

ЛАБОРАТОРИЯ ПОДГОТОВКИ КОМПОНЕНТОВ И ПРИГОТОВЛЕНИЯ СОСТАВОВ

СОСТАВ ЛАБОРАТОРИИ

Измельчительное оборудование:

- дробилка щековая ЩД 6;
- вибрационная конусная мельница-дробилка ВКМД 6;
- истиратель ИВ 1;
- ножевая мельница РМ – 120.

Смесительное оборудование:

- рамочный смеситель;
- смеситель турбула С 2.0.

Контрольное оборудование:

- установка микроскопического анализа;
- анализатор А 20.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ТЕОРИИ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

Самый распространенный вид механической обработки - измельчение, оно позволяет достигнуть необходимой дисперсности материала.

Дисперсные частицы разрушаются и измельчаются до частиц желаемого размера *раздавливанием, разламыванием, истиранием, свободным или стесненным ударом*. При ударе частица распадается на части под действием динамической нагрузки, в остальных случаях преобладают статические или квазистатические нагрузки. При сосредоточенной нагрузке получается эффект, подобный раскалыванию, - тело разрушается на части в местах концентрации наибольших нагрузок. При распределении нагрузки по объему эффект разрушения аналогичен раздавливанию - тело под действием нагрузки деформируется и, когда внутреннее напряжение в нем превысит предел прочности, разрушается (рис. 1).

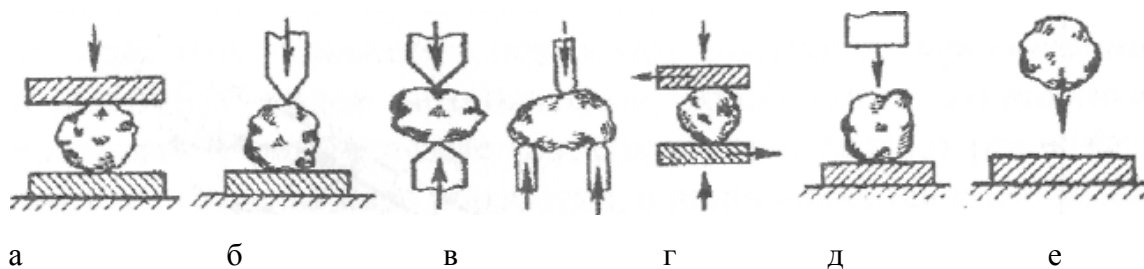


Рисунок 1. — виды нагрузки при измельчении: а - раздавливание; б - раскалывание; в - разламывание; г - истирание; д - стесненный удар; е - свободный удар

ВЫДЕРЖКИ ИЗ ТЕОРИИ СМЕШЕНИЯ

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЛАКОВЫХ РАСТВОРОВ

Растворы высокомолекулярных соединений

Большинство лаковых растворов, используемых в настоящее время, изготавливаются на основе растворов различных полимеров. Поэтому свойства растворов высокомолекулярных соединений были долгое время предметом тщательного изучения.

Природа растворов высокомолекулярных соединений и механизм растворения

Растворы высокомолекулярных соединений ранее относили к коллоидным, поскольку они, подобно коллоидным растворам, характеризуются следующими свойствами: малой скоростью диффузии растворенных частиц и неспособностью их проникать через полунепроницаемую перегородку; медленным течением всех процессов, протекающих в растворе; влиянием малых добавок посторонних веществ на свойства растворов.

Позднее было доказано, что полимеры образуют истинные растворы. Малая скорость диффузии растворенных частиц, медленное течение всех процессов в растворе объясняются большими размерами молекул полимеров и особенностями их химического строения.

Процесс растворения полимера проходит четыре фазы.

1. Присутствуют фаза полимера и фаза растворителя (гетерогенная система).
2. Одна фаза представляет собой раствор растворителя в полимере, вторая — растворитель (гетерогенная система).
3. Одна фаза является раствором растворителя в полимере, а вторая — раствором полимера в растворителе.
4. Обе фазы тождественны в результате все большего проникновения макромолекул в растворитель (гомогенная система).

Растворение с предварительным набуханием характерно для веществ с достаточно большой молекулярной массой, когда велика разница в скоростях диффузии молекул полимера и растворителя.

Набухание может быть неограниченное и ограниченное. При неограниченном набухании полимер поглощает растворитель, а затем при той же температуре переходит в раствор, то есть происходят все четыре стадии растворения. При ограниченном набухании процесс останавливается на втором этапе независимо от времени пребывания полимера в растворителе. Однако при повышении температуры некоторые полимеры могут растворяться. Ограниченное набухание при повышенных температурах наблюдается у полимеров сетчатого строения (либо искусственно сшитые, например радиационным излучением), у которых мостики, прочно связывающие между собой межмолекулярные цепи, не позволяют им отделяться друг от друга и переходить в раствор. При наличии очень

густой жесткой сетки, в которую не может проникнуть растворитель, полимер даже не набухает.

При определенной, достаточно большой концентрации полимера процесс растворения заканчивается и начинается образование ассоциатов макромолекул (рис. 2). При этом полимер даже может выпадать в осадок. Это приводит к неоднородности лаковых растворов.

