

В производстве асфальтобетона для дорожного строительства важную роль играет дисперсная составляющая – минеральный порошок, представляющий собой продукт тонкого измельчения до удельной поверхности 2500-5000 см²/г известняков, доломитов, доломитизированных известняков, других карбонатных пород, металлургических шлаков. В качестве минерального порошка применяют также порошкообразные отходы промышленности.

ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ В ПРОИЗВОДСТВЕ МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ДОРОЖНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

А.Б. ЛИПИЛИН
М.В. ВЕКСЛЕР
Н.В. КОРЕНЮГИНА

Руководитель ИТП «ТехПрибор»
Инженер, ведущий специалист ИТП «ТехПрибор»
Главный технолог ИТП «ТехПрибор»

г. Тула

Минеральный порошок в асфальтобетоне выполняет две основные функции: заполняет пустоты песчано-щебеночного каркаса и повышает плотность минерального остова, а также превращает нефтяной битум при смешении с ним в прочное асфальтовое вяжущее вещество, объединяющее зерна песка и щебня в плотный и прочный монолит. Преимущественное использование известняковых и доломитовых карбонатных пород определяется тем, что получаемые из них минеральные порошки лучше других обволакиваются битумом и в зоне контакта образуют водонерастворимые химические соединения, которые придают дополнительную прочность, водо- и теплостойкость асфальтобетону.

Суммарная площадь поверхности зерен минерального порошка в смеси минеральных материалов составляет 85-90% всей их поверхности, и битум в асфальтобетоне взаимодействует, главным образом, с минеральным порошком, обволакивая его зерна тонкими слоями, в которых контактный слой ориентированного битума обладает повышенной вязкостью, прочностью и теплоустойчивостью по сравнению со свободным битумом, заполняющим 65-70% межзерновых пустот в асфальтобетоне.

Для успешного выполнения этих функций минеральный порошок должен обладать следующим комплексом свойств:

- при смешивании с битумом в асфальтобетонных смесях минеральный порошок не должен комковаться и образовывать агрегаты;
- сцепление битума с поверхностью зерен минерального порошка должно быть настолько прочным, чтобы вода не отслаивала битум в течение всего нормативного срока службы асфальтобетона в покрытии;
- физико-химическое взаимодействие между поверхностью зерен минерального порошка и битумом должно быть достаточно сильным для ориентации молекул в тонком слое битума, однако при этом порошок не должен ускорять процесс старения битума;
- минеральный порошок повышает прочность асфальтобетона, но вместе с тем увеличивает его хрупкость, поэтому содержание минерального порошка в смеси должно быть предельно минимальным, достаточным лишь для придания асфальтобетону нормативной плотности и прочности.

Требования к качеству минеральных

порошков для асфальтобетона ранее определялись ГОСТ 16557-78, а с октября 2003 г. действует ГОСТ Р 52129-2003 «Порошок минеральный для асфальтобетонных и органо-минеральных смесей. Технические условия».

Основным способом улучшения свойств минеральных порошков, входящих в состав асфальтобетонных смесей, является их физико-химическая активация. Сущность активации заключается в том, что процесс измельчения известняка, доломита или других материалов сопровождается обработкой порошка смесью битума с поверхностно-активными веществами (ПАВ) в соотношении 1:1-1:3, количество активирующей смеси составляет 1,5-2,5% от массы минерального порошка. В процессе размола активирующая смесь равномерно распределяется тонким слоем на частицах минерального порошка, высокая активность свежееобразованной поверхности минерального материала при его измельчении и наличие ПАВ в составе активатора способствуют улучшению прилипания битума и образованию тонкой прочной пленки на поверхности порошка.

В результате активации минеральных порошков они приобретают целый комплекс полезных свойств:

- гидрофильная поверхность порошка становится гидрофобной, что облегчает его транспортирование и хранение;
- так как активированные порошки не комкуются, то можно снижать тонкость помола при их производстве;
- наличие на поверхности порошка прочной пленки битума существенно улучшает условия последующего взаимодействия с битумом при получении асфальтобетона;
- высокое качество активированных минеральных порошков обеспечивает возможность приготовления асфальтобетонов с повышенной плотностью, прочностью, водо- и морозостойкостью, а в некоторых случаях – с повышенной сдвигоустойчивостью и трещиностойкостью;
- холодные асфальтобетонные смеси на активированном минеральном порошке не слеживаются при хранении; покрытия из таких смесей формируются быстрее под движением автомобилей;
- расход битума для приготовления асфальтобетонных смесей на 10-20% меньше, чем смесей на неактивированном порошке;
- применение активированных минеральных порошков позволяет получить

асфальтобетоны с наибольшим количеством замкнутых пор, что обуславливает более низкое водонасыщение при заданной остаточной пористости и водопроницаемости покрытия;

- приготовление, укладку и уплотнение асфальтобетонных смесей на активированном минеральном порошке осуществляют при сниженной, по сравнению с обычным минеральным порошком, согласно СНиП 3.06.03-85 «Автомобильные дороги», на 20°C температуре;
- улучшается обрабатываемость смеси при укладке и уплотнении асфальтобетона.

Активированный минеральный порошок особенно рекомендуется применять в районах с резкоконтинентальным климатом II и I3 (южной подзоны), I дорожно-климатической зоны (Братск, Иркутск, Улан-Удэ, Чита, Белогорск и т.д.), это позволяет повысить устойчивость асфальтобетона против образования трещин при низких температурах указанных зон. На уровне правительств республики Саха (Якутия) и Иркутской области уже приняты решения о расширении производства активированного минерального порошка для высококачественного асфальтобетона, что позволит значительно повысить плотность и качество асфальтобетона, а значит, и долговечность покрытий.

Многие дорожно-строительные организации перешли на широкое применение активированного минерального порошка местных производителей, а, например, объединение «Дорстройпроект» (г. Санкт-Петербург) во всех укладываемых асфальтобетонных покрытиях применяет только активированные минеральные порошки. Ряд дорожно-строительных организаций России, таких как трест «Камдорстрой» (г. Набережные Челны), ОАО «Пермдорстрой» (г. Пермь), не имея поставщиков активированного порошка или не желая зависеть от внешних поставок, организовал собственное производство активированных минеральных порошков.

В СССР производство активированных минеральных порошков было развито слабо, они использовались в основном только при строительстве аэродромов, мостов или наиболее важных магистралей. Изготовление их согласно ВСН 113-65 «Технические указания по производству активированных минеральных порошков и применению их в асфальтовом бетоне» велось в шаровых барабанных мельницах путем дозирования заранее приготовленного активатора на высушенный щебень в шнек перед

мельницей.

По такой схеме работали Дубнинская и Долгопрудненская ДСФ, по этой же схеме, на базе сушильного барабана 1,6х8 м и шаровой мельницы 1,5х5,6 м, предлагается комплект оборудования для производства активированного минерального порошка для асфальтобетонных смесей самарского завода «Строммашина». Данный комплект, рассчитанный на производительность 8-10 т/ч, имеет установленную мощность 450 кВт, массу до 200 т и габаритные размеры 36х16х11 м.

Пособие к СНиП 3.06.03-85 «Физико-химическая активация минеральных материалов» при производстве активированного порошка предусматривает организацию следующих процессов:

- сушку минерального материала (сырья) в сушильных барабанах;
- подогрев до рабочих температур битума и ПАВ;
- приготовление активирующей смеси;

сушильно-смесительный агрегат; дозировочный бачок для активирующей смеси; транспортер для подачи материала в накопительный бункер; накопительный бункер; питатель; шаровую мельницу; элеватор для готового минерального порошка; раздаточный бункер; шнек для загрузки транспортных средств.

В комплект установок для производства активированного минерального порошка могут также входить молотковые или валковые дробилки для предварительного дробления известнякового щебня перед просушиванием. Необходимость в них возникает, если измельчаемый материал обладает высокой прочностью.

В последнее время предлагаются варианты, предусматривающие совмещение операций сушки и помола с активацией в одном агрегате – вентилируемой сепараторной мельнице молоткового или аэробильного типа. Такие комплектные предложения имеются у следующих разработчиков:

- НГВП «Торэкс» (г. Екатеринбург)

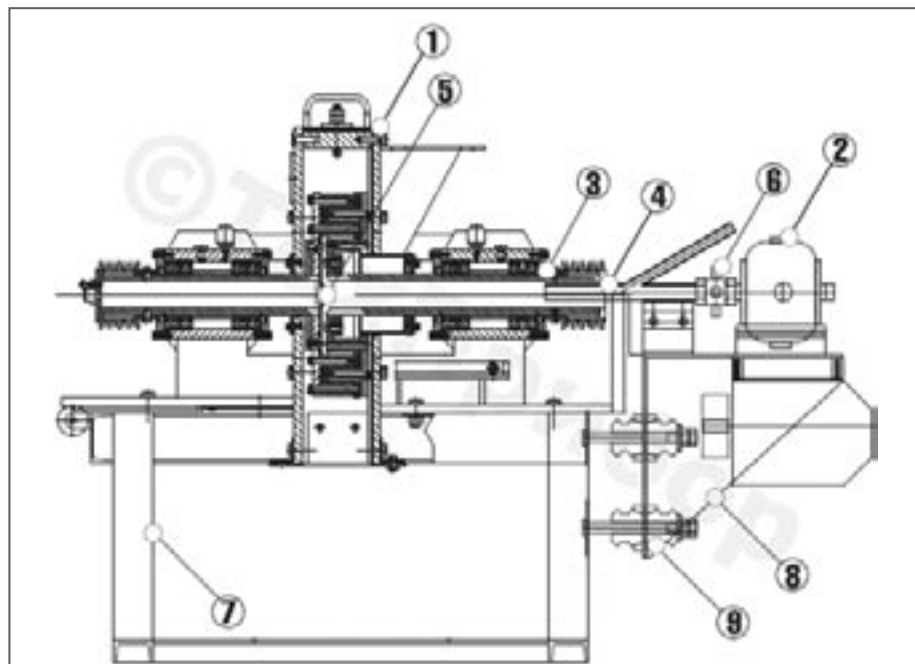
остаются достаточно громоздкими, энергоемкими и требуют установки многоступенчатых производительных аспирационных систем ввиду большого количества отходящих газов и пыли.

Все эти установки, также как и установки предыдущего поколения с шаровыми мельницами, могут использоваться только в стационарном варианте либо требуют значительных по трудозатратам разборно-сборочных работ. В то же время вопрос мобильности установок и их приближенности к объектам дорожного строительства становится все более актуальным. Так, подпрограмма «Автомобильные дороги» федеральной целевой программы «Модернизация транспортной системы России (2002-2010 годы)» прямо предусматривает расширение производства активированного минерального порошка для высококачественного асфальтобетона на месте производства работ силами дорожно-строительных организаций с использованием специальных установок.

Следующим шагом на пути повышения мобильности производственных комплексов получения активированного минерального порошка является использование дезинтеграторных технологий. Еще в советские годы таллинское НПО «Дезинтегратор» создавало установки УДА на основе дезинтеграторов для производства известняковой и доломитовой муки для мелиорации сельскохозяйственных почв. Эксперименты по измельчению с активацией полимер-битумными композициями кварцевого песка на измельчителе-активаторе (дезинтеграторе) УИС-2У ВНПФ ГИЛМ были проведены в СибАДИ (г. Омск) и показали возможность применения данной технологии в производстве активированных минеральных порошков для асфальтобетона.

Машиностроительным предприятием ИТП «ТехПрибор» разработан и запущен в серийное производство дезинтеграторный пульверизатор модели «Горизонт 3000 МК-АГ», предназначенный для тонкого помола карбонатных материалов с одновременной обработкой (активацией) полученного порошка расплавами гидрофобизирующих веществ. Агрегат обеспечивает эффективное измельчение карбонатных горных пород с одновременной активацией полученного порошка в результате ударного воздействия высокой интенсивности и распыления активирующего агента (смеси битума и ПАВ). Являясь последним словом в разработке специализированного технологического оборудования, предназначенного для производства активированных материалов, дезинтеграторный пульверизатор модели «Горизонт 3000 МК-АГ» демонстрирует высокую надежность и продуктивность при решении самых сложных производственных задач.

Известняковый или доломитовый щебень с размерами кусков до 12 мм подается в загрузочный патрубок дезинтегратора. Частицы материала попадают в центральную часть ротора и, перемещаясь к периферии, подвергаются многократным ударам пальцев – бил, вращающихся с высокой скоростью во встречных направлениях. Частицы разрушаются в результате ударов помольных органов агрегата и взаимного ударного и истирающего воздействия. ►



Устройство дезинтегратора-пульверизатора «Горизонт 3000 МК-АГ»: 1. Дезинтегратор «Горизонт 3000 МК-ГА» 2. Агрегат электронасосный НМШГ 8-25-6.3/10-5 УЗ 3. Полный вал дезинтегратора 4. Магистраль пульверизации 5. Рассекатель 6. Кран регулировочный 7. Подрамник дезинтегратора 8. Рама агрегата электронасосного 9. Виброизоляторы рамы

- дозирование просушенного минерального материала и активирующей смеси;
- перемешивание минерального материала с активирующей смесью в мешалках любого типа (предпочтительно в лопастных);
- подачу минерального материала, объединенного с активирующей смесью, в помольную установку;
- измельчение минерального материала до требуемой тонкости помола;
- подачу готового активированного минерального порошка в накопительные бункеры или на склад (силосного или бункерного типа).

Технологическая схема установки для приготовления активированного минерального порошка, согласно СНиП, включает в себя транспортер для подачи отсева или щебня в накопительный бункер; накопительный бункер; транспортёр для питания сушильного барабана; емкость для объемного дозирования;

предлагает мини-модуль производительностью 2,5-3 т/ч порошка, установленной мощностью 93 кВт, массой 9,6 т и габаритами 4,5х7х9 м;

- ЗАО «Волгоцесервис» (г. Тольятти) разработал установки типа АМП-МС на 5, 10 и 20 т/ч активированного минерального порошка, меньшая из которых предусматривает установленную мощность 728 кВт, массу 144 т и требует для размещения площадь 1200 м²;
- ОАО «Дормаш» (г. Верхний Уфалей Челябинской обл.) производит блочно-мобильные модули МАП-3 на 3,5 т/ч активированного минерального порошка, установленной мощностью 175 кВт, массой 11,5 т и габаритами 5х7х8 м.

Установки такого типа, имея очевидные по энергоемкости и компактности преимущества по сравнению с традиционными схемами шарового помола, в то же время

В момент механического разрушения частицы минерального порошка, свежееобразованная поверхность обрабатывается активирующим агентом, подаваемым в помольную камеру дезинтегратора в распыленном виде. Совмещение операций помола и активации минерального порошка позволяет наносить активирующий состав в наиболее подходящий момент, когда химическая активность образованных поверхностей максимальна. Рассматриваемая схема активации позволяет получить прочное сцепление битума с частицами минерального порошка, исключаящее расслоение компонентов асфальтобетона в течение всего нормативного срока его службы в покрытии.

Приготовление и подача активирующего агента связаны с разогревом и поддержанием в жидком состоянии композиции из битума и ПАВ. Разогрев компонентов активатора производится в специальной емкости электронагревом или различными теплоносителями, обеспечивающими поддержание температуры состава до 150°C. При необходимости приготовления активатора из отдельных компонентов на месте, емкость

материала высокого качества при минимальных расходах.

Данный агрегат, в зависимости от требований заказчика, может быть укомплектован сушильной установкой, транспортирующими элементами и бункерами, выполнен как для стационарного использования на заводах минерального порошка, так и в транспортном, мобильном исполнении, как с подключением к линии электропередач, так и с использованием дизельного топлива, либо с комбинированным энергоснабжением. На этом комплексе могут активироваться как готовые минеральные порошки, так и перерабатываться карбонатные и некарбонатные щебень или отсева, шлаки и другие материалы, пригодные для использования в качестве простых или активированных минеральных порошков для асфальтобетона.

С помощью этого оборудования могут быть решены и другие задачи. Так, например, по разработке Воронежского ГАСУ может производиться минеральный порошок, полученный совместным помолом карбонатной породы (известняка), смеси хлоридов и водорастворимых фосфатов

ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДЕЗИНТЕГРАТОРА «ГОРИЗОНТ 3000 МК-АГ»

Наименования параметров	Значения параметров
Количество роторов	2
Вариант расположения роторов	горизонтально-соосное
Номинальная частота вращения роторов, об/мин	3000
Направление вращения дисков роторов	Навстречу
Количество ударных элементов (пальцев-бил), шт.	69
Производительность, т/ч	до 5*
Допустимый максимальный размер исходного материала, мм, не более	12
Твердость обрабатываемого материала по шкале Мооса, не более	7
Установленная мощность помольного агрегата, кВт	37
Влажность обрабатываемого материала, %, не более	1,0
Номинальные габаритные размеры дезинтегратора (LxBxH), мм	1570x1230x1136
Масса дезинтегратора, кг	925

* Практическая производительность дезинтегратора при обработке конкретного вида материала устанавливается опытным путем, исходя из физико-механических свойств данного материала

может быть снабжена циркуляционным байпасным контуром. Для дозированной напорной подачи разогретого активирующего агента в помольную камеру дезинтегратора используется шестеренный насос с обогреваемым корпусом типа НМШГ 8-25, предназначенный для перекачивания легкозастигивающих жидкостей (парафина, нефти, мазута, битума и т.д.) с кинематической вязкостью до $6.00 \cdot 10^{-4}$ м²/с и температурой до 150°C включительно. Производительность насосного агрегата может изменяться в широких пределах с помощью блока управления, укомплектованного преобразователем частоты электрического тока.

Высокий уровень смешивания компонентов достигается благодаря распылению активирующего агента в помольной камере дезинтегратора. Степень гидрофобности получаемого продукта составляет 98-99%, краевой угол смачивания до 140-150°C. Поверхность минерального порошка подвергается равномерной обработке активирующим агентом без образования комков и хлопьев. Активирующий агент подается в помольную камеру дезинтегратора в аэрозольном состоянии, что обеспечивает получение

щелочных или щелочноземельных металлов и битума. В результате получается модифицированный минеральный порошок, который позволяет получить асфальтобетонные покрытия с противогололедными свойствами, эффективно применяемые на дорогах с любой интенсивностью движения при температуре до -10°C. ■

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. БАБКОВ В.Ф., АНДРЕЕВ О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. I, II. — М.: Транспорт, 1979. — 367 с.
2. Дорожный асфальтобетон / Гезенцев Л.Б., ГОРЕЛЫШЕВ Н.В., БОГУСЛАВСКИЙ А.М., КОРОЛЁВ И.В. Под ред. