

УДК 622.7

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ДРОБИЛОК НА СТАДИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

В. В. ДЕНЕГИН, А. И. ТАТЬКО, Ю. Р. МАРУСОВ

В связи с вовлечением в производство более бедных руд мощность и доля обогащательного оборудования в промышленности постоянно возрастают и вопросы его безопасности приобретают все большее значение. Для интенсификации работ в этом направлении важна и вместе с тем трудна количественная оценка безопасности этого оборудования, особенно на стадии проектирования или модернизации. Рассмотрим возможные методы решения этой задачи применительно к процессам дробления материалов. Можно выделить основные факторы общего характера, влияющие на безопасность процесса дробления.

Крупность дробимого материала определяет размер дробильной машины и мощность ее привода. Прочность материала влияет на усилия в рабочих элементах. Следовательно, с ростом этих параметров растут и производимые машиной шум и вибрация, а степень потенциальной опасности дробилки для обслуживающего персонала увеличивается. Вязкость и налипаемость исходного материала требуют увеличения скоростей движения рабочего органа, что также приводит к увеличению шума и вибрации. Трещиноватость и хрупкость материала снижают энергетические затраты на дробление, значит, снижают шум и вибрацию, но, как правило, усиливают пылеобразование. Таким образом, свойства дробимого материала уже существенно предопределяют потенциальную опасность процесса дробления.

Конструкция дробилки и принцип работы существенно влияют на ее безопасность. Например, для щековых дробилок характерна циклическая форма движения рабочего органа, что вызывает значительные динамические нагрузки, приводящие к высоким уровням шума и вибрации. Прямоугольная форма загрузочного отверстия и свободный доступ к нему приводят к возможности попадания в него чрезмерно крупных кусков материала, что требует потенциально опасной ручной обработки. Как правило, дробильщик находится на площадке над приемным отверстием, т.е. в зоне наибольшего уровня шума и запыленности и возможного выброса материала из рабочего пространства. Щековые дробилки имеют за пределами своего корпуса также потенциально опасные элементы: шкив, маховик, ремни.

Конусные дробилки конструктивно хорошо поддаются изоляции от выступающих подвижных элементов. Для них разработаны автоматически срабатываю-

шие средства защиты от поломок. Рабочая площадка дробильщика может быть вынесена дальше от агрегата. Таким образом, конструкция конусной дробилки в целом является более безопасной, чем щековой.

Валковые дробилки отличаются малыми величинами динамических нагрузок и шума. Их рабочие органы закрыты кожухом. Привод вынесен за пределы корпуса. Обслуживание дробилки не требует постоянного присутствия оператора. Можно утверждать, что эти дробилки еще безопаснее конусных.

В дробилках ударного действия из-за высоких скоростей бил и молотков и скоростей движения материала имеют место высокие уровни шума, вибрации и пылеобразования. Поэтому они являются наиболее опасными по данным параметрам, но зато не требуют постоянного присутствия оператора.

Параметры режима работы дробилок также существенно влияют на их безопасность. Например, угол захвата дробимого материала для уменьшения размеров машины выбирается конструктором максимально возможным по условиям тре-

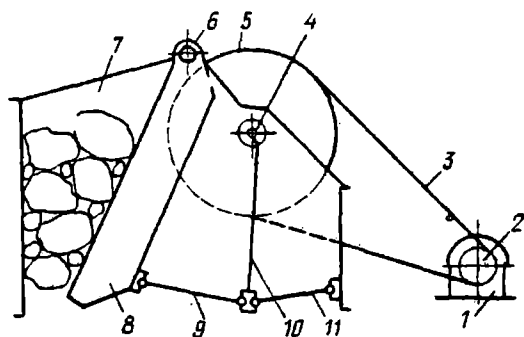
Однако из-за нестабильности коэффициента трения возможен выброс кусков из рабочего пространства и травмирование ими персонала. Еще более тяжелые последствия могут быть при выбросах недробимого тела.

Стремление увеличить производительность дробилок за счет роста скоростей движения рабочего органа и амплитуды его колебания приводит к росту шума, вибрации, пылеобразования, выбросов, поломок и т.п.

