

# ПРОИЗВОДСТВО ДИСПЕРСНЫХ МАТЕРИАЛОВ: МЕЛЬНИЦЫ СВОБОДНОГО УДАРА

**Наиболее широко на автодорогах применяются два основных вида покрытий — асфальтобетонные и цементобетонные. Выбор материала определяется рядом факторов, основные из которых — вид объекта, интенсивность движения, состав транспортного потока. Сегодня новые автомобильные дороги строят преимущественно с асфальтобетонным покрытием.**

Асфальтобетон — строительный материал, получаемый в результате затвердевания хорошо уплотненной органоминеральной смеси, состоящей из минеральных заполнителей (щебня, песка), тонкодисперсного компонента (минерального порошка) и органического вяжущего (битума).

Получение асфальтобетона, отвечающего современным требованиям, возможно только при условии создания оптимальной макро- и микроструктуры, а также повышения прочности сцепления между отдельными компонентами смеси. Увеличить адгезионную способность системы минеральный материал-битум возможно как за счет повышения качества битума, так и путем физико-химической активации поверхности заполнителя и наполнителя. Учитывая, что удельная поверхность минерального порошка составляет 85-90 % от поверхности всех используемых материалов, наиболее эффективным способом улучшения качества асфальтобетона, является увеличение реакционной способности дисперсного компонента смеси.

Минеральный порошок, в асфальтобетоне располагаясь в пустотах песчано-щебеночного каркаса, вытесняет оттуда битум, улучшая структуру минерального «скелета». При смешивании битума с минеральным порошком образуется прочное асфальтовое вяжущее вещество. Мелкие частицы равномерно покрываются тонким слоем «клея», который и соединяет зерна песка и щебня в плотный, прочный монолит. Теория и практика применения вяжущих веществ указывает, что с уменьшением толщины соединяющего слоя его прочность увеличивается, а значит, минеральный порошок не только сокращает расход битума, но и повышает физико-эксплуатационные свойства асфальта.

Минеральный порошок получают путем тонкого измельчения горных

пород или твердых отходов промышленного производства, например шлаков или зол. Согласно ГОСТ Р 52129-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей» для марки МП-1 необходимо, чтобы частицы мельче 0,071 мм содержались в порошке не менее 70% по массе. Через сито с отверстиями 1,25 мм порошок должен проходить полностью, а с отверстиями 0,315 мм — не менее 90% от массы порошка. При этом величина реакционной способности (активности) зависит не только от granulometрии порошка, но и от способа помола. Например, осколочная форма частиц полученных в результате ударного измельчения обеспечивает более прочное сцепление с битумом, которое сохраняется на протяжении всего срока службы асфальтового покрытия. Только за счет перехода от истирающего помола к ударному измельчению реакционная способность частиц минерального порошка может быть увеличена в среднем на 25-30%.

Помольные агрегаты на основе шаровых мельниц, которые, в основном, и применяются в производстве минерального порошка, могут использоваться только в стационарном варианте с установкой на массивные фундаменты. Работа данного оборудования характеризуется большим расходом энергии и безвозвратной потерей металла брони и мелющих тел вследствие их абразивного износа. Сам принцип истирающе-раздавливающего измельчения из-за слишком малой интенсивности воздействия не позволяет создать линии помола, сочетающие высокую производительность и компактные габаритные размеры.

Сырье, используемое в производстве минерального порошка, обычно имеет прочность на сжатие в 8-12 раз больше прочности на изгиб, то есть является, по сути, хрупким ма-

териалом. Известно, что наиболее эффективным способом разрушения хрупких материалов является быстрый удар ( $V_{уд} > 5 м/с$ ). Ударное измельчение требует гораздо меньшего (приблизительно в 3 раза) расхода энергии по сравнению с истирающе-раздавливающим помолом, а сами динамические мельницы менее массивны, нежели мельницы шаровые.

Однако развитие техники ударного измельчения сдерживается двумя принципиальными противоречиями: с одной стороны необходимо обеспечить большую скорость удара для лучших результатов помола, а с другой стороны, вместе с ростом скоростей рабочих органов мельницы увеличивается их абразивный износ. Классика ударного измельчения: стержневые дезинтеграторы, дисмембраторы, роторные и аэробильные мельницы являются примером более или менее удачного компромисса в вечном споре между размольной мощностью агрегата и его надежностью.

Длинный перечень «узких» мест динамических мельниц, среди которых: малый ресурс, чувствительность к перегрузкам, высокие требования к периодичности и качеству технического обслуживания, большая вероятность аварии в случае попадания в камеру измельчения недробимого предмета накладывает целый ряд ограничений на их использование в дорожном строительстве.

