

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ КОМБИКОРМОВЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ*

Основные узлы и механизмы молотковых дробилок

Наиболее широкое распространение на комбикормовых предприятиях для измельчения зернового и кускового сырья получили молотковые дробилки. Такие дробилки имеют ротор с шарнирно подвешенными молотками (бичами) и расположенное в нижней части рабочей камеры штампованное сито с круглыми или продолговатыми отверстиями. Привод ротора чаще всего реверсивный.

Рассмотрим на примере хорошо зарекомендовавшей себя при эксплуатации на предприятиях России молотковой дробилки НМ типа 2D фирмы «Ван Аарсен» (Нидерланды), какие основные (сборочные) узлы может содержать в себе ее конструкция (рис. 1).

Принципиальная конструкция молотковой дробилки включает: питатель, магнитный сепаратор, ротор с камерой измельчения, помещенные в корпус дробилки, станину, привод ротора дробилки, взрыворазрядное устройство.

Питатели могут быть роторного типа, вибрационного с подачей продукта вибrolотком, шнекового и других типов с использованием ленточных, цепных и других устройств для перемещения исходного продукта. Наиболее простая конструкция питателя выполнена в виде бункера с регулируемой заслонкой.

Магнитный сепаратор

предназначен для защиты дробилки от попадания в ее рабочую (дробильную) камеру металломагнитных примесей. При ударе молотков ротора по металлической частице происходит искрообразование и при определенной концентрации пыли в воздушной среде рабочей камеры может произойти взрыв пылевоздушной смеси. В сепараторе установ-

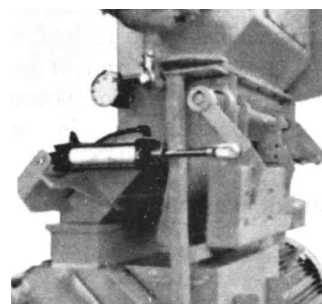


Рис. 2. Автоматическая очистка магнитов

лены постоянные магниты и предусмотрена периодическая ручная или автоматическая (рис. 2) их очистка.

Взамен магнитного сепаратора или вместе с ним может применяться устройство для отделения тяжелых частиц от исходного продукта (рис. 3).

Станина молотковой дробилки чаще всего штампованно-сварная из стали. На станине крепится дробилка и электродвигатель для привода ротора.

В конструкции станины фирмы «Ван Аарсен» для улучшения ее устойчивости и снижения вибрации предусмотрена заливка пустот бетоном (рис. 4). Для снижения вибрации перекрытия станина молотковой дробилки устанавливается на четырех или более виброопорах.

Привод дробилки состоит из электродвигателя, чаще всего напрямую соединенного с ротором дробилки с помощью муфты упругого типа для компенсации незначительного отклонения от соосности. На рисунке 5 в качестве примера показана конструкция упругой муфты широко применяемой в молотковых дробилках. Конструкция опорной плиты, на которую крепится электродвигатель, позволяет осуществлять регулировку соосности роторов дробилки и электродвигателя.

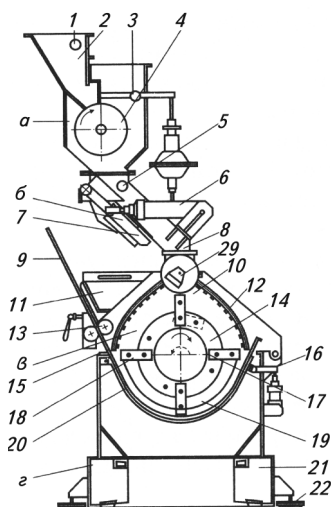


Рис. 1. Молотковая дробилка серии 2D:

а — питатель; *б* — магнитный сепаратор; *в* — дробилка; *г* — станина; 1, 5 — датчик уровня; 2 — приемный патрубок; 3 — электропневматический регулирующий клапан; 4 — барабан питателя; 6 — пневмоцилиндр; 7 — магниты; 8 — нижний патрубок магнитного сепаратора; 9 — первое сито; 10 — камера дробления (верхняя); 11 — сборник металломагнитных примесей; 12 — дека; 13 — устройство автоматической смены сита; 14 — ротор монолитный; 15, 16 — пневматические устройства для герметизации, фиксации сита; 17 — ось молотков; 18 — молоток; 19 — камера дробления (нижняя); 20 — второе сито; 21 — станина; 22 — виброопоры

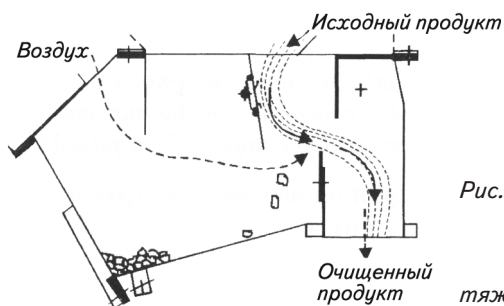


Рис. 3. Устройство «ловушки» для отделения тяжелых примесей

Для быстрой остановки ротора дробилок в конструкциях их приводов применяют тормозное устройство (рис. 6) или устанавливают специальные электродвигатели для торможения ротора.

Взрыворазрядное устройство для отвода взрывной волны из рабочей камеры дробилки за пределы здания обычно устанавливается в ее нижней части.

Корпус дробилки чаще всего штампованно-сварной из стали, имеет одну или две дверцы для свободного доступа в камеру дробления при проведении монтажных и ремонтных работ.

Ротор в современных молотковых дробилках может быть сборный или монолитный. Сборный ротор состоит из вала, который устанавливается в подшипниковых узлах, дисков, разделенных прокладками, молотков и осей (стержней) подвеса молотков. Диски расположены на валу и стянуты гайками и болтами по окружности. Сквозь диски на их периферии проходят стержни для крепления на них молотков. Подшипниковые узлы установлены вне пределов рабочей камеры, как правило, на индивидуальных опорах, закрепленных на станине. Ротор из-за допусков в посадке деталей может иметь при сборке дополнительную неуравновешенность масс.