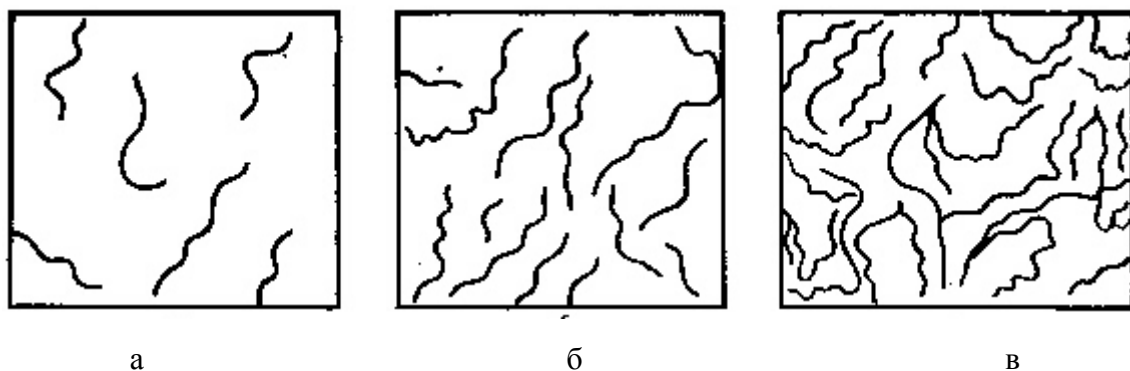


Рисунок 2 — Схема межмолекулярного взаимодействия макромолекул: а — в разбавленных растворах; б — в растворах средней концентрации; в — в концентрированных растворах

Свойства и выбор растворителей

Химическая природа растворителя оказывает сильное влияние на его растворяющую способность и свойства получаемых лаковых растворов.

Важно. Истинные растворы полимеров образуются в том случае, когда звенья полимерных цепей и молекулы растворителя близки по полярности. Так, в высокополярных растворителях хорошо растворяются полярные полимеры (фенолоформальдегидные олигомеры, поливинилацетаты и т. п.). Если растворитель хорошо растворяет многие полимеры, его называют активным (сильным) растворителем. В таких растворителях значительно ослабляется взаимодействие между сегментами макромолекул, и они могут переходить в фибриллярное состояние.

Слабые растворители образуют с полимерами истинный раствор только в определенной области концентраций и температур. При изменении одного из этих условий происходит выделение растворенного полимера из раствора.

Растворители избирательно обладают растворяющей способностью. Для каждого полимера можно подобрать свои группы сильных и слабых растворителей.

Свойства некоторых растворителей приведены в таблице 1.

Таблица 1 — Свойства некоторых растворителей

Растворитель	Химическая формула	ρ , кг/м ³	$T_{кип}$, °C	$T_{всп}$, °C	Пределы взрываемости, % об.		Скорость испарения*	ПДК, мг/м ³
					нижний	верхний		
Амилацетат [1]	CH ₃ COOC ₅ H ₁₁	870	115-150	25	-	-	13	100
Ацетон [1]	CH ₃ COCH ₃	795	56	-18	2,9	13	2,1	200
Бензин [2]	Смесь углеводородов	720-790	156-200	-	-	-	-	100
Бутанол [1]	C ₄ H ₉ OH	812	114-118	35	1,8	12	33	10
Бутилацетат [1]	CH ₃ COOC ₄ H ₉	875	110-145	22	1,43	14,7	11,8	200
Бутилцеллозольв [1]	C ₄ H ₉ OCH ₂ CH ₂ OH	903	163-182	61	-	-	163	240
Дизельное топливо [2]	Смесь углеводородов	830-860	180-300	35-61	-	-	-	10
Дихлорэтан [1]	CH ₂ ClCH ₂ Cl	1260	79-97	13	46	16	3,5	10
Ксилол [1]	C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	860	127-159	24	1,0	6,2	13,5	50
Метилацетат [1]	CH ₃ COOCH ₃	970	118-126	42	3,0	14,0	34,5	80
Метилцеллозольв [1]	CH ₃ OCH ₂ CH ₂ OH	915	53-60	-8	3,6	12,8	2,2	100
Скипидар [1]	Смесь терпенов	862	153-190	30	0,8	-	-	300
Сольвент:								
каменноугольный [1]	Смесь ароматических	875	120-200	-	-	-	27	100
нефтяной [1]	углеводородов	965	135-200	-	1,3	8,0	27	100
Толуол [1]	C ₆ H ₅ CH ₃	870	109-111	5	1,25	6,7	6,1	50
Уайт-спирит [1]	Смесь углеводородов	795	165-200	33	-	-	39-55	100
Циклогексанон [1]	C ₆ H ₁₀ O	950	150-158	63	0,92	35,0	40,4	10
Четыреххлористый углерод [1]	CCl ₄	1600	75-78	не горит	-	-	3,3	20
Этанол [2]	C ₂ H ₅ OH	789	78,39	13	3,6	19	-	5
Этилацетат [1]	CH ₃ COOC ₂ H ₅	950	70-80	-3	2,28	16,8	2,9	200
Этилцеллозольв [1]	C ₂ H ₅ OCH ₂ CH ₂ OH	932	130-137	40	2,0	15,2	43	200

СМЕШЕНИЕ ГКС

В настоящее время при оценке качества многокомпонентных смесей нет единого мнения по выбору определяющего параметра, характеризующего смесь. При исследовании смешивания дисперсных материалов исходят из случайного характера распределения компонентов. Поэтому мерой качества выбираются параметры, характеризующие распределение случайных величин. Значения концентрации в условных порциях смеси подчиняются строгим статистическим закономерностям, и они практически никогда не могут быть одинаковыми - всегда имеется определенный разброс относительно среднего значения. Чем меньше разброс, тем однороднее смесь, тем больше она усреднена. Наиболее полную информацию о колебаниях концентрации несет закон плотности распределения, который отражает связь между величиной концентрации C и вероятностью или частотой ее появления. В инженерной практике часто используют не сами законы распределения, а отдельные параметры, характеризующие распределение.

Дисперсия $\sigma_c^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (C_i - \langle C \rangle)^2$ является основным параметром,

используемым для измерения колебаний концентрации. Результаты усреднения зависят от объема смесителя, -в котором происходит накопление, и эффективности смешивания накопленного в нем дисперсного материала.

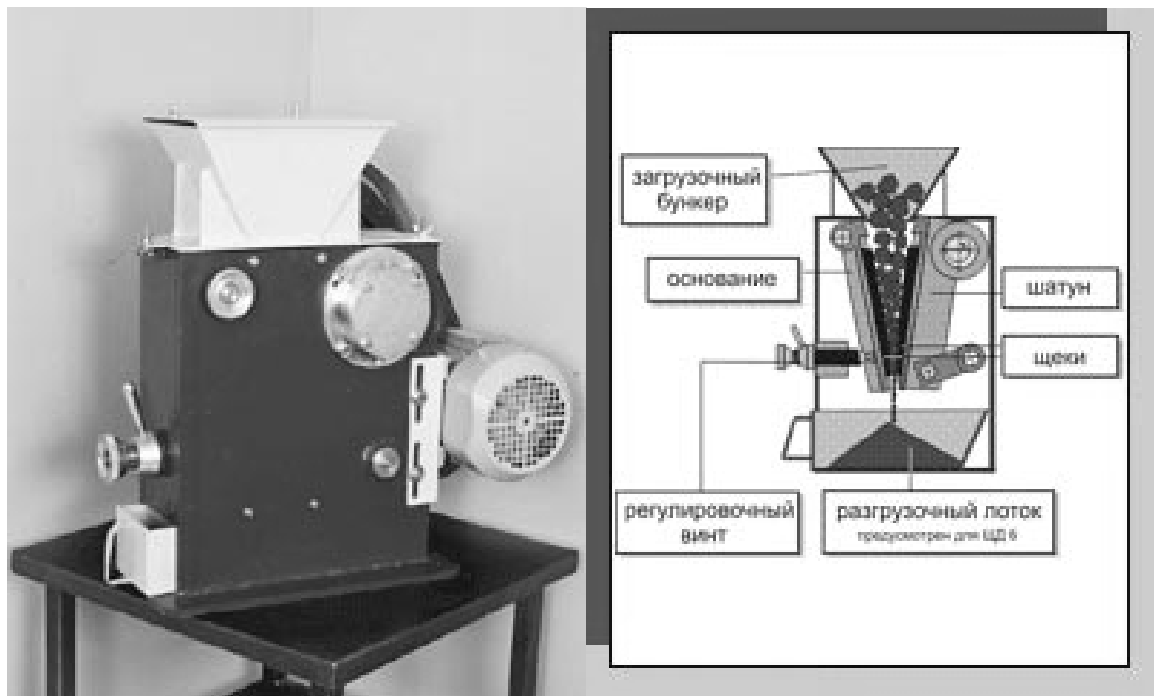
Важно: дисперсию определяют по тому компоненту, которого меньше всего содержится в смеси.

ОПИСАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДРОБЛЕНИЯ И ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ

КОМПОНЕНТОВ

ДРОБИЛКА ЩЕКОВАЯ ЩД 6



Область применения

Щёковые дробилки могут применяться в различных отраслях промышленности, таких как: горнорудная, химическая, металлургическая, строительная, полимерная, производство строительных материалов, и многих других. Они предназначены для дробления хрупких материалов (руда, камень, минералы, бетон, стекло, керамика и многие другие).

Конструкция

В состав дробилки входят: загрузочный бункер, сварной корпус, основание, шатун, разгрузочный лоток и электродвигатель.

Внутри корпуса расположены две щеки: неподвижная закреплена на основании, подвижная - на шатуне. Внутренняя поверхность стенок корпуса в зоне дробления защищена футеровочными бронями из износостойкой стали. Верхняя часть основания подвешена на оси, а положение нижней части устанавливается регулировочным винтом. Винт упирается в нижнюю часть основания через упор со срезным штифтом, который предохраняет дробилку от поломки при попадании в рабочую зону недробимого тела.

Положение нижней части основания определяет расстояние между шатуном и основанием, называемое разгрузочной щелью. Верхняя часть шатуна смонтирована на

эксцентриковом валу, связанном с электродвигателем через клиноременную передачу. Нижняя часть шатуна соединена с корпусом шарнирно через рычаг.

Принцип действия

Материал подается в загрузочный бункер, откуда поступает в рабочее пространство между дробящими щеками. При вращении эксцентрикового вала подвижная щека перемещается относительно неподвижной, обеспечивая дробление и разгрузку материала.

При сближении щек материал измельчается, при отходе подвижной щеки перемещается в дробилку и разгружается. Изменение крупности частиц дробленого материала производится регулировкой разгрузочной щели.

В дробилку могут быть помещены только куски материала размером, не превышающим загрузочных размеров (см. табл.).

Производительность щековых дробилок зависит от физических свойств измельчаемого материала, его размеров на входе и требуемой крупности на выходе (ширины разгрузочной щели). На материале средней твердости она достигает 200 кг/ч.

Особенности работы

Дробление твердых абразивных материалов рекомендуется в две стадии: первая - с большим зазором между щеками, вторая - с меньшим зазором.

Рекомендуется дробление материала с минимальным процентом влажности. При дроблении влажного материала происходит его налипание на щеки, что приводит к снижению производительности и прекращению дробления.

Заклинивание сухого материала в нижней части зоны дробления исключено вследствие наличия значительных сдвиговых усилий. При возникновении в этой зоне напряжений, превышающих допустимые нагрузки (попадание недробимого тела), упор срезает штифт, основание отклоняется и недробимое тело выходит из зоны дробления;

Важно:

- не рекомендуется дробление пластичных материалов, т.к. оно сопровождается налипанием материала на щеки, что приводит к снижению производительности и прекращению дробления;

- не рекомендуется дробление "под завалом", т. к. это может вызвать выброс материала из дробилки.

Выгрузка дробимого материала

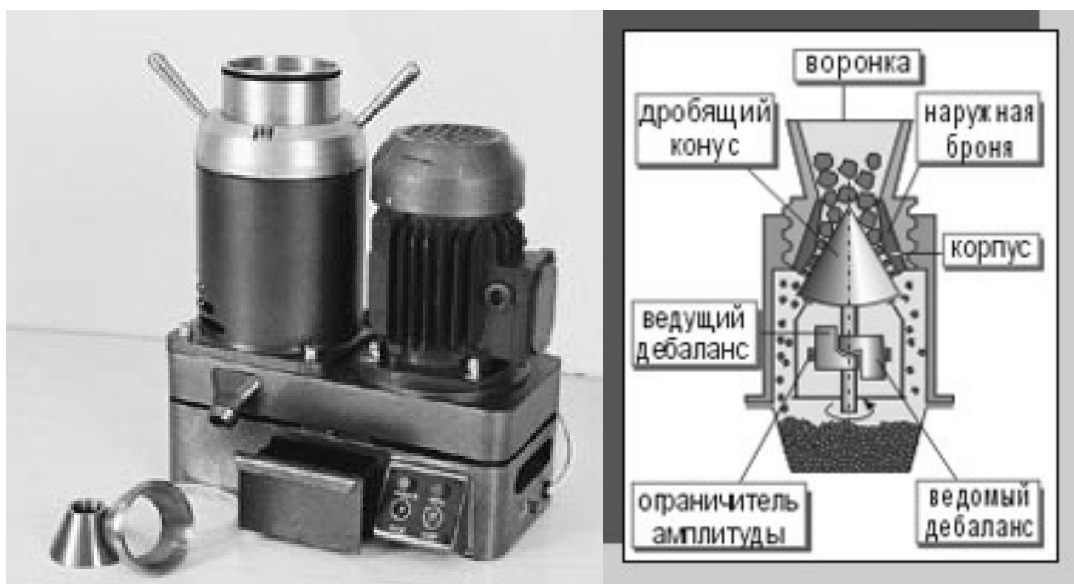
Конструкция ЩД6 позволяет производить выгрузку дробимого материала в приемную емкость, расположенную под зоной выгрузки, или во внешнюю емкость при установке дробилки на опорную конструкцию.

При работе дробилки в непрерывном режиме необходима организация выгрузки дробленого материала на ленту транспортера.

Технические параметры

Размеры загрузочного окна, мм	60x100
Размер кусков измельчаемого материала, мм, не более	50
Диапазон регулировки выходной щели, мм	2...20
Производительность, кг/ч, не более	200
Мощность эл/дв., кВт	1,1
Напряжение питания, 50Гц, В	380
Габаритные размеры, мм	
длина	635
ширина	340
высота	600
Масса, кг	122

ВИБРАЦИОННАЯ КОНУСНАЯ МЕЛЬНИЦА-ДРОБИЛКА ВКМД 6



Конструкция

В состав дробилки входят: основание, цилиндрический корпус, конус, чаша, ведомый и ведущий дебалансы и электродвигатель.

Корпус представляет собой два соосно установленных цилиндра - наружный и внутренний. В полости, образованной внутренним цилиндром и опорой, расположены ведущий и ведомый дебалансы.

Чаша ввинчивается в резьбу наружного цилиндра корпуса. С чашей стопорными винтами соединена упорная крышка, за счет вращения которой изменяется расстояние между чашей и дробящим конусом, тем самым задаётся крупность конечного продукта (устанавливается опытным путем). Фиксация выбранного зазора осуществляется путем

ввинчивания стопорных винтов, в результате чего крышка упирается в корпус, удерживая чашу от поворота.

Дробящий конус и чаша защищены футеровками конической формы, изготовленными из износостойкой марганцовистой стали. Наружная футеровка закреплена внутри чаши при помощи болтов натяжным кольцом, а внутренняя футеровка закреплена на дробящем конусе при помощи пальца с резьбой.

Принцип действия

В процессе работы электродвигатель через клиноременную передачу вращает ведущий дебаланс. При вращении дебалансов возникает центробежная сила, при этом дробящий конус с внутренней футеровкой совершает планетарную обкатку по внешней футеровке.

Дробимый материал загружается в чашу, откуда поступает в дробящую полость, образованную поверхностями футеровок конуса и чаши. Частицы материала заклиниваются между футеровками и подвергаются одновременно деформациям сжатия и сдвига.

