинных скребков. Подсушивают глазурный слой на ленточном транспортере 1.

Производительность машины определяется скоростью транспортеров, которая обусловлена продолжительностью впитывания влаги пористой плиткой и подсыхания глазурного слоя, и достигает 20 000 плиток в час.

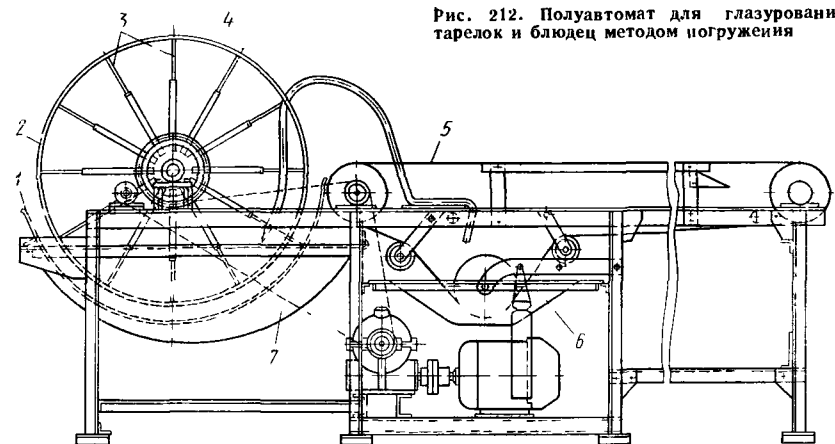
ПОЛУАВТОМАТ ДЛЯ ГЛАЗУРОВАНИЯ ТАРЕЛОК И БЛЮДЕЦ МЕТОДОМ ПОГРУЖЕНИЯ

На Дмитровском фарфоровом заводе для глазурования тарелок и блюдец применяется карусельная машина, разработанная В. М. Паниковым. Эта машина отличается простой конструкцией и надежна в эксплуатации. Основным рабочим органом машины является вращающееся над глазурной ванной проволоочное колесо 2 (рис. 212) с двумя рядами спиц 3, выступающими над ободом в виде коротких штырей 4. Штыри обтянуты трубчатой резиной и служат опорой для установки изделий, подлежащих глазурованию. При непрерывном вращении колеса блюдец или тарелка, поставленные краем на штыри, скользя по направляющим 1, опускаются в ванну 7 с глазурью, подхватываются затем вслед идущей парой штырей и выносятся на короткую транспортерную ленту 5. Последняя непрерывно промывается водой, проходя через ванну 6.

При выходе изделия из глазурной ванны на внутренней его поверхности задерживается избыток глазури. Во избежание образования натеков избыток глазури сдувается сжатым воздухом двумя последовательно расположенными соплами 8, укрепленными на пути движения изделия из ванны с глазурью. Ванна 7 наполняется глазурью систематически по шлангу из бачка, расположенного выше уровня глазури в ванне.

Перед глазурованием тарелки и блюда подаются транспортером 1 (рис. 213) в кабину 2, где вращающейся щеткой под действием сжатого воздуха очищаются от пыли, а затем транспортером 3 подаются в глазуровочный полуавтомат 4. От него тарелки и блюда перемещаются транспортером 5 на конвейер для загрузки

Рис. 212. Полуавтомат для глазурования тарелок и блюдец методом погружения



От компрессора

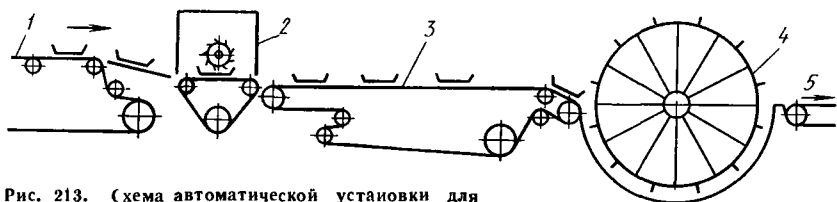
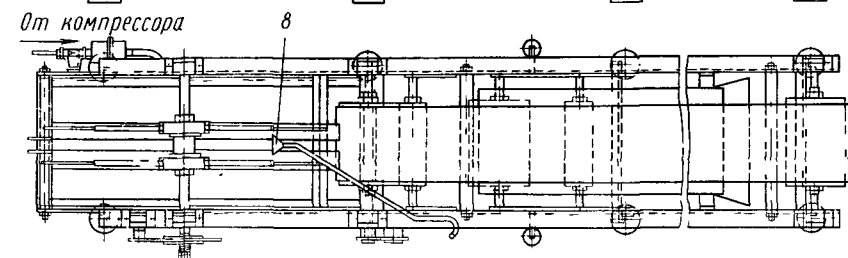


Рис. 213. Схема автоматической установки для глазурования и очистки тарелок от пыли

в капсулы и обжига. Полуавтомат для тарелок разного диаметра имеет следующие характеристики: диаметр рабочего колеса 800 мм; ширина 100—125 мм; количество захватов 8—12; частота вращения колеса 60—94 об/мин; мощность приводного мотора 1 кВт; длина полуавтомата 2800—3940 мм; ширина 650—760 мм; высота 1230 мм.

МЕХАНИЗИРОВАННАЯ ЛИНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ, СУШКИ И ГЛАЗУРОВАНИЯ КРУЖЕК И ЧАШЕК БЕЗ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОБЖИГА

Механизированная линия для формования, оправки и глазурования полукружек отличается от других линий подобного типа использованием машин, разработанных для глазурования непрочных изделий без предварительного обжига.

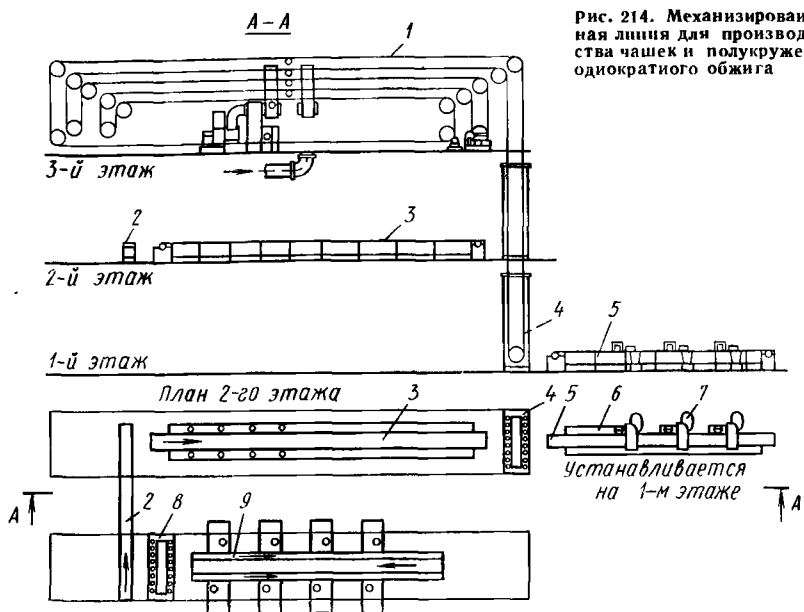


Рис. 214. Механизированная линия для производства чашек и полукружек однократного обжига

Конвейерная сушилка 1 (рис. 214) для предварительной сушки изделий связана выносной ветвью 8 своего люлечного конвейера с формовочным конвейером 9 и с поперечным транспортером 2, которым предварительно подсушенные изделия подаются на конвейер 3 для приставки к ним ручек и оправки. С этого конвейера изделия поступают на выносную ветвь 4 конвейерной сушилки 1 для заключительной сушки с минимальной заданной влажностью, имеющей при глазуровании необожженных изделий решающее значение.

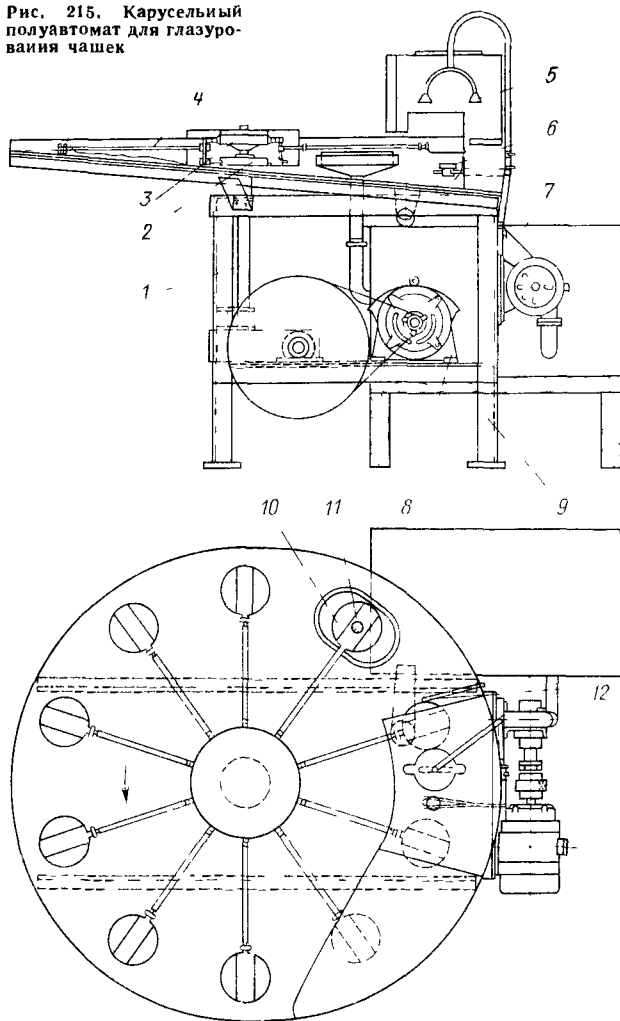
Сухие изделия опускаются линией выносной ветви 4 сушилки 1 к глазуровочному ленточному конвейеру 5, у которого размещены станки 6 для пропитки края полукружек парафином и глазуровочные машины 7.

Конвейер 3 оборудован полуавтоматами и станками, описанными в гл. VI.

При глазуровании предварительно обожженных изделий, имеющих более высокую прочность, применяются разные конструкции машин с механическими захватами, например освоенная с некоторыми конструктивными изменениями на Довбышском фарфоровом заводе (УССР).

Карусельная машина для глазурования полукружек и чашек без предварительного обжига. Глазурование фарфоровой посуды без предварительного обжига не может осуществляться на машинах, в которых изделия захватываются зажимами, так как необожженные тонкостенные изделия имеют низкую прочность и легко разрушаются. Для глазурования кружек и чашек однократ-

Рис. 215. Карусельный полуавтомат для глазурирования чашек



ного обжига на Дмитровском фарфоровом заводе сконструирована и изготовлена глазуровочная машина карусельного типа.

В подшипниках, установленных на сварной раме 9 (рис. 215), вращается вал 1 карусели. На нижней полке рамы размещен электродвигатель 8, который посредством клиноременной и червячной передач приводит в движение карусель глазуровочной машины, имеющей следующее устройство.

На валу 1 укреплен головка 3, с которой шарнирно соединены 10 радиальных рычагов 4. На концах последних закреплены кольца 10 с приваренными к ним на ребро тонкими металлическими полосками 11. На эти полоски устанавливаются полукружки в опрокинутом виде.

Рычаги 4 подают изделия в глазу ровочную камеру, в которой имеется три сопла для обливания полукружек глазурью. Фонтанирующее сопло 6 подает глазурь снизу, два других 5 — сверху. Эти сопла создают сплошную завесу из жидкой глазури, проходя через которую, изделия поливаются со всех сторон.

Глазурь подается непрерывно центробежным насосом, закрепленным вместе с мотором на раме машины. Глазурь стекает по поддону через сетку в бак 7, из которого затем опять подается в сопла глазу ровочной камеры. Глазурь, скопившаяся на донышке изделия, сдувается струей сжатого воздуха при помощи сопла 12, установленного в глазу ровочной камере.

Так как изделие после глазу рования не встряхивается, по его краю образуется круговой натек, который удаляется следующим способом. Изделие после выхода из камеры, пока глазурь на поверхности сохраняет текучесть, погружается на мгновение краями в ванночку с проточной водой (на глубину 3—5 мм). Эта операция выполняется при накатывании роликов шарнирной подвески рычагов 4 на неподвижный кулак 2.

При соприкосновении с водой натек глазури на границе с парафинированным краем изделия удаляется и уносится проточной водой.

Конвейерная машина для глазу рования кружек и чашек (без предварительного обжига). По тем же принципам, что и карусельная машина, сконструирована конвейерная трехрядная машина для поточной линии изготовления кружек Дмитровского фарфорового завода.

Машина представляет собой конвейер 1 (рис. 216) с двумя пластинчатыми цепями, которые соединены стержнями 2. На каждой паре стержней смонтированы для установки трех рядов чашек такие же кольцевые опоры 3, как и на описанной выше карусельной машине.

Общая длина конвейера 6 м. В средней части конвейера расположена глазу ровочная камера 8 с тремя фонтанирующими соплами снизу и двумя парами сопел сверху. Под глазу ровочной камерой подвешен лоток для сбора лишней глазури.

Избыток глазури, скопившейся на донышках изделий, удаляется сжатым воздухом, который подается через сопла. Круговые натекы по краю изделия удаляются погружением краев свежеглазу рованных кружек в ванночку 7 с водой. Ванночка установлена на роликах на наклонной плоскости плиты 6. Штанга 5 сообщает плите возвратно-поступательное движение от кулачка 4, закрепленного на приводном валу. При движении плиты ванночка приподнимается, край кружки смачивается водой, и натек глазури снимается, как и в карусельной машине.

При дальнейшем перемещении по конвейеру кружка подсыхает и снимается для последующей обработки.

Расчетная производительность конвейерной машины 300 шт/ч.

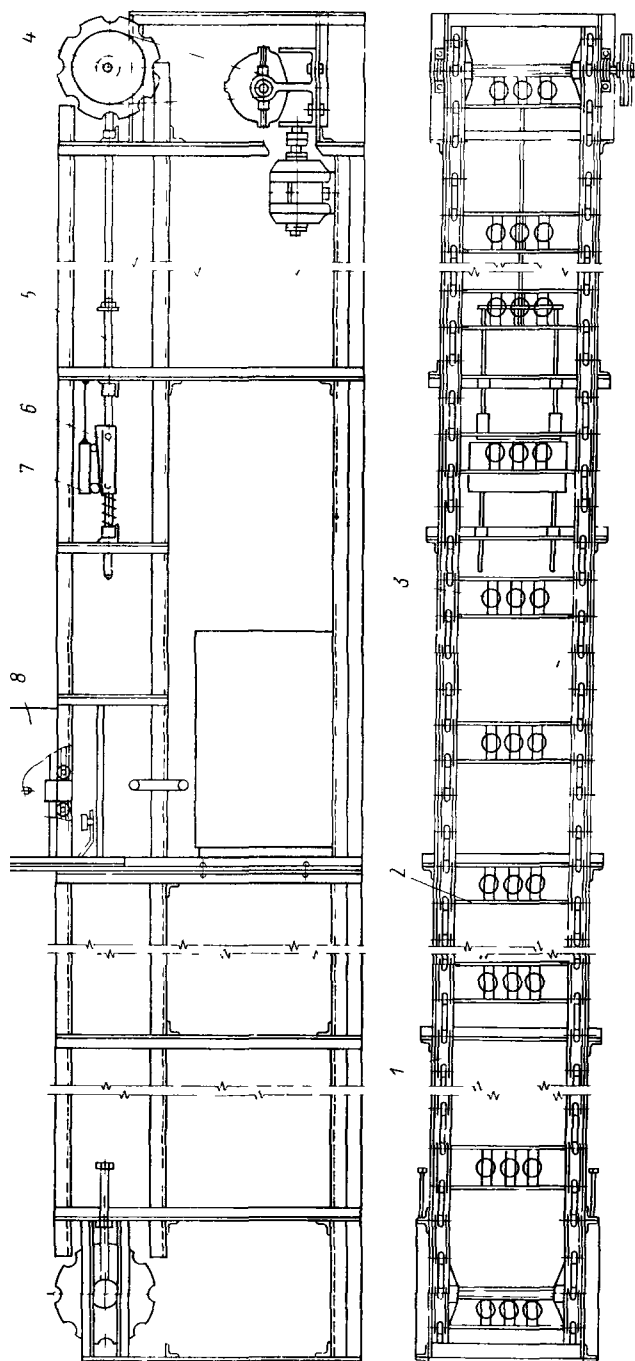


Рис 216. Конвейерная многолинейная глазуриочная машина

КОНВЕЙЕРНЫЙ АВТОМАТ ДЛЯ ГЛАЗУРОВАНИЯ ТАРЕЛОК И БЛЮДЕЦ ПУЛЬВЕРИЗАЦИЕЙ

Автомат состоит из питателя 6 (рис. 217), подающего тарелки из стопок на ленточный конвейер, двух конвейеров 8, 2 с пульверизирующими глазурь установками 9, 11 и пылеотделительными камерами 4, аппарата для переворачивания тарелок, сушилки 3 и круглого стола 1 для приема глазурированных тарелок.

После первого («бисквитного») обжига и чистки тарелки ленточным транспортером 5 подаются к глазуровочному автомату. Транспортер имеет автоматическое пусковое устройство, включающее двигатель, когда с ленты снимаются крайние стопы тарелок, и останавливающее транспортер, когда следующие стопы тарелок подходят вплотную к глазуровочному автомату и нажимают на пружинную планку выключателя.

Рабочий, обслуживающий загрузку конвейера, снимает тарелки с транспортера 5 и укладывает их в питатель 6 глазуровочного автомата непрерывно наращиваемой стопой. Питатель при помощи синхронно работающих задержек 7 подает тарелки поочередно непрерывным потоком на конвейер 8, состоящий из четырех или шести (в зависимости от диаметра изделий) узких стальных полированных лент, приводимых в движение гладкими шкивами 14. Каждая стальная лента имеет самостоятельное натяжное приспособление. Хотя распыленная глазурь почти не задерживается на тщательно отполированных лентах, конвейеры имеют устройства 12, где ленты очищаются от приставших капелек глазури войлочными щетками. Ленточным конвейером тарелки подаются в первую глазуровочную установку 9 и вторую 11, в которых поочередно с обратной и лицевой стороны покрываются глазурью, распыляемой пульверизаторами. Последние смонтированы в камерах, имеющих внизу корыто, куда стекает глазурь со стенок. Мелкая глазурная пыль улавливается установленным рядом электростатическим пылеуловителем 4. Вся неиспользованная глазурь возвращается обратно в производство.

Глазурь в пульверизаторы подается через сито из расположенного сверху напорного резервуара, который непрерывно наполняется при помощи насоса. Трубы для подачи глазури, воды

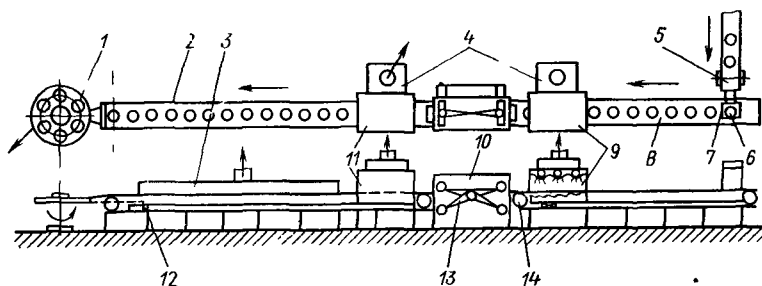


Рис. 217. Автомат для глазурирования тарелок пульверизацией

и воздуха изготовлены из латуни во избежание загрязнения ржавчиной. Расположение пульверизаторов и конструкция сопла обеспечивают сплошную пелену взвешенной в воздухе глазури, покрывающей ровным слоем быстро проходящие через камеру тарелки.

Для ускорения подсыхания глазури и сокращения длины конвейера тарелки после пульверизации проходят через камеру сушилки 3, в которую вдувается горячий воздух.

Для глазурирования тарелок с другой стороны их надо перевернуть вниз глазурированной стороной и пропустить через второй глазурировочный аппарат. Переворачивание непрерывно перемещающихся тарелок является весьма сложной операцией, так как возможное при этом стирание непрочного слоя глазури механическими захватами переводит продукцию в брак. В этой линии перевертывание тарелок выполняется простым механизмом 10, состоящим из двух непрерывных лент 13 из мягкой ткани, напоминающих два параллельно идущих перекрестных ремня. Нижняя и верхняя ленты приводятся в движение роликами, которые, перемещаясь вверх и вниз при помощи натяжных приспособлений, расширяют или сокращают щель между лентами. Для регулирования натяжения лент служат натяжные ролики. Частота вращения приводных роликов синхронизирована, и обе ленты движутся с одинаковой скоростью. Тарелка, попадая с ленточного транспортера 8 между двумя лентами 13, зажимается ими и увлекается инерцией и трением о ленты. Перемещаясь вместе с лентами 13, тарелка поворачивается на 180°, т. е. глазурированной стороной вниз. При простой конструкции это приспособление переворачивает тарелки со скоростью 6500 шт/ч без повреждения глазурного слоя.

Общая длина конвейерного глазурировочного автомата 25 м. Ведущий шкив конвейера делает 97 об/мин. Автомат обслуживается тремя рабочими: один загружает питатель стопами тарелок, а два других снимают глазурированные тарелки, подаваемые конвейером 2 на вращающийся стол 1, укладывают их на планки и на полки люлечного конвейера для транспортирования к туннельным печам.

КОНВЕЙЕРНЫЙ ПОЛУАВТОМАТ ДЛЯ ГЛАЗУРОВАНИЯ ИЗОЛЯТОРОВ ШТ-35 И ИШД-35

Глазурирование крупных изоляторов типа ИШД-35, имеющих в необожженном состоянии диаметр более 400 мм и кольцевые полости между нижними ребрами, может успешно выполняться при прохождении их в глазурной суспензии в наклонном положении. При погружении их в глазурь в нормальном положении в полостях между ребрами образуются воздушные мешки, препятствующие получению сплошного глазурного слоя. При погружении изолятора в положении ребрами кверху в этих полостях задерживается избыток глазури, что приводит к неравномерной толщине слоя глазури.

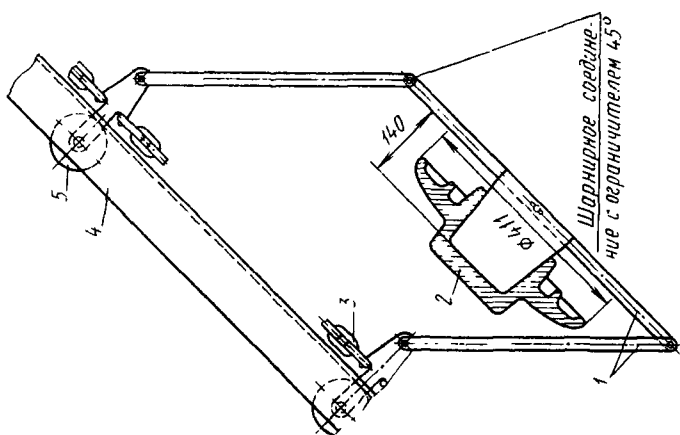


Рис. 218. Подвеска изолятора на конвейере

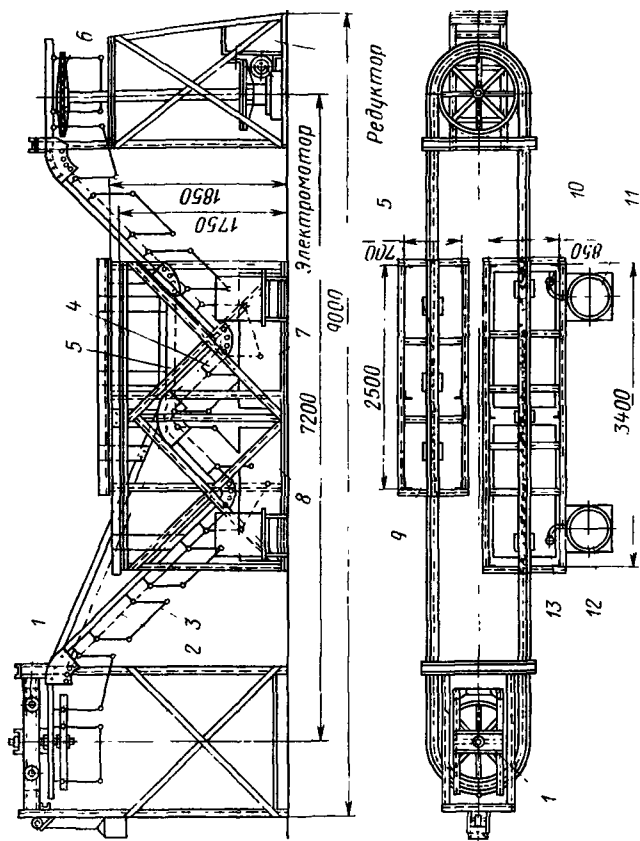


Рис. 219. Конвейерный полуавтомат для глазурирования изоляторов типа ШТ-35

При использовании цепного конвейера устраивается шарнирная подвеска 1 (рис. 218) изолятора 2 на цепи 3 конвейера. При прохождении роликов 5 конвейера по наклонным направляющим 4 обеспечивается погружение и выход изоляторов в ванны 8 и 7 (рис. 219) в наклонном положении. В ванне 8 изоляторы смачиваются, а в ванне 7 глазуруются. Постоянный уровень воды в ванне 8 и глазури поддерживается пополнением из баков 11 и 12 через регуляторы уровня 10 и 13. Конвейер 1 имеет стандартные приводную 6 и натяжную 1 станции.

При движении роликовой цепи 2 по горизонтальному участку направляющих 5 можно проводить подсушку изоляторов в камере 9, если это требуется по условиям производства.

Во избежание загрязнения глазури окислами железа металлические детали подвески 3 никелируют; деревянные подставки, на которые надеваются изоляторы, проваривают в парафине.

АВТОМАТ ДЛЯ КЛЕЙМЕНИЯ, ПАРАФИНИРОВАНИЯ И ГЛАЗУРОВАНИЯ ТРУБОК ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

Автомат предназначен для клеймения, парафинирования, глазурования и подсушки трубок предохранителей диаметром от 38 до 67 мм и длиной от 212 до 735 мм. В основу его конструкции положена следующая технология обработки сухих трубок.

Парафинирование концов трубок производится методом намазывания их фетровыми роликами, смачиваемыми расплавленным парафином. Трубки глазуруются окунанием с наклоном под углом 35°. Время пребывания трубки в глазури 2—4 с; продолжительность высыхания глазури — не менее 50 с. На операции парафинирования трубок предусмотрена вытяжная вентиляция.

Автомат имеет общий привод и состоит из трех сложных механизмов. Трубки из одного механизма в другой передаются автоматически. Механизм 1 (рис. 220) ставит на трубку товарный знак резиновым клеймом, которое предварительно прокатывается по столу с нанесенной на нем краской и набирает слой краски.

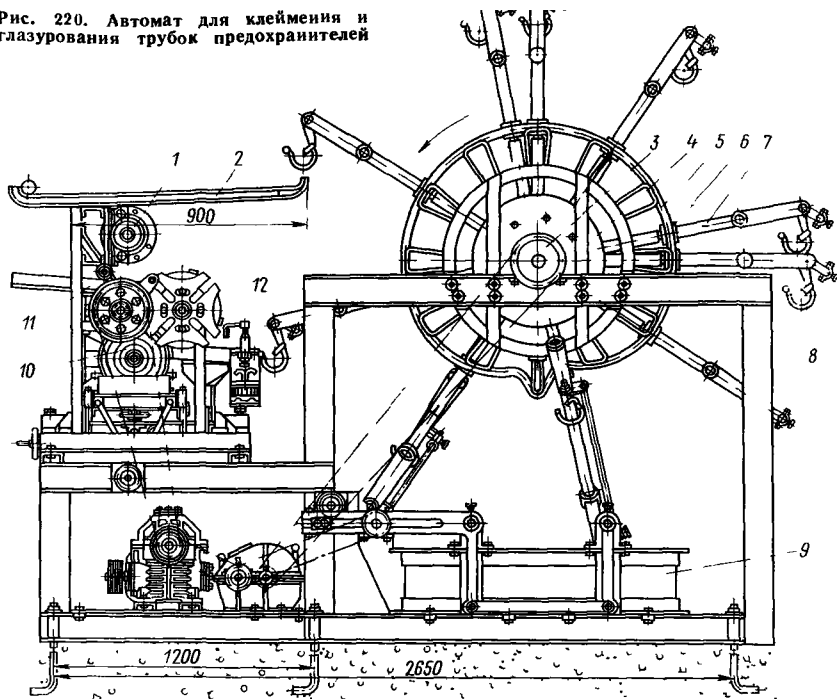
Механизм 10, 11 предназначен для нанесения парафина на концы трубок для защиты их от глазури. Парафин наносится при помощи роликов, покрытых фетром. Последние одним краем погружены в расплавленный парафин, а другим соприкасаются с трубкой и при своем вращении наносят на нее слой парафина.

Механизм 3—9 окунает в глазурь трубки, которые передаются в люльки 8 из механизма парафинирования через электромагнитный отсекаль 12.

Обработанное изделие выкатывается на лоток 2, с которого передается для загрузки в капсулы на обжиг.

Механизм нанесения клейма представляет собой две круглые шины 3 (рис. 221), по которым катится ролик 9, ведомый поводком 2, насаженным на вал 1, с звездочкой 8. Ролик, катясь по ши-

Рис. 220. Автомат для клеймения и глазурования трубок предохранителей



нам 3, поочередно соприкасается со столиком 7 и резиновым клеймом 5, на которое он переносит краску со столика 7. Механизм имеет кулачок 4, который сообщает клейму, зажатому в держателе 6, возвратно-поступательное движение.