Но, как и большинство, казалось бы «неразрешимых» технических проблем, вопрос скорости и ресурса помольных органов динамических измельчителей может быть решен за счет оптимизации условий взаимодействия быстроходного ротора с объектом измельчения. Большинство динамических измельчителей именно бьют по частицам обрабатываемого материала, которые в свою очередь оказывают противодействие ударным элементам, что и вызывает их ускоренный износ. Но если быстроходный ротор динамического измельчителя будет работать на разгон частиц, а не на удар по ним, его ресурс многократно увеличится.

Именно по принципу разгона и последующего броска (или принци-

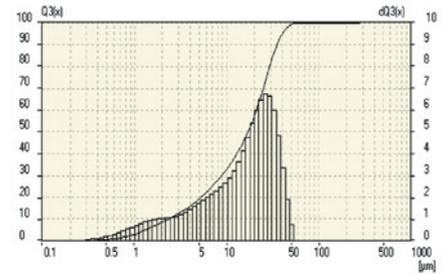
па пращи) работает ротор- ускоритель новой динамической мельницы «Трибокнетика-1000». В ударно-центробежной мельнице материал измельчается свободным ударом, когда частицы разгоняются ротором-ускорителем, выбрасываются в пространство помольной камеры и разрушаются при ударе об отражательные плиты статора. Частицы обрабатываемого материала измельчают сами себя, без шаровой загрузки или ударных элементов в виде лопастей, стержней и т.д.

Помимо меньшего расхода энергии, такая модель измельчения характеризуется высокой гранулометрической стабильностью, продукт помола содержит лишь небольшое количество очень мелких или напротив слишком крупных частиц. Так, при ударном помоле андезита- базальта, используемого в производстве минерального порошка, были получены следующие результаты: 100% частиц порошка имеют размеры  $\leq 54.012$  мкм. Расход энергии, включающий также и работу периферийного оборудования (вентилятора, шлюзовых затворов), составил 11.6 кВт на тонну, что в 3 раз меньше энергозатрат шаровой мельницы,

при этом массы этих агрегатов различаются на порядок.

Ударно-центробежная мельница может использоваться не только в стационарном варианте, но также и в составе мобильных асфальтобетонных заводов, с максимальным приближением к объектам дорожного строительства. Здесь применение динамических мельниц особенно уместно и даже необходимо. Учитывая, что свежескрытая поверхность минеральных зерен, обладает более высокой активностью и лучше вступает в реакцию с битумом, чем ближе к месту укладки асфальта будет расположено производство порошка, тем выше технико-экономические показатели его применения. А значит, дорожно-строительные организации получают возможность изготавливать минеральный порошок не только дешевле, но и качественнее, чем это делают крупные производители!

**А.Б. Липилин,**  
главный инженер,  
**М.В. Векслер,**  
инженер,  
**Н.В. Коренюгина,**  
главный технолог.  
МП «ТЕХПРИБОР»



Гранулометрический состав андезита-базальта после измельчения на ударно-центробежной мельнице «Трибокнетика-1000»

#### Литература:

П.М. Сиденко Измельчение в химической промышленности. Москва, 1977, 365 С.

В.И. Акунов О выборе оптимальных типов измельчителей. //Строительные материалы. 1962. №11, С. 21-22.

Прокопец В.С., Лесовик В.С. Производство и применение дорожно-строительных материалов на основе сырья, модифицированного механической активацией. — Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2005. — 264 с.

Королев И.В. Пути экономии битума в дорожном строительстве. — М.: Транспорт, 1986. — 149 с.

## от 70 мм до 70 мкм в одну стадию, на одном агрегате

### МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «ТЕХПРИБОР», г. Щекино

**ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ - 3 м<sup>3</sup>/ч**  
**ТОНКОСТЬ ПОМОЛА - D<sub>99</sub> < 70 мкм**  
**РАСХОД ЭНЕРГИИ < 20 кВт/т**



### ИНДУСТРИАЛЬНАЯ УДАРНО-ЦЕНТРОБЕЖНАЯ МЕЛЬНИЦА-КЛАССИФИКАТОР «Трибокнетика-1000»

- ★ Производство минерального порошка
- ★ Получение наполнителей для сухих смесей
- ★ Производство тонкодисперсных минеральных добавок для бетона
- ★ Помол сырья для лаков, красок, резины, пластмассы
- ★ Измельчение металлосодержащих руд (обогащение)
- ★ Сверхтонкий помол цементного клинкера

МП «ТехПрибор», РФ, Тульская обл., г. Щекино, ул. Пирогова д. 43; Тел: 8 (905) 626-79-10, 626-93-07, 8 (903) 658-62-41; Факс: 8 (48751) 4-08-69; www.tpribor.ru; e-mail: manager@tpribor.ru