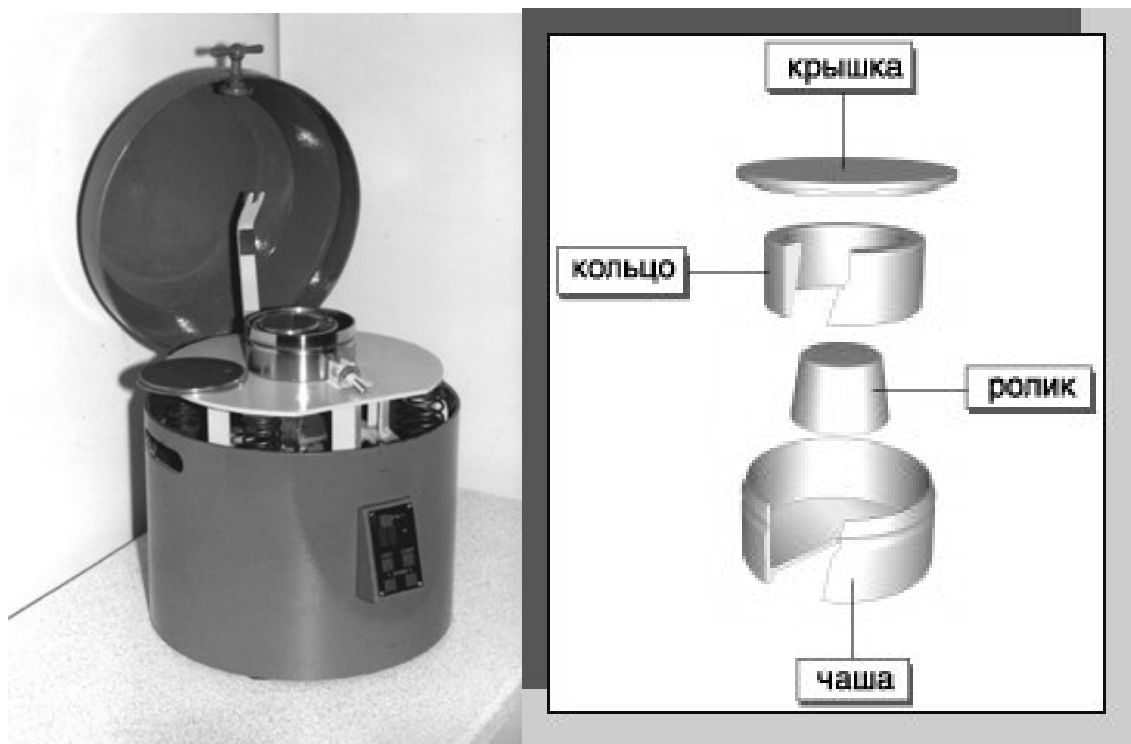
Производительность конусных дробилок зависит от физических свойств измельчаемого материала, его размеров на входе и требуемой крупности на выходе. На материале средней твердости производительность достигает 10 кг/ч.

Важно: при измельчении гигроскопичных материалов и материалов с повышенной адгезионной способностью возможно налипание на рабочие органы и заклинивание аппарата.

Технические параметры

Диаметр дробящего конуса	60
Размер кусков сырья для дробления, мм, не более	5
Производительность, кг/час, не более (на кварце - материале средней прочности)	10
Мощность эл/дв., кВт	0,55
Напряжение питания, 50 Гц, В	220
Габаритные размеры, мм	
длина	340
ширина	200
высота	390
Масса, кг	33

ИСТИРАТЕЛЬ ВИБРАЦИОННЫЙ ИВ-1



Конструкция

Истиратель состоит из вибрационного привода и измельчающей части, в которую входит чаша с крышкой, кольцо и ролик.

Вибрационный привод состоит из цилиндрического корпуса с откидной крышкой и рабочей платформы, установленной на корпус через 4 пружины. На нижней поверхности платформы установлен дебаланс с вертикальной осью, при вращении которого платформа, вместе с жестко закреплённой на ней измельчающей частью, совершает колебания. На корпусе расположена панель пульта управления, позволяющего задавать время истирания пробы.

Измельчающая часть фиксируется на платформе откидным прижимом.

Принцип действия

Платформа истирателя, вместе с закреплённой на ней чашей, совершает круговые колебания в горизонтальной плоскости. При этом кольцо совершает обкатку по стенкам чаши, а ролик - по стенкам кольца. Материал истирается между стенкой чаши и кольцом, между роликом и кольцом, а так же между нижними торцами ролика, кольца и дном чаши, верхними торцами кольца, ролика и крышки.

Объём загружаемой в чашу пробы не должен превышать 50 см².

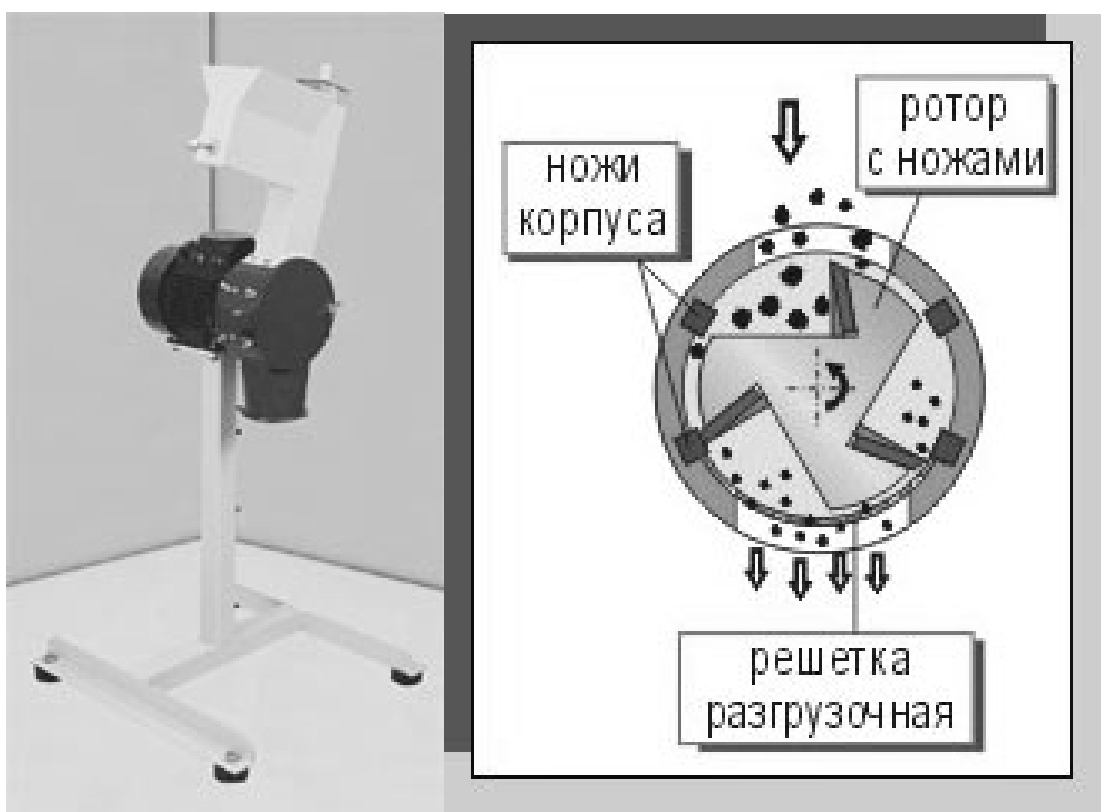
Время работы истирателя определяется экспериментально, по достижению заданной крупности измельчаемого материала.

Важно: при большом времени работы истирателя материал налипает на рабочие органы и не измельчается (особенно важно для гигроскопичных и волокнистых материалов).

Технические параметры

Объем загрузки чаши, см ³	20...50
Размер измельчаемых частиц, мм, не более	3
Амплитуда колебаний, мм	3
Частота колебаний, кол/мин	1500
Диапазон времени работы, мин	1...30
Мощность электродвигателя, кВт	0,37
Напряжение питания, 50Гц, В	380
Габаритные размеры, мм	
длина	400
ширина	350
высота	400
Масса, кг	54

МЕЛЬНИЦА НОЖЕВАЯ РМ 120



Конструкция

В состав мельницы входят: основание, корпус и электродвигатель. Электродвигатель установлен на основании, а цилиндрический корпус крепиться к фланцу электродвигателя. В верхней части корпуса над загрузочным окном расположена питающая воронка. Она состоит из вертикального канала с плунжером и

горизонтального лотка в верхней части воронки. В нижней части корпуса устанавливается разгрузочная решетка.

Камера дробления, образованная внутренней поверхностью корпуса и фланцем электродвигателя, запирается фронтальной крышкой. Внутри камеры дробления расположен ротор и семь ножей: четыре неподвижных, закреплённых в корпусе, и три на роторе.

Принцип действия

Мельница РМ 120 является изделием непрерывного действия, т.е. характеристикой ее производительности является количество материала, выходящего через разгрузочную решетку за единицу времени.

В процессе работы измельчаемый материал, подаваемый через питающую воронку, попадает в камеру дробления. Измельчение (резание) материала происходит при попадании частиц между ножами ротора и корпуса. Частицы материала испытывают сдвиговые деформации, подобные деформациям, возникающим при воздействии ножниц или ножа гильотины. За один оборот ротора происходит двенадцать циклов измельчения.

Базовыми являются два режима работы: при замкнутой и незамкнутой камере дробления. В первом режиме измельчаемый материал (обычно длинноволокнистый или объемный) проталкивается через вертикальный канал питающей воронки плунжером, торец которого в нижнем положении перекрывает сечение канала. Во втором режиме плунжер закреплен стопорным винтом в верхней части вертикального канала питающей воронки и загрузка происходит с помощью толкателя через горизонтальный желоб.

Материал поступает в камеру дробления периодически по мере совпадения полостей ротора с загрузочным окном корпуса мельницы. Материал, не попавший в камеру дробления, отбрасывается в загрузочную воронку (при незамкнутой камере дробления). Таким образом, в вертикальном канале воронки, ограниченном сверху плунжером, образуется "кипящий" слой материала.