Монолитные роторы изготавливаются как одна деталь. Высокая точность обработки, по сравнению со сборными роторами, и большая масса ротора резко снижают вибрацию всей дробилки и повышают надежность ее работы. Значительный момент инерции, возникающий при вращении массивного ротора, гасит ударные воздействия молотков по частицам продукта и колебания от незначительных отличий в массе молотков ротора. Снижение вибрации ротора оказывает благоприятное действие на работу подшипников, повышает их надежность и долговечность.

Из известных форм молотков (бичей), шарнирно подвешенных на осях, наиболее часто используют плоские прямоугольные молотки (рис. 7). Такая форма молотков способствует нанесению прямого удара по поступающему в дробилку продукту и позволяет удлинить срок их службы в результате использования рабочей поверхности всех четырех углов молотка. Долгое время считали, что чем тоньше молоток, тем эффективнее происходит процесс разрушения зернового продукта при встрече с ним. Однако было доказано, что с увеличением толщины молотков эффективность разрушения зерна возрастает.

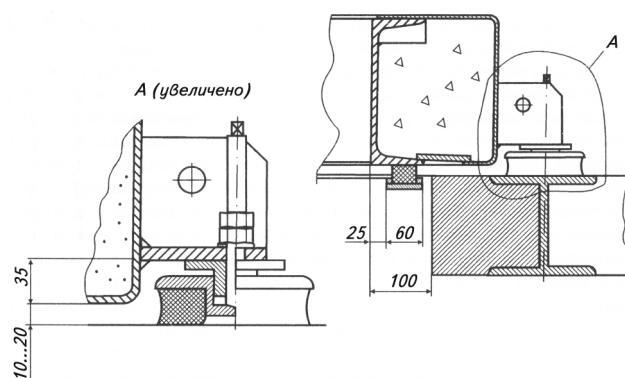


Рис. 4. Установка виброопор на молотковой дробилке

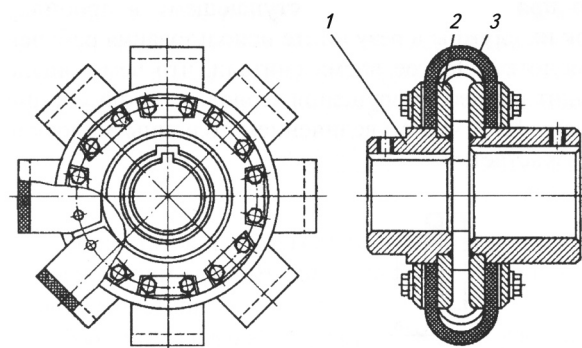


Рис. 5. Муфта дробилки:

1 — втулка; 2 — диск; 3 — хомут

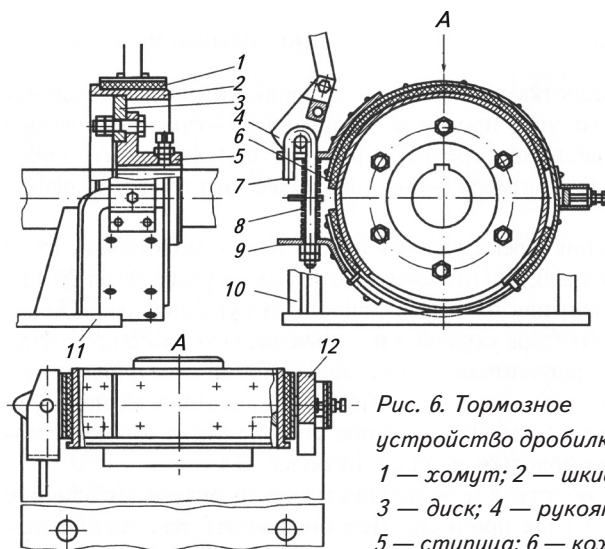


Рис. 6. Тормозное устройство дробилки:

1 — хомут; 2 — шкив; 3 — диск; 4 — рукоятка; 5 — ступица; 6 — кожух; 7 — крюк; 8 — пружина;

9 — тормозная колодка; 10 — кронштейны; 11 — плита; 12 — щека

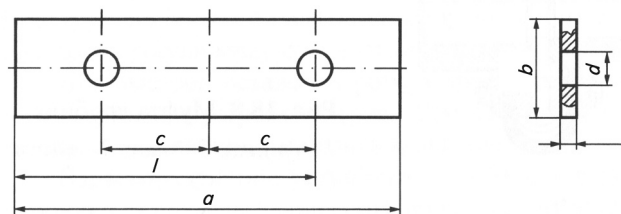


Рис. 7. Плоский прямоугольный молоток

Увеличение зазора между молотками до 3,5 мм приводит к незначительному снижению крупности помола исходного продукта. Дальнейшее возрастание зазора более заметно сказывается на величине среднего размера частиц измельченного зерна.

Изменение угла соприкосновения зерен с рабочей поверхностью молотков от 15 до 90° при разной скорости удара показало, что отклонение от прямого удара (угол 90°) на 15° не оказывает существенного влияния на эффективность разрушения зерна. Более значительное отклонение от прямого удара ухудшает измельчение исходного продукта.

Таким образом, наиболее предпочтительна установка в дробилках плоских молотков толщиной более 3 мм с зазором между ними (при совмещении всех молотков ротора в одну плоскость) не более 3,5 мм. Желательное отклонение от прямого удара продукта с рабочей плоскостью молотков и деки — не более $\pm 15^\circ$.

Расстояние между концами молотков и поверхностью сита оказывает влияние на скорость движения кольцевого слоя продукта. Чем больше это расстояние, тем меньше скорость движения частиц продукта по поверхности сита и лучше условия для просеивания через его отверстия. Однако значительное увеличение зазора между концами молотков и поверхностью сита приводит к повышению вероятности попадания целых зерен в измельченный продукт. Величина оптимального зазора зависит от окружной скорости молотков и требований к крупности измельченного продукта. Современные молотковые дробилки обычно имеют зазор 2—15 мм.

