



УДК: 622.233

АНАЛИЗ ОПЫТА ЭКСПЛУАТАЦИИ ЦЕНТРОБЕЖНЫХ ДРОБИЛЬНЫХ МАШИН

ANALYSIS OF OPERATING EXPERIENCE CENTRIFUGAL CRUSHING MACHINE

ХАЛОВ Р.Ш.
rass777kg@mail.ru

Представлен анализ результатов эксплуатации центробежных дробильных машин

Анализ продукции, выпускаемой предприятиями нерудной промышленности, разрабатывающим месторождения магматических горных пород, показывает, что они в основном производят щебень в виде фракций 5–20 мм и 20–40 мм, в отдельных случаях – фракций 5–10, 10–20 и 5–15 мм. К щебню фракции 5–20 мм, используемой для приготовления асфальтобетонных смесей для верхних слоев покрытий, имеются серьезные претензии со стороны дорожно-строительных организаций.

Производимый щебень фракции 5–20 мм обычно сильно закруглен. Это не позволяет подобрать оптимальный зерновой состав минеральной части асфальтобетонных смесей, что существенно ухудшает физико-механические характеристики асфальтобетона. Исследования Союздор НИИ, а также отечественный и зарубежный опыт строительства и эксплуатации автомобильных дорог позволили установить, что щебень для приготовления асфальтобетонных смесей для верхних слоев покрытий должен выпускаться в виде узких фракций (5–10, 10–15, 15–20 мм). Из них сравнительно просто подобрать требуемые смеси оптимального зернового состава [1].

Поставляемый щебень фракции 5–20 мм в большинстве случаев содержит чрезмерное количество зерен лещадной формы – 25–40% и более. Повышенное их содержание отрицательно влияет на удобоукладываемость и плотность асфальтобетонных смесей. Они обладают меньшей механической прочностью по сравнению с кубовидными, и поэтому в процессе строительства и при эксплуатации дорог щебень разрушается, что может приводить к образованию поверхностей, не покрытых битумом. Эти места являются первичными очагами разрушения асфальтобетона при проникновении воды и действии затем попеременного замораживания-оттаивания.

В связи с этим действующая нормативно-техническая документация ограничивает содержание в смесях зерен лещадной формы: 15% — для смесей типа А, 25% – типа Б, 35% — для смесей типа В. Особенно отрицательное действие зерен лещадной формы проявляется при поверхностной обработке асфальтобетонных покрытий с использованием фракционированного щебня, когда при укладке материала разрушается большая часть таких зерен. В этом случае их содержание в щебне не должно превышать 10% [5].

Отрицательное воздействие на свойства асфальтобетона оказывает и повышенное количество пылевато-глинистых примесей, которые препятствуют контакту битума с поверхностью щебня. Поэтому их содержание не должно превышать: 1% – для приготовления асфальтобетонной смеси; 0,5% – для поверхностной обработки.

При формировании структуры асфальтобетона щебень является главным компонентом, определяющим устойчивость минерального остова. Лабораторными исследованиями установлено, что коэффициент внутреннего трения зависит от зернового состава асфальтобетона. На него практически не влияет вязкость применяемого битума и асфальтового вяжущего вещества. В асфальтобетонах с остаточной пористостью 3,0–3,5% коэффициент внутреннего трения возрастает при увеличении содержания кубовидных зерен щебня [2].



Высокие показатели внутреннего трения обеспечивают плотные асфальтобетоны типа А на основе дробленых каменных материалов и специальные многощепнистые составы, например щебеночно-мастичный асфальтобетон (ЩМА) по ТУ 5718.030.01393697-99.

В щебеночно-мастичных асфальтобетонных смесях высокое содержание прочного фракционированного щебня (70–80%) с улучшенной (кубовидной) формой зерен, что создает устойчивый каркас. Повышенное содержание минерального активированного порошка (8–15%) и битумного вяжущего (не менее 5,5%) значительно уменьшает количество пустот в уплотненном слое покрытия. Для структурирования и стабилизации битумного вяжущего рекомендуется вводить специальные стабилизирующие добавки, например волокна.