Таким образом, потенциальная опасность процесса дробления в значительной степени предопределяется рассмотренными тремя основными факторами. Количественная оценка каждого фактора в каждом конкретном случае проявляется в сумме баллов набираемых при детальной оценке отдельных элементов по следующей методике.

Как показывает анализ конструкций дробилок, каждый тип представляет определенную опасность для обслуживающего персонала. Наиболее опасными являются щековые дробилки. На примере этой дробилки рассмотрим возможный метод количественной оценки ее потенциальной опасности или конструктивных предложений по ее безопасности с учетом следующих факторов: степени доступности для обслуживающего персонала, удельного времени обслуживания, интенсивности пылеобразования, уровня шума, его спектра и вида, уровня вибрации, ее спектра и вида, наличия активных и пассивных средств защиты, степени электробезопасности.

Представим дробилку в виде схемы (см. рисунок) с указанием потенциальных источников травматизма: электродвигатель I со шкивом 2, ременная передача 3, шкив передачи 6 и маховик 5, эксцентриковый вал 4, загрузочное отверстие и рабочее пространство 7, подвижная щека 8, передняя 9 и задняя II распорные плиты, шатун IO. Применяв метод экспертных оценок, можно оценить степень опасности каждого элемента в баллах. Более точным, но и более трудоемким, требующим накопления и обработки большого статистического материала по травматизму, является ретроспективный анализ. Потенциальная степень опасности (ПСО) дробилки определится как сумма баллов, начисленных отдельным элементам.



Принципиальная схема щековой дробилки

Применяя метод экспертных оценок, можно использовать, например, следующий подход к количественной оценке. Электродвигатель как источник электротравматизма оценим в три балла (возможен смертельный исход), как источник шума и вибрации - еще по одному баллу. Вращающийся шкив двигателя, ременную передачу, шкив ведомый и маховик также оцениваем по три балла. Эти же элементы как источники вибрации оцениваются в два балла (возможна виброболезнь) и как источники шума - по одному баллу. Эксцент-

риковый вал получает по два балла за шум и вибрацию и три балла как вращающийся элемент. Узел загрузки и рабочая зона как источники пыли - по два балла. Опасность выбросов оцениваем в три балла. Подвижная щека в целом получает шесть баллов. Распорные плиты оцениваем в четыре балла, шатун в шесть баллов. Суммарная оценка ПСО дробилки равна, следовательно, 57 баллам.

Оценим теперь степень защиты (СЗ) дробилки как сумму баллов защит отдельных элементов. Ремени и передача, шкив двигателя, шкив и маховик дробилки, имеющие защитные кожуха, считаются полностью защищенными и оцениваются в 3 балла. Защищенность электродвигателя оценивается в два балла. Поскольку подвижная щека, эксцентриковый вал, шатун и распорные плиты расположены внутри корпуса дробилки, то их защиту как подвижных элементов оценим в три балла. Узел загрузки и рабочая зона дробилки, являющиеся открытыми элементами, могут считаться незащищенными, если возможен доступ оператора к этой зоне во время работы дробилки (ноль баллов). Шумовые и вибрационные характеристики отдельных элементов при проектировании не представляется возможным оценить. Можно полагать, что наличие кожухов на ременной передаче и шкивах и маховике несколько ослабит уровень шума (степень защиты по этому параметру - один балл для каждого элемента). То же можно сказать и относительно распорных плит и эксцентрикового вала. Поскольку в принятых конструкциях дробилок отдельные элементы не имеют виброизоляции, защиту от вибрации оцениваем в ноль баллов. Общая степень защиты дробилки оказалась равной 36 баллам.

Теперь определяем фактическую степень опасности (ФСО) дробилки как разности между ПСО и СЗ, равную 21 баллу.

Для уменьшения ПСО дробилок может быть предложен ряд мер: установка магнитных ловушек, применение гидравлической системы защиты от перегрузок, дистанционное управление и т.д. Применение этих средств может быть оценено количественно по предложенной методике и тогда результаты проделанной работы по повышению степени безопасности дробилки также могут быть оценены количественно.