Оказывает влияние на эффективность дробления и схема расположения молотков на роторе дробилки. Применяют несколько вариантов установки молотков. Уменьшение числа молотков на роторе (так называемые разреженные схемы) приводит к повышению эффективности работы дробилок, однако ускоряет износ молотков. Нагрузка на молотки во всех существующих схемах их установки неравномерна, что также оказывает влияние на надежность работы дробилки. При установке молотков на роторе необходимо соблюдать условия его динамической уравновешенности. Молотки на противоположных осях подвеса должны находиться напротив друг друга.

Для увеличения долговечности работы подшипниковых узлов необходимо, чтобы на вал и подшипники молотковых дробилок не передавались ударные импульсы от взаимодействия молотков с продуктом. По данным М.М. Гернета, для этого необходимо, чтобы квадрат радиуса инерции молотка относительно оси его подвеса на диске ротора был равен расстоянию от центра тяжести молотка до оси подвеса, умноженному на расстояние от той же оси подвеса до конца молотков. Для молотков с двумя отверстиями (рис. 7) величину расстояния от центра тяжести до оси подвеса можно определить по следующему уравнению:

$$c^2 + \left(\frac{a^2 \cdot b}{\pi \cdot d^2} - \frac{a}{2} \right) \cdot c - \frac{ab(a^2 + b^2)}{6\pi \cdot d^2} + \frac{d^2}{8} = 0.$$

Недостаток прямоугольных молотков заключается в высокой концентрации напряжения при ударных нагрузках в вершине прямого угла, что приводит к быстрому износу молотков.

Так, исследования показали, что удельный износ комплекта молотков, изготовленных из стали 30ХГСА, в молотковой дробилке А1-ДДР и А1-ДМР-12 составил 0,5 г на одну тонну перерабатываемого продукта, а в дробилке А1-ДДП — 0,8 г/т; удельный износ комплекта молотков из стали 65Г в дробилке А1-ДДР достигал до 1,0 г/т.

Опыт эксплуатации созданной в МГУПП молотковой дробилки показал эффективность применения в ней молотков в виде цилиндров. Представляют интерес молотки в виде тора. Такие формы молотков позволяют уменьшить концентрацию напряжений, а использование молотков в виде кольца значительно увеличивает их рабочую поверхность, однако в связи с трудностями технического решения такие молотки в серийно выпускаемых дробилках не применяются.

Ротор молотковых дробилок вращается в рабочей камере, которая замкнута внутренними поверхностями деки и сита, а исходный продукт с помощью питателя направляется через приемную горловину под удар молотков ротора.

В молотковых дробилках наиболее эффективным является первичный удар молотков по частицам измельчаемого продукта, вторичный — удар частиц продукта по деке (рис. 8). Во всех молотковых дробилках скорость поступления продукта в зону удара не оказывает влияния на скорость первичного удара, поэтому она будет соответствовать окружной скорости молотков ротора и ее значение можно найти, зная радиус ротора дробилки по концам молотков и частоту его вращения.

При ударе по частице продукта молотком она за время ударного контакта t получит скорость, равную окружной скорости точки контакта. После истечения этого времени

частица продукта под действием упругости (упругое сжатие поверхности молотка не учитывается ввиду его незначительного действия на частицу продукта) отскакивает от молотка со скоростью большей, чем окружная скорость молотка в $1 + k$ раз.

Таким образом, скорость частицы продукта при ударе о деку будет больше окружной скорости молотка. Поэтому создание условий для вторичного удара частиц о

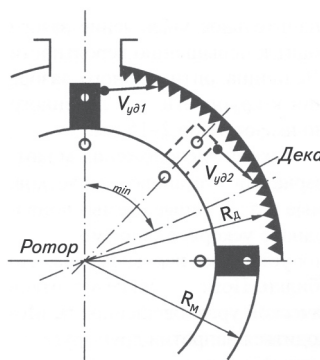


Рис. 8. Ударное воздействие на частицу продукта в молотковой дробилке

деку приобретает важное значение для интенсификации процесса разрушения, тем более, что на разгон продукта в любом случае затрачивается энергия.

Минимальный угол охвата декой рабочей камеры дробилок (град.) можно найти по формуле:

$$\alpha_{\min} = \frac{\pi}{30} n t_{\max} + \arccos \frac{R_M}{R_D},$$

где t_{\max} — максимальное время ударного контакта частиц продукта с поверхностью деки или молотка, с; R_D — радиус деки по ее внутренней поверхности, м; n — частота вращения ротора дробилки, об/мин; R_M — радиус ротора дробилки по концам молотков, м.

Внутренняя поверхность деки чаще всего бывает рифленой. Наклон рабочей плоскости рифли должен создать условия для прямого удара зерновок после их отскока от молотков. Как правило, расчет наклона плоскости рифли производится в плоскости вращения ротора, исходя из возможной траектории зерна при отскоке от молотка. Однако форма молотка в процессе эксплуатации дробилки существенно меняется. Так, у пластинчатых молотков происходит скругление всех первоначально прямых углов, и углы атаки в активной зоне молотка существенно отличаются от прямого. На рисунке 9 показана схема пластинчатого молотка, отработавшего 300 ч на дробилке А1-ДМР-12.

При использовании молотков цилиндрической формы практически любое направление отскока становится равновероятным. Кроме того, сложная конфигурация зерновки способствует такому отскоку. Таким образом, применяемая конфигурация рифлей в дробилках не может полностью реализовать условия прямого удара во всем макрообъеме рабочей зоны даже для первого удара молотка по частицам продукта. В этой связи представляет интерес возможность повышения эффективности измельчения за счет создания на рабочих поверхностях дробилок макрорельефа, обеспечивающего в зоне контакта оптимальные условия для разрушения зерен. Обработка математической модели с помощью ЭВМ показала, что в качестве элемента рельефа наиболее эффективной является полусфера. Проведенные исследования подтвердили эффективность микрорельефа рабочей поверхности деки в виде полусферы.

Сита в молотковых дробилках применяют с круглыми, продолговатыми и чешуйчатыми отверстиями, расположенными в шахматном порядке (рис. 10). Сита изготавливают методом штамповки из листовой стали. Надрезанную часть металла в чешуйчатых ситах выштам-

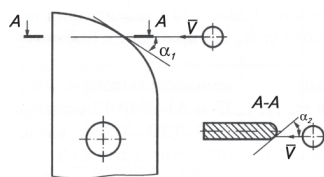


Рис. 9. Схема молотка дробилки А1-ДМР-12, отработавшего 300 ч

повышают в одну сторону, при этом образуются отверстия полуовальной или прямоугольной формы. Поверхность чешуйчатых сит с одной стороны гладкая, с другой — острошероватая, с отогнутыми кромками отверстий. В дробилке сита устанавливают острошероватой поверхностью к ротору, а отогнутые кромки отверстий должны быть направлены навстречу вращению ротора.

При использовании чешуйчатого сита с отверстиями размером 2,5х15 мм измельченное зерно будет иметь крупность, близкую к крупности при использовании в дробилке сита с отверстиями Ø6,3 мм.

Производительность дробилок с чешуйчатыми ситами по сравнению с ситами, имеющими круглые отверстия, возрастает более интенсивно при меньшей площади ситовой поверхности. Увеличение производительности дробилок происходит в результате улучшения просеивающей способности чешуйчатых сит, так как кольцевой слой продукта движется навстречу отверстиям, а не скользит по ним. Однако изнашивание поверхности чешуйчатых сит в несколько раз больше, чем у сит с круглыми отверстиями. Попадание твердых предметов приводит такие сита к полному выходу из строя. Поэтому надежность работы молотковых дробилок с чешуйчатыми ситами крайне низка.

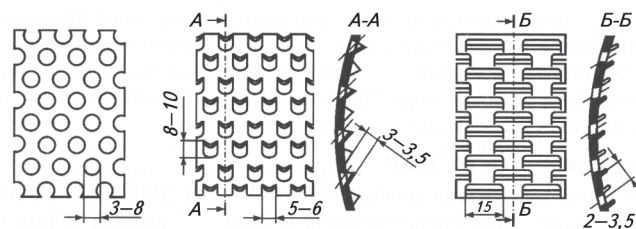


Рис. 10. Сита молотковых дробилок:

а — с отверстиями круглой формы; б — чешуйчатое с пробивными отверстиями овальной формы; в — чешуйчатое с пробивными отверстиями прямоугольной формы

Широко применяют для измельчения зернового сырья в молотковых дробилках штампованные сита с отверстиями Ø3–8 мм. Увеличение размера отверстий в 1,5–2,5 раза по сравнению с требуемой крупностью комбикормов основных рецептов позволяет улучшить просеивающую способность сита, повысить производительность дробилок, снизить количество переизмельченной части продукта. Большая скорость движения измельчаемого продукта по поверхности сита снижает вероятность прохождения через его отверстия целых зерен.

Для повышения степени унификации узлов и деталей молотковых дробилок разной производительности увеличивают их ситовую поверхность за счет возрастания длины вала ротора, соответственно, увеличивается мощность основного электродвигателя. Удельная нагрузка на сита в молотковых дробилках при переработке зернового нового сырья

составляет 5–15 т/ч на 1 м² поверхности. Она зависит от конструкции дробилки, размера отверстий сита. Наибольшая удельная нагрузка на сито — в дробилке А1-ДМР-20.

Оптимальная толщина сит 1,5–3,0 мм. Толщина более чем 3 мм удлиняет срок службы, однако ухудшает просеивающую способность и усложняет процесс изготовления сита. Сито толщиной менее 1,5 мм быстро выходит из строя из-за прорыва его поверхности, так как оно находится в условиях интенсивного трения и ударного воздействия.

Современные конструкции молотковых дробилок

В настоящее время молотковые дробилки выпускаются более чем двадцатью отечественными машиностроительными заводами и большим количеством зарубежных фирм. Конструкции молотковых дробилок могут иметь горизонтальную или вертикальную ось вращения ротора. Наиболее распространены молотковые дробилки с горизонтальным расположением вала ротора.

Молотковые дробилки А1-ДМР

Унифицированные молотковые дробилки А1-ДМР-6, А1-ДМР-12 и А1-ДМР-20 выпускаются машиностроительными заводами «Красное Сормово», «Пролетарский», «Продмаш» (г. Днепропетровск) и др.

Молотковая дробилка состоит из питателя, совмещенного с магнитным сепаратором, самой дробилки, основания (станции), привода и взрыворазрядного устройства (рис. 11).

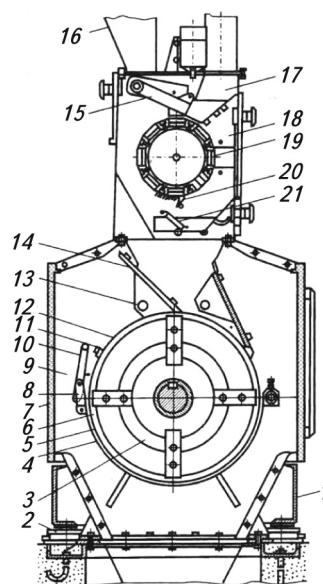
Питатель 18 барабанного типа. На его корпусе расположен магнитный сепаратор 19, включающий семь блоков постоянных магнитов, подпружиненный гибкий скребок 20 для очистки поверхности барабана от металлопримесей и металлосорника. Между барабаном и приемным патрубком 17 находится секторная заслонка 15. Механизм поворота заслонки позволяет регулировать производительность дробилки в ручном и автоматическом режимах. Над питателем расположено взрыворазрядное устройство 16. Корпус дробилки 9 сварной конструкции, с двух сторон которого находятся дверцы 7, заполненные звукоизолирующим материалом. Дверцы имеют большие размеры и обеспечивают свободный доступ к узлам и деталям рабочей камеры дробилки.

Таблица 1. Технические характеристики

Параметры
Производительность*, т/ч
Ротор:
диаметр, мм
длина, мм
частота вращения, об/мин
Окружная скорость молотков
Число молотков
Электродвигатель ротора:
мощность, кВт
частота вращения, об/мин
Площадь ситовой поверхности
Габариты, мм:
длина
ширина

Ротор Зсборной конструкции, установлен в двух подшипниковых узлах. Он имеет четыре оси подвеса пла-

Рис. 11. Молотковая дробилка типа А1-ДМР:



1 — основание; 2 — виброизолирующая опора; 3 — ротор; 4 — стальная лента; 5 — ситовая обечайка; 6 — кольцевой выступ; 7 — дверца; 8, 10 — рычаги; 9 — корпус; 11 — накладка; 12 — ситовая вставка; 13 — полусось; 14 — декоративный блок; 15 — секторная заслонка; 16 — взрыво-разрядное устройство; 17 — приемный патрубок; 18 — питатель; 19 — магнитный сепаратор; 20 — гибкий скребок; 21 — металлосорбник магнитного блока

стинчатых молотков. Ситовая обечайка 5 прижимается к кольцевым выступам 6 корпуса двумя стальными лентами 4. Ленты натягиваются с помощью рычагов 8 и 10. В верхней части рабочей камеры расположены два дековых блока 14, которые в зависимости от направления вращения ротора могут быть установлены в рабочее положение или заменены ситовой вставкой 12. Привод дробилки осуществляется от электродвигателя через упругую муфту. Управление электродвигателем позволяет осуществлять реверс ротора дробилки для более эффективного использования по очереди всех четырех углов молотков по мере их износа.

В таблице 1 приведены основные технические характеристики трех типов унифицированных молотковых дробилок А1-ДМР.

Таблица 1. Технические характеристики унифицированных молотковых дробилок А1-ДМР

Параметры	А1-ДМР-6	А1-ДМР-12	А1-ДМР-20
Производительность* , т/ч	6	12	20
Ротор:			
диаметр, мм	630	630	630
длина, мм	400	655	825
частота вращения, об/мин	2960	2930	2930
Окружная скорость молотков, м/с	98	98	98
Число молотков	50	86	110
Электродвигатель ротора:			
мощность, кВт	55	110	160
частота вращения, об/мин	2960	2930	2930
Площадь ситовой поверхности, м²	0,69	1,13	1,42
Габариты, мм:			
длина	1810	2400	2700
ширина	1176	1176	1176
высота	2720	2720	2720
Масса, кг	1900	2400	3500

* При измельчении ячменя влажностью 14,5–15,6% с объемной массой 680 кг/м³ на сите с отверстиями диаметром 6 мм.

Молотковые дробилки ММ

Молотковые дробилки ММ выпускаются фирмой «Совокрим» двух типоразмеров: ММ-70 и ММ-140.

Дробилки (рис. 12) состоят из стального сварного корпуса 2, ротора, закрепленного на двух подшипниковых узлах, деки, сита, приводного электродвигателя 4, станины 5, установленной на шести виброопорах 6. Питатель роторного типа (на рис. 12 не показан) выпускается в нескольких модификациях, в том числе с магнитным сепаратором или без него.

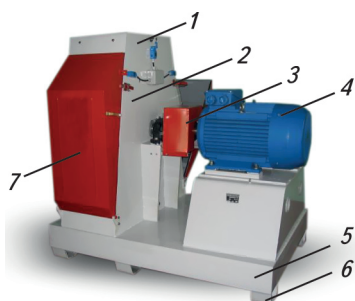


Рис. 12. Молотковая дробилка типа ММ:

- 1 — клапан; 2 — корпус;
3 — ограждение муфты;
4 — приводной электродвигатель; 5 — станина;
6 — виброопора;
7 — дверки

Ротор дробилки сборного типа перед установкой подвергается динамической балансировке на специальном высокоточном балансирующем станке. Молотки ротора изготавливаются из стали 30ХГСА толщиной 6 мм. Привод ротора осуществляется от электродвигателя через упругую муфту.

Взрыворазрядитель для защиты молотковых дробилок установлен на боковой стенке в верхней части выпускного бункера. Основные технические характеристики дробилок ММ приведены в таблице 2.

Таблица 2. Технические характеристики молотковых дробилок ММ

Параметры	ММ70	ММ140
Производительность, т/ч (измельчение ячменя влажностью 15% с объемной массой 600–620 кг/м³) с двигателем, кВт:	37; 45; 55	75; 90; 110
на ситах с отверстиями диаметром:		
5 мм	4,2; 5,1; 6,2	8,4; 10,1; 12,3
4 мм	3,9; 4,7; 5,8	7,5; 9,0; 11,0
3 мм	2,8; 3,4; 4,2	5,8; 7,0; 8,5
Диаметр ротора, мм	1020	1020
Длина ротора, мм	335	550
Окружная скорость, м/с	90	90
Площадь ситовой поверхности, м²	0,76	1,36
Мощность приводного двигателя, кВт	37; 45; 55	75; 90; 110(132*)
Частота вращения ротора, об/мин	1500	1500
Габариты, мм:		
длина	1700	2000
ширина	1400	1400
высота	2360	2360
Масса с питателем П-20*, кг	1945	2750

* Устанавливается по дополнительному заказу.

Молотковые дробилки типов 2D и GD

Молотковые дробилки типов 2D и GD изготавливаются фирмой «Ван Аарсен» (Нидерланды). Дробилки типа 2D используются также на российских предприятиях по производству комбикормов.