Трубка, положенная на лоток 1 (рис. 222), скатывается по наклонной плоскости и попадает на отсекаль. Последний задерживает ее для того, чтобы поставить клеймо. Затем отсекаль передает трубку в механизм парафинирования, где она попадает на два периодически вращающихся диска 2 и 6 и подается на ролики 3, которые намазывают концы трубки парафином. Расстояние между дисками изменяется в зависимости от длины трубки при помощи винта. Запарафинированная трубка с дисков попадает на лоток 4 и при помощи магнитного отсекателя 5 подается на люльку глазуровочного механизма.

Глазуровочный механизм представляет собой барабан 4 (см. рис. 220) с рычагами 7, которые вращаются в вертикальной плоскости. На одном конце укреплены люлька 8 и ролик 6, который катится по копиру 5. Другой конец рычага натягивается пружиной так, что ролик все время прижат к копиру.

В нижней части копир имеет изгиб в горизонтальной плоскости, который придает рычагу, а следовательно, и люльке колебательное движение в одну сторону с последующим возвратом

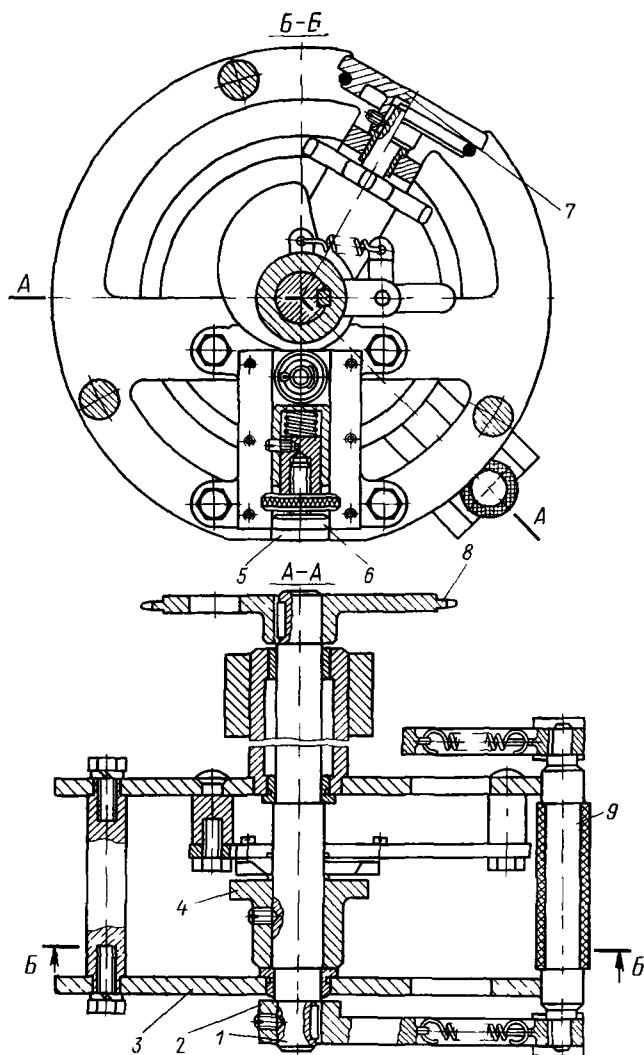


Рис. 221. Механизм нанесения клейма

в исходное положение. Изменяя форму кривой копира, можно получить различную скорость колебательного движения. При колебании рычага люлька, а следовательно, и трубка окунаются в ванну 9 с глазурью.

После глазурования трубка поступает на лоток 2, по которому скатывается для передачи на обжиг.

Все механизмы автомата установлены на общей раме и имеют общий привод. Автомат закрыт кожухом, в котором имеются открывающиеся окна для наблюдения и наладки механизмов.

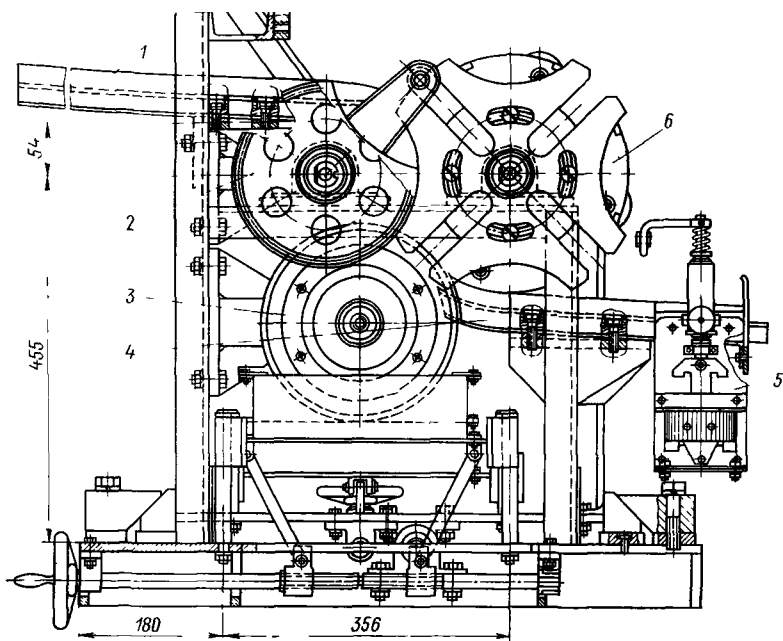


Рис. 222. Механизм парафинирования трубок

Загрузка автомата сухими трубками производится с нижнего лотка 11, вместимость которого рассчитана на 5 шт. Время обработки трубки на агрегате — 6 с.