Структура ЩМА оптимально сочетает максимальную жесткость минерального остова и высокую пластичность асфальтового вяжущего. Повышенное содержание прочного кубовидного щебня призвано обеспечивать высокое сцепление с колесом автомобиля, шероховатость, сдвигоустойчивость и износостойкость покрытия, а увеличенное количество асфальтового вяжущего вещества (мастики) – повышать водо- и морозостойкость, водонепроницаемость, устойчивость к деформациям и усталостную стойкость защитного слоя. При устройстве шероховатых покрытий важно обеспечить повышенные требования к свойствам каменных материалов. Щебень должен быть изготовлен из горных пород, обладающих высокой износостойкостью, иметь кубовидную форму, быть однородным по прочности, трудношлифуемым и не иметь загрязняющих примесей [4]. Содержание зерен лещадной формы в нем должно быть ограничено. Щебень должен обладать хорошо выраженной шероховатостью естественного скола, поэтому предпочтение отдается горным породам зернистой кристаллической структуры, а также породам, способным оставаться шероховатыми за счет компонентов разной твердости согласно ВСН 73-67.

Для реконструкции Московской кольцевой автомобильной дороги (МКАД) АО «Центродорстрой» были использованы три дробильно-сортировочные установки фирмы «Сведала» и налажено производство улучшенного щебня из габбро-диабаз. Получаемый щебень фракции 5–10 и 10–15 мм с лещадностью менее 15% применяли в асфальтобетонной смеси типа А на полимерно-битумном вяжущем для устройства верхнего слоя покрытия взамен ранее использовавшегося гранитного щебня фракции 5–20 мм. По результатам контроля качества верхнего слоя покрытия МКАД можно судить о влиянии качества щебня на свойства асфальтобетона [3].

Асфальтобетонное покрытие стало более сдвигоустойчивым, хотя максимальная крупность применяемого в смеси щебня была снижена с 20 до 15 мм. Среднее значение угла внутреннего трения повысилось примерно на $1,5^\circ$, а разброс этого показателя снизился почти в 2 раза. Среднее сопротивление сдвигу при расчетных условиях для МКАД возросло с 0,789 до 0,840 МПа. При этом стандартный показатель прочности при сжатии при 50°C повысился в среднем на 0,3 МПа, а его вариация не превысила 12%.

Применение более качественного щебня в асфальтобетоне позволило снизить вероятность образования колеи в верхнем слое покрытия даже в форс-мажорных случаях колонного движения и заторов автомобилей.

Щебень как крупный заполнитель бетонов, образуя жесткий скелет, увеличивает его прочность и модуль деформации, уменьшает ползучесть, усадку, повышает его долговечность, сокращает расход цемента.

Мелкий заполнитель – песок – оказывает влияние на реологические свойства бетонной смеси – вязкость, предельное напряжение сдвига бетона, а также на его плотность [6].

Форма зерен крупного заполнителя непосредственно влияет на удобоукладываемость бетонной смеси. Кроме этого, щебень с зернами плоской (лещадной) или игловатой формы имеет значительно большую пустотность, чем щебень с зернами кубовидной формы. По данным ВНИИЖелезобетона, объемный насыпной вес щебня с содержанием зерен плоской и игловатой формы до 15% ниже, чем щебня с зернами кубовидной формы.

Объемный насыпной вес щебня, состоящего полностью из зерен плоской или игловатой формы, на 9–10% ниже, чем щебня с зернами кубовидной формы. Указанные факторы вызывают увеличение расхода цемента. Поэтому, хотя форма зерен крупного заполнителя, по данным ряда



исследований, не оказывает значительного влияния на прочность бетона, ей должно быть уделено серьезное внимание.

В щебне для дорожного бетона содержание зерен плоской и игловатой формы допустимо до 25%, для асфальтобетона — до 15%, для оснований дорог (необработанных) – до 25%.