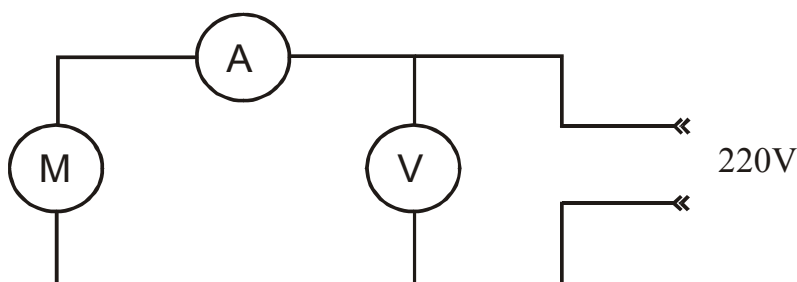
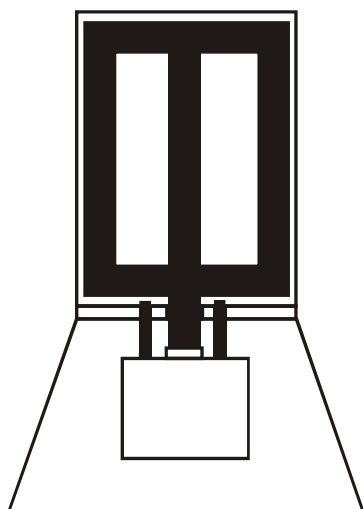
Для уменьшения данного эффекта необходимо периодически останавливать загрузку и, не выключая дробилку, проталкивать плунжером "кипящий" слой материала внутрь камеры дробления. Измельченный материал проходит сквозь отверстия разгрузочной решетки, при этом крупность измельченного продукта определяется размером и формой отверстий в разгрузочной решетке.

Технические параметры

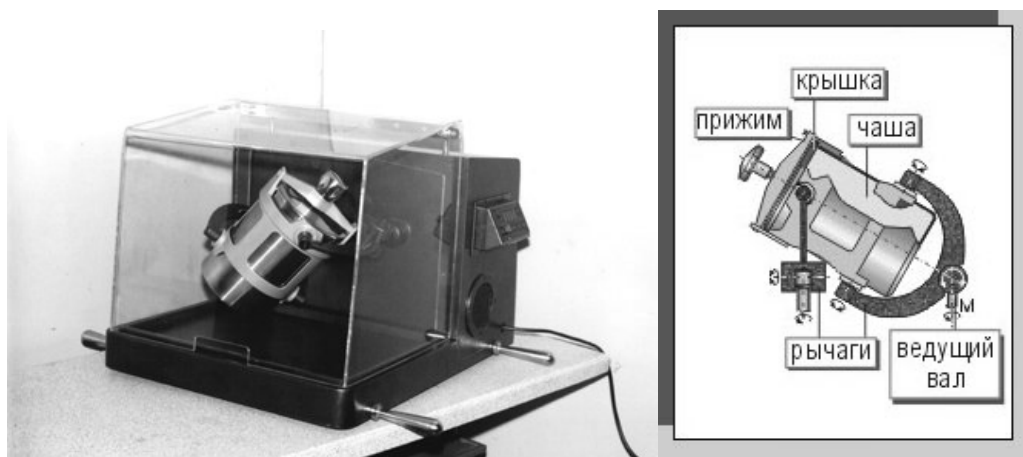
Размеры загрузочного окна, мм	
длина	80
ширина	60
Размеры ротора, мм	
длина	80
диаметр	120
Крупность продукта, мм	0,5 - 15
Мощность электродвигателя, кВт	1,5 / 1,1
Напряжение питания, 50Гц, В	220 / 380
Габаритные размеры, мм	
длина	500
ширина	550
высота на опоре	1210
Масса, кг	45

СМЕСИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

СМЕСИТЕЛЬ РАМОЧНЫЙ ДЛЯ ЖИДКИХ СОСТАВЛЯЮЩИХ



СМЕСИТЕЛЬ ТУРБУЛА С 2.0



Конструкция

Основной несущей частью изделия является корпус, разделенный стенкой на две части: в передней части расположен исполнительный механизм, в задней части - привод и система управления.

Исполнительный механизм смесителя закрыт прозрачным колпаком. Колпак откидывается, открывая доступ к исполнительному механизму. Под колпаком помещается съемный поддон, предназначенный для сбора остатков смешиваемого материала. Чаша (в которую засыпается материал) вставляется в корзину, закрывается крышкой с прокладкой и фиксируется в корзине.

Система управления предназначена для управления режимами работы электродвигателя, также она позволяет управлять скоростью вращения корзины, задавать необходимое время работы и время паузы в работе смесителя.

Принцип действия

При включении смесителя в сеть и наборе определенной программы мотор-редуктор приводит во вращение ведущий вал, который через обгонную муфту передает вращение на корзину. При этом чаша, с находящимся в ней материалом, совершает сложные пространственные движения (планетарные). Обгонная муфта позволяет установить корзину вручную в положение, удобное для установки или извлечения чаши.