Перед пуском автомата необходимо включить подогреватель для полного расплавления парафина, проверить наличие краски на столике механизма клеймения и установить его в заданном положении, проверить наличие смазки у всех трущихся частей, настроить автомат на соответствующий размер трубки, установить на определенную ширину диски парафинирующей машины

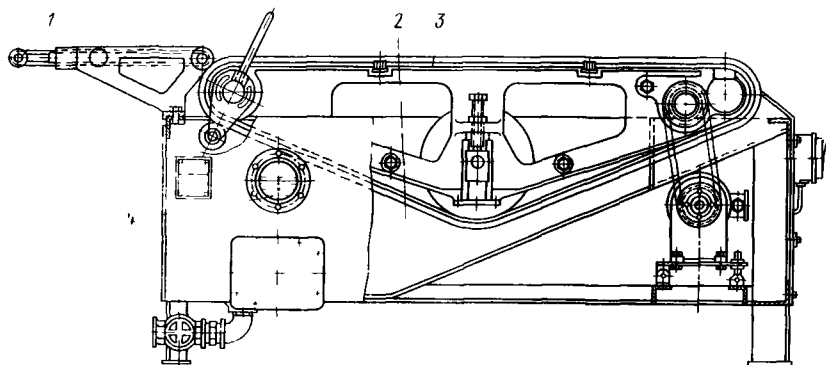


Рис. 223. Машина для зачистки глазури на основаниях изделий

в соответствии с размерами трубок, крючки люлек и включить вентиляцию.

Станок для зачистки глазури на фарфоровых изделиях, рассчитанный на установку в автоматических линиях, работает непрерывно без участия ручного труда. В станке изделие перемещается двумя лентами транспортера 3 (рис. 223), имеющими разные скорости. Изделия, установленные основаниями на обе ленты, одновременно с перемещением по ходу потока вращаются. При этом благодаря трению основания изделия о влажную губчатую ленту транспортера обеспечивается равномерный съем глазури без участия рабочего. Изделия автоматически поступают на станок с транспортера 1 глазуровочной линии и далее после зачистки на конвейер для загрузки на обжиг в печном цехе. Губчатые ленты промываются при перемещении нижней ветви в ванне 2, уровень воды в которой контролируется через глазок 4. Производительность машины (модель KP_2CrF-1) 1000—2000 тарелок или блюдец; мощность привода 0,4 кВт; скорость лент 0,16 и 0,45 м/с; масса машины 300 кг.

Установки, разработанные во ВНИИСтройкерамике, для глазурования умывальников и наружной поверхности унитазов обслуживаются четырьмя рабочими и выполняются на заводах в двух вариантах: с распылением глазури сжатым воздухом или дисками, вращающимися со скоростью 2000 об/мин. Конвейерная установка для нанесения глазури вращающимися дисками имеет производительность 150 шт/ч; мощность привода 10,6 кВт; размеры 16380 × 2150 × 2700 мм (длина × ширина × высота); масса установки 3295 кг. Скорость движения конвейера 2 м/мин; расход сжатого воздуха на очистку изделий 1,5—2 м³/мин; установку обслуживают четверо рабочих.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Августиник А. И. Керамика. Л., Стройиздат, 1975.
2. Бауман В. А. Исследование щековых дробилок. — Механизация строительства, 1950, № 11.
3. Булавин И. А., Сапожников М. Я. Машины и аппараты силикатной промышленности. М., Промстройиздат, 1951, ч. II.
4. Городов Н. Н., Ковельман Г. А., Юрчак И. Я. Новая техника в производстве фарфора и фаянса. М., Детский мир, 1958.
5. Карякин С. Ф., Товаров В. З. Труды/Гипроцемент, 1953, вып. XVI.
6. Красноусова А. С., Кельман М. М. Изучение влияния режима прессования на качество облицовочных плиток. М., ЦНИИСМ, 1968.
7. Левенсон Л. Б., Цигельный П. П. Дробильно-сортировочные машины и установки. М., Стройиздат, 1952.
8. Леицкий Г. Д. Исследование прессующей способности шнекового механизма. Стекло и керамика, 1964, № 10, с. 26—31.
9. Леицкий Г. Д. Математический анализ работы шнековых лопастей вакуумного пресса. — Стекло и керамика, 1963, № 8, 31—38.
10. Милдс М., Лаушко Р. Роспись фарфора. М., Легкая индустрия, 1971.
11. Мороз И. И. Совершенствование производства фарфоровых и фаянсовых изделий. М., Легкая индустрия, 1973.
12. Попильский Р. Я., Кондрашев Ф. В. Прессование керамических порошков. М., Металлургия, 1968.
13. Таггарт А. Ф. Справочник по обогащению полезных ископаемых. Т. II. Под ред. С. И. Полькина, М., Металлургиздат, 1950.
14. Технология фарфорового и фаянсового производства/И. А. Булавин и др. М., Легкая индустрия, 1975.
15. Фадеева В. С. Формуемость дисперсных пластичных масс. М., Госстройиздат, 1961.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	3
<i>Глава I. АВТОМАТИЧЕСКИЕ, МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ ОТОЩАЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ</i>	6
Технологические схемы обработки сырья и приготовления керамических масс	6
Линии для дробления и обогащения сырья	9
Машины для дробления и грубого помола отощающих материалов	19
Общие сведения	19
Щековые дробилки	23
Конусные дробилки	28
Валковые дробилки	32
Бегуны	36
Молотковые дробилки и мельницы	42
Машины для тонкого сухого помола отощающих материалов	45
Общие сведения	45
Шаровые мельницы непрерывного действия	46
Конические мельницы	47
Трубные мельницы	51
Расчет шаровых мельниц	53
Питатели и регулирование производительности шаровых мельниц	58
Вибрационные мельницы	65
Мельницы струйной энергии	69
<i>Глава II. МАШИНЫ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ МАТЕРИАЛОВ ПО ВЕЛИЧИНЕ ЗЕРНА И МАГНИТНОГО ОБОГАЩЕНИЯ</i>	73
Машины для классификации материалов по величине зерна	73
Общие сведения	73
Грохоты	76
Гидравлические классификаторы	83
Воздушные классификаторы и сепараторы	89

Оборудование для магнитного обогащения материалов	94
Общие сведения	94
Электромагнитные шкивы	95
Электромагнитный барабан	96
Электромагнитный дисковый сепаратор конвейерного типа	97
Электромагнитный сепаратор с ленточной разгрузкой	98
Индукционно-ролковые сепараторы	99

Глава III. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ЖИДКОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ 102

Схемы механизированных линий	102
Шаровые мельницы для тонкого помола отощающих материалов	105
Дробилки с зубчатыми валками	109
Машины для диспергирования глин и каолинов	113
Лопастные горизонтальные мешалки	113
Пропеллерные мешалки	115
Диспергаторы ударного действия	117
Вибрационные сита	119
Электромагнитные сепараторы для очистки жидкой керамической массы	121

Глава IV. МАШИНЫ И МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ПЛАСТИЧНОЙ И ПОРОШКООБРАЗ- НОЙ КЕРАМИЧЕСКОЙ МАССЫ 125

Технологические линии и схемы приготовления пластичной тонкокера- мической массы	125
Оборудование для приготовления пластичной керамической массы	127
Камерные фильтр-прессы	127
Мембранные насосы	132
Червячные насосы	134
Вакуумные массочапки и прессы	135
Оборудование для тонкого помола глин и каолинов	153
Автоматическая установка для сушки и тонкого помола глины и као- лина в роликовых мельницах	153
Роликовые мельницы	155
Оборудование для приготовления порошкообразной керамической массы	157
Методы приготовления прессовочного порошка	157
Распылительные башенные сушилки	158
Автоматическая установка для приготовления прессовочного порошка в бегунковых смесителях	159
Быстроходные бегунковые смесители	160
Бесколосниковые молотковые грануляторы	161
Дезинтеграторы	164
	331

Глава V. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ И АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ, ПОЛУАВТОМАТЫ И АВТОМАТЫ ДЛЯ ФОРМОВАНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ФАРФОРА И ФАЯНСА	167
Формование изделий из пластичной массы	167
Способы и особенности формования	167
Автоматическая линия для производства фарфоровых тарелок и блюдец	171
Механизированные поточные линии для изготовления чашек	173
Поточная линия для изготовления чайников	177
Формовочно-сушильные автоматы	178
Формовочные полуавтоматы, используемые в поточных линиях	191
Отливка хозяйственного фарфора и фаянса	203
Прессование тарелок и блюдец из порошкообразной массы	205
 Глава VI. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ И МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФАРФОРОВЫХ ПОДВЕСНЫХ ИЗОЛЯТОРОВ ИЗ ПЛАСТИЧНОЙ МАССЫ	 208
Устройство и оборудование автоматической линии для формования высоковольтных изоляторов	208
Машины для формования низковольтных изоляторов	223
 Глава VII. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОИЗОЛЯЦИОННОЙ КЕРАМИКИ ОБТОЧКОЙ И ПРЕССОВАНИЕМ	 231
Изготовление электроизоляционной керамики обточкой	231
Методы обработки керамики	231
Механизированная линия для производства крупногабаритных высоковольтных изоляторов	233
Оборудование механизированных линий	235
Автоматы для обточки по копиру	240
Прессование технической тонкой керамики из порошкообразных масс	244
Свойства прессовочных керамических масс	244
Поточные линии для изготовления электроизоляционной керамики	245
Полуавтоматы и автоматы для изготовления технической тонкой керамики и изоляторов	247
 Глава VIII. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЛИНИИ И МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОБЛИЦОВОЧНЫХ ПЛИТОК	 260
Автоматические линии для производства плиток с обжигом в роликовых конвейерных печах	260
Оборудование для прессования плиток	267
Типы прессов	267
Коленно-рычажные автоматические прессы с гидравлическим регулятором давления	267
Коленно-рычажный автоматический пресс для двустороннего трехступенчатого прессования плиток	272
Фрикционные автоматические прессы	275
Гидравлические прессы	279
Оборудование для сортировки и упаковки плиток	287

<i>Глава IX. МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ И МАШИНЫ ДЛЯ ОТЛИВКИ ТЕХНИЧЕСКОЙ ТОНКОЙ КЕРАМИКИ</i>	296
Особенности отливки крупногабаритных керамических изделий	296
Механизированные конвейерные линии для отливки крупногабаритных изделий	297
Литейный роликовый конвейер кольцевого типа	297
Механизированные конвейерные линии СМ-462 и СМ-461-А	298
Машины для отливки мелких изделий из парафинового шликера	310
<i>Глава X. АВТОМАТЫ, ПОЛУАВТОМАТЫ И МЕХАНИЗИРОВАННЫЕ ЛИНИИ ГЛАЗУРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ</i>	312
Методы глазурирования фарфоровых и фаянсовых изделий	312
Автомат для глазурирования фаянсовых плиток обливанием	313
Полуавтомат для глазурирования тарелок и блюдец методом погружения	315
Механизированная линия для обработки, сушки и глазурирования кружек и чашек без предварительного обжига	316
Конвейерный автомат для глазурирования тарелок и блюдец пульверизацией	321
Конвейерный полуавтомат для глазурирования изоляторов ШТ-35 и ИШД-35	322
Автомат для клеймения, парафинирования и глазурирования трубок высоковольтных предохранителей	324
Список литературы	329

ИБ № 748

Иван Анисимович Булавин

МАШИНЫ
И АВТОМАТИЧЕСКИЕ
_____ЛИНИИ
ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ТОНКОЙ КЕРАМИКИ

Редактор И. Н. Якушина

Технический редактор Л. Т. Зубко

Корректор И. М. Борейша

Переплет художника Л. С. Вендрова

Сдано в набор 27.09.78.

Подписано в печать 19.01.79. Т-01123

Формат 60×90^{1/16}

Бумага типографская № 1.

Гарнитура литературная

Печать высокая Усл. печ. л. 21,0

Уч.-изд. л. 22,3. Тираж 3500 экз.

Заказ 1132 Цена 1 р. 50 к.

Издательство «Машиностроение», 107885,

Москва, Б-78. 1-й Басманный пер., 3

Ленинградская типография № 6

Ленинградского производственного объединения

«Техническая книга» Союзполиграфпрома

при Государственном комитете СССР

по делам издательств, полиграфии

и книжной торговли.

193144, Ленинград. С-144,

ул. Монсеенко, 10.