Следует отметить, что принятое ограничение содержания в щебне зерен плоской и игловатой формы с отношением большего и меньшего размеров выше 3 не полностью характеризует форму зерен. В этой связи представляет интерес принятая в некоторых зарубежных стандартах оценка формы зерен по так называемому «индексу формы», то есть среднему отношению наибольшего и наименьшего размеров зерен пробы. Такая оценка позволяет судить о форме всего количества зерен щебня.

По бельгийскому стандарту NB № 329, 1962 щебень делится на три категории: обычный, недодробленный и передробленный кубической формы (таблица 1). Наименьшее значение «индекса формы» для различных категорий щебня - по бельгийскому стандарту NB № 329, 1962. Как видно из данных таблицы, к обычному щебню практически не предъявляются требования к форме зерен (он может быть отнесен к щебню плоской и игловатой формы по нашим стандартам), но к щебню более высоких категорий требования к форме зерен довольно жесткие [5.2].

Таблица 1

Категория щебня	Обычный	Недодробленный	Передробленный кубической формы
Рамер фракций в мм			
8–16;8-12;	0,275	0,39	0,45
12–16	0,275	0,425	485
16–22	0,35	0,425	–
22–40	0,35	–	–

В ряде работ отмечается отрицательная роль плоских и удлиненных заполнителей, применение которых снижает прочность и повышает расход цемента, а также ухудшает морозостойкость бетона. С учетом этого при строительстве бетонного полотна автомобильных дорог должно быть обеспечено отсутствие в щебне кусков лещадной и игловатой формы, исходя из того, что бетонная смесь с такими заполнителями становится неудобоукладываемой, плохо уплотняется и в бетоне остаются раковины, борьба с которыми требует увеличения расхода цемента [3.2].

Для проверки влияния на параметры бетона наличия в щебне кусков лещадной формы в институте ВНИИ Железобетон были выполнены исследования. В опытах использовался щебень из природных горных пород. Результаты показали, что прочность бетона по мере увеличения в щебне содержания кусков лещадной формы (до 50 и 100%), как правило, снижается с одновременным снижением объемного веса бетона, то есть при недоуплотнении бетонной смеси.

Отрицательное воздействие наличия в щебне более 50% кусков лещадной формы объясняется укладкой щебня в основном плашмя, черепицеобразно, что затрудняет взаимное скольжение смежных кусков и требует увеличения мощности вибрационного оборудования.

Сравнительные физико-механические свойства щебня различной лещадности приведены в таблице 2.

Таблица 2

Свойства	Щебень лещадный	Щебень кубовидный
Содержание зерен лещадной и игловидной формы, %	89	0
Предел прочности при сжатии в водонасыщенном состоянии (в цилиндре), МПа	40–60	120
Дробимость при сжатии в цилиндре,%	15-22	2-5



Показатель сопротивления щебня удару на копре ПМ	41-152	120-370
Износ в полочном барабане, %	18-29	15-20
Морозостойкость, марка	25	300

Литература

1. Аверченко Е.А. Новая конструкция мельницы самоизмельчения. Горный журнал, 1998, №8, 58-59с.
2. Алимов О.Д. Исследование процессов разрушения горных пород при бурении шпуров, Изд. Томского университета, 1966, 89с.
3. Андреев С. Е., Перов В. А., Зверевич В. В. Дробление, измельчение и грохочение полезных ископаемых. М., Недра, 1980, 414 с.
4. Арш Э.И., Виторт Г.К., Черкасский Ф.Б. Новые методы дробления крепких пород. Киев, 1966, 160с.
5. Джуматаев М.С., Саадабаев Н.Т. К изучению движения частицы внутри ротора центробежно-ударной дробилки с вогнутыми лопастями. Известия НАН КР, 2005, №4, 35-38с.
6. Джуматаев М.С., Искенов С.С., Саадабаев Н.Т. Экспериментальное и промышленное исследования дробилок динамического действия. Сборник научных трудов, Машиноведение, Выпуск 3, изд. – Бишкек: Илим, 2002. - 210-215 с.