Технические параметры

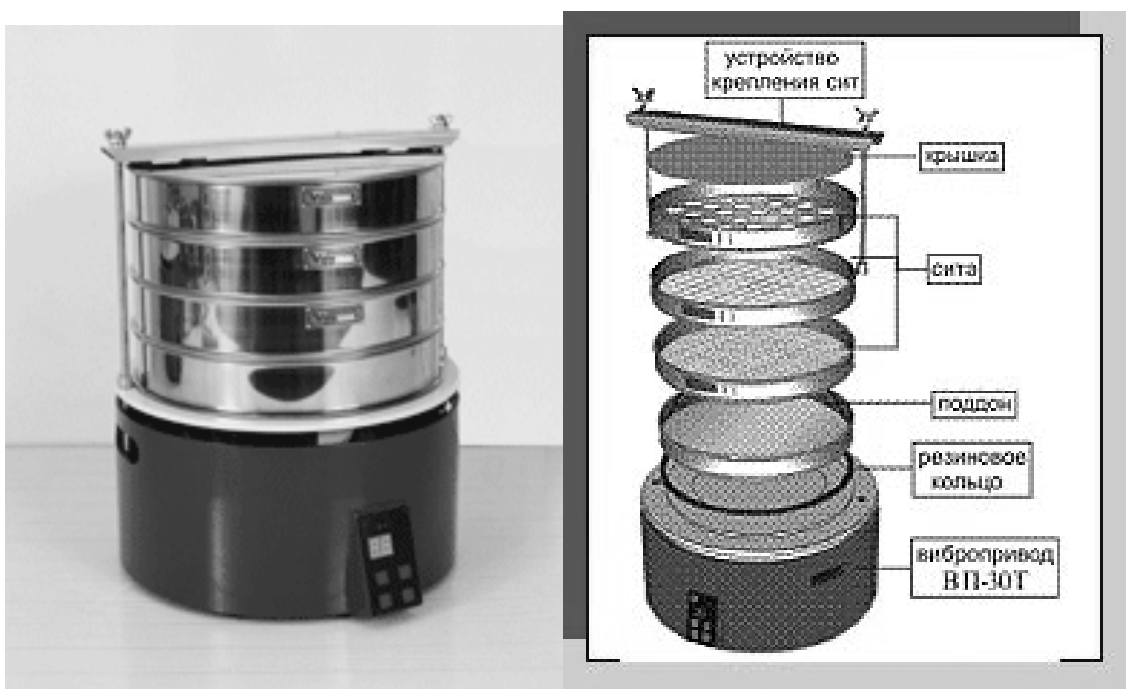
Объем чаши, дм. куб.	2,6
Частота вращения чаши, об/мин	30...60
Напряжение питания 50 Гц, В	220
Мощность эл/дв., кВт	0,18
Габаритные размеры, мм	
длина	580
ширина	510
высота	435
Масса, кг	85

КОНТРОЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

УСТАНОВКА МИКРОСКОПИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

См. работы к I коллоквиуму.

АНАЛИЗАТОР СИТОВЫЙ А 20



Конструкция

Основными составными частями анализатора являются: вибропривод с устройством крепления, набор сит, крышка, поддон.

Набор сит с поддоном и крышкой устанавливается на плите вибропривода и закрепляется при помощи устройства крепления. Сита изготавливаются диаметром 200 мм. Высота сит составляет 38 или 50 мм. Устройство крепления состоит из траверсы и комплекта шпилек с гайками и контргайками.

В анализаторах используются марки виброприводов обеспечивающих проведение испытаний, регламентированных различными отраслевыми стандартами, в том числе и с комплектами сит ЛО 251, ЛО 251/1, КСИ, КП 131 и ряд других.

Принцип действия

Набор сит с поддоном устанавливается на плите вибропривода. Подлежащий рассеву материал засыпается в верхнее сито, закрывается крышкой, получившийся комплект фиксируется при помощи устройства крепления.

После включения вибропривода его плита вместе с комплектом сит совершает возвратно-поступательные винтовые колебания; при этом материал перемещается по ситу от центра к периферии по спирали. Частицы материала размером менее величины отверстий в просеивающей поверхности сита просыпаются через нее и попадают на расположенное ниже сито, где цикл повторяется. В результате рассеиваемый материал распределяется между ситами и поддоном в соответствии с его фракционным составом.

По окончании процесса рассева содержимое каждого сита взвешивается и определяется гранулометрический состав.

Технические параметры

Тип сит	C20
Количество сит, шт, не более	6
Амплитуда колебаний (в зависимости от массы сит), мм	0,25..1,5
Частота колебаний, Гц	1500
Напряжение питания, 50 Гц, В	220
Габаритные размеры, мм	
длина	385
ширина	350
высота, не более	610
Масса, кг, не более	26

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

ИНТЕРНЕТ САЙТЫ

1. www.vibotechnic.spb.ru

ЛИТЕРАТУРА

1. Орлова О. В., Фомичева Т. Н. Технология лаков и красок: Учебник для техникумов.— М.: Химия, 1990.— 384 с.
2. Химическая энциклопедия в 5 т./ Под ред. Кнунянц И. Л.—М.: Науч. Изд. «Большая российская энциклопедия» 1992.—639 с.
3. Вареных Н. М., Веригин А. Н., Джангирян В. Г., Дудырев А. С. Роторно-конвейерные линии производства энергонасыщенных изделий.— СПб.: Изд-во «Менделеев», 2003.— 258 с.
4. Дробилка щековая ЩД 6. Руководство по эксплуатации.— СПб.: ООО «Вибротехник», 2004.— 12 с.
5. Вибрационная конусная мельница-дробилка ВКМД 6. Руководство по эксплуатации.— СПб.: ООО «Вибротехник», 2004.— 15 с.
6. Истиратель ИВ. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.— СПб.: ООО «Вибротехник», 2004.— 8 с.
7. Мельница ножевая РМ 120. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.— СПб.: ООО «Вибротехник», 2004.— 13 с.
8. М. Ф. Михалев, И. А. Щупляк, М. В. Александров и др. Руководство к лабораторному практикуму по курсу «Машины и аппараты химических производств».— М.: ЦНИИНТИ, 1984.— 176 с.
9. Смеситель С 2.0. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.— СПб.: ООО «Вибротехник», 2004.— 9 с.

10. Анализатор А 20-С. Техническое описание и инструкция по эксплуатации.—
СПб.: ООО «Вибротехник», 2004.— 10 с.