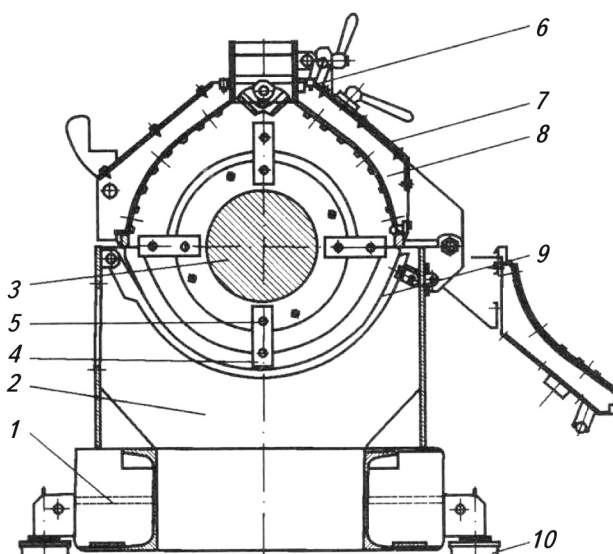


Рис. 13. Молотковая дробилка типа 2D:

- 1 — станина; 2 — корпус; 3 — ротор; 4 — молоток; 5 — ось подвеса молотка; 6 — уплотнитель; 7 — дверка; 8 — дека; 9 — сита; 10 — виброопора

Дробилка (рис. 13) состоит из станины 1, корпуса 2, монолитного ротора 3, пластинчатых молотков 4, осей подвеса молотков 5, уплотнителя 6, дверки корпуса 7, деки 8, сита 9, виброопоры 10.

Питатель дробилки роторного типа позволяет плавно регулировать поступление в рабочую камеру дробилки исходного продукта. Управление питателем связано в автоматическом режиме с нагрузкой основного электродвигателя дробилки. Эта система позволяет измельчать исходный продукт при 100% загрузке электродвигателя.

Деки дробилки расположены в правой и левой верхней части рабочей камеры, что позволяет быстро изменять направление вращения ротора. Дека выполнена из материала с высокой износостойкостью, обеспечивающего длительную работу без замены.



Таблица 3. Основные технические характеристики молотковых дробилок типа 2D

Параметры	Наименование модели			
	HM-500-2D	HM-700-2D	HM-1000-2D	HM-1400-2D
Производительность, т/ч	5,0–7,5	7,0–12,0	12,0–18,0	15,0–30
Мощность основного электродвигателя, кВт:				
с частотой вращения 3000 об/мин	55; 75	110	132; 160	200
двухскоростного с частотой вращения 1500/3000 об/мин	60/73	95/115	135/170	180/230
Мощность электродвигателя питателя, кВт, при частоте вращения 1000 об/мин	0,55	0,75	0,75	1,1
Расход воздуха на аспирацию, м³/мин	25–35	50	60–75	90
Мощность привода вентилятора аспирации дробилки, кВт	4,0/5,5	5,5	7,5/11	11
Камера дробления				
ширина, мм	500	700	1000	1400
диаметр по концам молотков, мм	600	600	600	600
диаметр цельного ротора, мм	415	415	415	415
площадь поверхности деки, м²	0,42	0,60	0,83	1,2
площадь ситовой поверхности, м²	0,5	0,7	1,0	1,4
число молотков, шт.	96	136	192	272
Масса дробилки с бункером, кг	3000	4200	5300	6800

Монолитный ротор смонтирован на выносных опорах с подшипниками повышенной точности и долговечности. Диаметр ротора близок к размеру рабочей камеры дробилки, что позволяет использовать молотки небольшого размера, которые не оказывают существенного влияния на вибрацию дробилки. Смена ряда молотков производится его поворотом до совмещения свободного отверстия молотков с дополнительным отверстием для оси подвеса. Таким образом ликвидированы условия для ошибочной замены молотков при их повороте.

Дробилки оснащены устройствами для герметизации сита и его фиксации. Смена сита может производиться вручную или с помощью специального устройства 13 (рис. 1) с пульта управления. Помимо автоматической смены сит и очистки магнитов возможно автоматическое регулирование подачи измельчаемого продукта в дробилку с помощью электропневматического клапана 3 (рис. 1), связанного через рычаг с поворотной заслонкой барабана питателя.

Установка номинального значения загрузки дробилки осуществляется в автоматическом режиме в течение 20 с после загрузки дробилки на холостом ходу.

Основные технические характеристики типоразмеров молотковых дробилок серии 2D представлены в таблице 3.

Компания «Ван Аарсен» разработала новый тип дробилки GD большей произво-

Таблица 4. Основные технические характеристики молотковых дробилок типа GD

Параметры	Наименование модели	
	GD700	GD1400
Производительность при измельчении ячменя, размер отверстий сита в дробилке 5 мм, т/ч	10–15	20–60
Мощность основного электродвигателя, кВт	90–120	160–480
Частота вращения роторов электродвигателя и дробилки, об/мин	1500	1500
Площадь поверхности сита (рабочая), м²	1,37	2,74
Площадь поверхности деки, м²	1,2	2,4
Расход воздуха на аспирацию, м³/мин	90	150
Габариты, мм:		
длина	2600	3300
ширина	1550	1550
высота	2600	2600
Масса, кг	5200	7500

дительности (рис. 14). Дробилка выпускается трех типоразмеров с диапазоном производительности от 20 до 60 т/ч в зависимости от крупности помола и типа сырья.

Ротор собран из дисков, вырезанных лазером, для достижения хорошей балансировки. Частота вращения ротора 1500 об/мин, это позволяет резко увеличить долговечность работы подшипников ротора. Предусмотрен реверс ротора; при наличии двенадцати отверстий в роторе молотки после износа двух углов могут быть повернуты ряд за рядом. Неправильное размещение молотков при повороте практически невозможно.

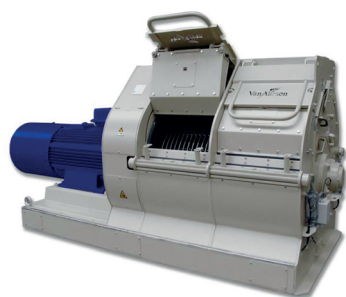


Рис. 14. Молотковая дробилка типа GD со сменными ситами в кассетном держателе



Дробилки типа GD оснащены температурным контролем подшипников и рабочей камеры. При автоматической замене сита с различными диаметрами отверстий пневматическим устройством высвобождаются из своих кожухов и подаются в дробилку для их установки. Это дает возможность быстрой замены сита без остановки дробилки. Автоматическая замена сита возможна для двух или трех комплектов сит.

Молотковая дробилка спроектирована и изготавливается в соответствии с европейскими нормами безопасности: установлены магнитные замки на дверцах корпуса дробилки; контролируется скорость вращения ротора; усовершенствована аспирация; предотвращено накопление пыли в дробилке.

Основные технические характеристики молотковых дробилок типа GD представлены в таблице 4.

Молотковые дробилки типов ВДК, ЛДЕ, ЛДХ

Молотковые дробилки типов ВДК, ЛДЕ, ЛДХ выпускаются фирмой «АГРО» (Дания). Модели различаются в основном по способу смены сита: ВДК — смена сит при остановке дробилки, ЛДЕ — ручная смена сит при работающем электродвигателе, ЛДХ — автоматическая смена сит при работающем электродвигателе.

Молотковые дробилки фирмы «Андритц»

Датская фирма «Андритц» выпускает молотковые дробилки двух типов: «мультимил» (для тонкого измельчения) и «оптимил» (для грубого измельчения).

На рисунке 15 представлен общий вид дробилки «мультимил» В. Производится также модификация «мультимил» 01. Они отличаются способом выемки рабочих сит: в первой они извлекаются через широкие откидные дверки 16 с нижними шарнирами, а во второй — с торца. Дробилки оснащаются двухшнековым питателем 8, обеспечивающим равномерную подачу измельчаемого продукта на магнитный сепаратор, в котором имеется откидная дверка 6, управляемая рукояткой 12, для удаления металломагнитных примесей.

Дробилки «мультимил» предназначены для тонкого измельчения зерновых и других продуктов при приготовлении кормов специального назначения, в частности для молодняка животных, рыб, декоративных птиц и т. п. Дробилки «мультимил» — высокооборотные (число оборотов ротора 3000 в мин), имеют камеру измельчения диаметром 650 мм и шириной от 300 до 1400 мм в зависимости от типоразмера по производительности. Дробилки «оптимил» оснащены камерой измельчения диаметром 1100 мм и шириной от 500 до 1200 мм; число оборотов ротора 1500 в мин. Конструкции дробилок во многом аналогичны: используются практически унифицированные питатели и магнитные сепараторы. Габариты ситовых дек соответствуют рабочей камере.

В дробилках «мультимил» установлены 4 секции сеток, что позволяет изменять размеры частиц, благодаря



Рис. 15. Молотковые дробилки фирмы «Андритц» типа «мультимил»:

1 — виброопоры; 2 — основание; 3 — подмоторная плита; 4 — приводной электродвигатель (3000 об/мин); 5 — съемная фортка; 6 — откидная дверка; 7 — межшнековая передача; 8 — питатель; 9 — приемный патрубок; 10 — смотровой люк; 11 — привод питателя; 12 — рукоятка откидной дверки; 13 — роликовые направляющие для сит; 14 — фланцевый подшипниковый узел; 15 — торцевая стенка; 16 — откидные дверки; 17 — приводной электродвигатель (1500 об/мин)

наличию разных сеток в одной секции. Подшипниковые узлы 14 в этих дробилках фланцевого типа и смонтированы в торцевых стенках, в то время как на дробилках «оптимил» они вынесены на станину, аналогично отечественным конструкциям.

Вибрации и шум дробилок соответствуют принятым в Европе стандартам. Все модели дробилок рассчитаны на реверсивное вращение ротора. Толщина молотков разная — от 3,0 до 6,0 мм.

Передние дверки 16 имеют нижнюю шарнирную подвеску и открываются в стороны, обеспечивая свободный доступ к ситовым рамам.

Все питатели дробилок имеют компактные приводные мотор-редукторы с плавной регулировкой числа оборотов питающих шнеков.

Основные технические параметры этих молотковых дробилок приведены в таблице 5.

Молотковые дробилки Р1-БДК-М и Р1-БДК-5М

Эти дробилки относятся к типу машин с вертикальным расположением оси ротора. Дробилки имеют два типоразмера по производительности (от 1,5 до 2,0 и от 4,0 до 5,0 т/ч) и выпускаются объединением «Мельинвест» как

Таблица 5. Основные технические характеристики дробилок фирмы «Андритц»

Параметры	Модель (тип) дробилки													
	Мультимил В						Мультимил 01				Оптимил			
	650/ 315	650/ 450	650/ 630	650/ 800	650/ 1000	650/ 1400	301	601	801	1001	500	700	900	1201
Мощность электродвигателя, кВт	22–25	45–75	75–100	90–160	160–250	200–355	55–75	75–110	90–160	160–250	160	250	315	355
Диаметр камеры измельчения, мм	650	650	650	650	650	650	650	650	650	650	1100	1100	1100	1100
Длина камеры измельчения, мм	315	450	630	800	1000	1400	301	601	801	1001	500	700	900	1201
Число оборотов ротора в минуту	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	3000	1500	1500	1500	1500
Рабочая площадь сит, м³/ч	0,4	0,6	0,83	1,06	1,33	1,86	0,47	0,80	1,08	1,36	1,43	2,00	2,57	3,46
Расход воздуха на аспирацию, м³/ч	2000	3000	4000	5000	3600	9000	2000	4000	5000	6300	3600	5000	6400	8800
Способ замены сит	С остановкой дробилки						Без остановки дробилки				С остановкой дробилки			

для комплектных комбикормовых заводов типа Р1-БКЗ, так и для самостоятельного использования.

Дробилка состоит из корпуса 1, крышки 2, ротора, электродвигателя 3, цилиндрического нижнего сита, задвижки с приводом 4 и пульта управления (рис. 16). На корпусе имеется боковой люк 9, смотровое окно 6 и патрубок 7 для подсоединения взрыворазрядителя.

Ротор дробилки закреплен непосредственно на валу электродвигателя. Смена сита и молотков ротора дробилки производится через боковой люк 9.

Изменение количества исходного продукта, поступающего в рабочую камеру дробилки, происходит в автоматическом режиме за счет задвижки 4. Исходный продукт попадает под удар молотков ротора, отбрасывается на по-

верхность сита и остается в рабочей камере до тех пор, пока размер измененных частиц продукта не будет меньше размера отверстий сита. Прошедшие через отверстия сита частицы продукта через разгрузочное устройство выводятся из дробилки.

Основные технические характеристики молотковых дробилок приведены в таблице 6.

Таблица 6. Основные технические характеристики молотковых дробилок типа Р1-БДК

Параметры	Р1-БДК-М	Р1-БДК-5М
Производительность, т/ч	1,5–2,0	4,0–5,0
Установленная мощность, кВт,	15,2	38,5
в том числе:		
основного двигателя	15,0	37,0
двигателя привода задвижки	0,2	1,5
Число оборотов ротора, об/мин	1500	1500
Габариты, мм:		
длина	1500	1500
ширина	1500	1500
высота	2700	3200
Масса, кг	500	1000

Молотковые дробилки ДМВ

Молотковые дробилки серии ДМВ с вертикальным расположением оси ротора разработана компанией «Технэкс». Дробилка (рис. 17) состоит из питателя, магнитного сепаратора, ловушки для тяжелых примесей, корпуса дробилки, электродвигателя, ротора, цилиндрического и нижнего сита, бункера под дробилкой и устройства разгрузки.

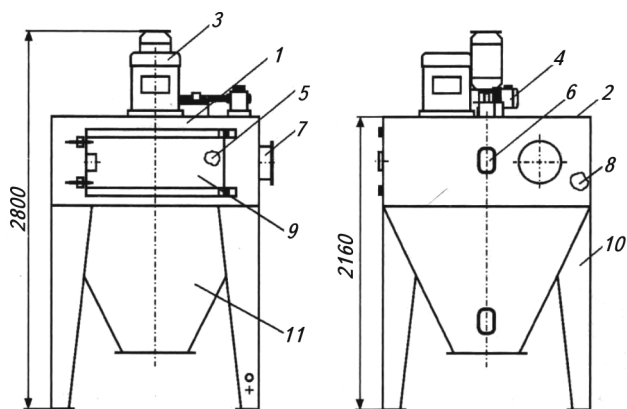


Рис. 16. Молотковая дробилка типов

Р1-БДК-М и Р1-БДК-5М:

1 — корпус; 2 — крышка; 3 — приводной электродвигатель; 4 — задвижка с приводом; 5 — ротор; 6 — смотровое окно; 7 — патрубок; 8 — дека (ситовая обечайка); 9 — откидной люк; 10 — станина; 11 — сборный конус

Питатель 4 подает продукт на два загрузочных патрубка, обеспечивая равномерную загрузку рабочей камеры. Магнитный сепаратор и ловушка для тяжелых примесей, входящие в состав питателя, дают возможность произвести дополнительную очистку сырья от тяжелых и металломагнитных примесей. Удаление этих примесей увеличивает срок службы молотков и сит.

Ротор дробилки крепится непосредственно на вал электродвигателя и на нем подвешены 48 пластинчатых молотков. Ситовой короб имеет не только перфорированную боковую поверхность, но и перфорированное дно (рис. 18), что снижает возможность переизмельчения частиц продукта.

При необходимости сита и молотки заменяются через сервисную дверцу на корпусе дробилки и с помощью механизма с пневмоприводом для подъема-опускания ситового короба. Вертикальная молотковая дробилка

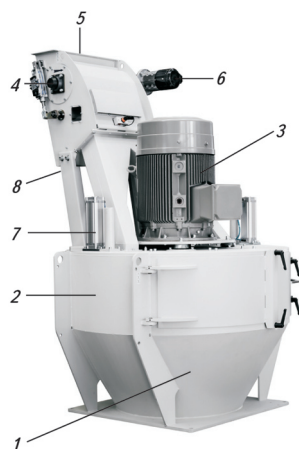


Рис. 17. Вертикальная молотковая дробилка ДМВ: 1 — корпус дробилки; 2 — размольная камера; 3 — приводной электродвигатель; 4 — питатель; 5 — приемное отверстие шнека; 6 — привод шнека; 7 — пневмопривод устройства подъема и опускания сита; 8 — магнитная защита

не требует индивидуальной аспирации.

Дробилка ДМВ работает в автоматическом режиме. Система управления построена на современной элементной базе, класс защиты оборудования — не менее IP54. Система управления включает шкаф управления, пульт местного управления для сервисного обслуживания дробилки и силовую панель.

Алфавитно-цифровой дисплей, расположенный на шкафу управления, отображает заданную и реальную нагрузки на двигатель дробилки, направление вращения, силу тока двигателя, аварийные сообщения. Индикация показывает режим работы, наличие продукта в бункере над дробилкой, подачу продукта в размольную камеру, готовность транспортных маршрутов для передачи измельченного продукта далее по технологической цепи, остановку двигателя.

Модификация дробилок ДМВ включает модели с электродвигателями мощностью 75; 90; 110 и 132 кВт, обеспечивающими производительность (по пшенице) от 9 до 18 т/ч. Частота вращения ротора дробилки составляет 1500 об/мин.

Габариты с установленным питателем, без бункера под дробилкой и разгрузочного устройства, составляют (мм): длина — 1750, ширина — 1720, высота — 2835. ■

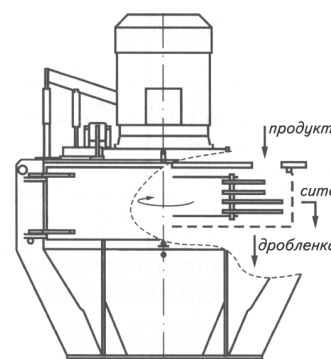


Рис. 18. Схема работы молотковой дробилки типа ДМВ

Источник: Технологическое оборудование и поточные линии предприятий по переработке зерна: учебник / Л.А. Глебов, А.Б. Демский, В.Ф. Веденьев, А.Е. Яблоков, I и III части под ред. Л.А. Глебова, II часть под ред. А.Б. Деменского. — М.: ДеЛи принт, 2010. — 696 с.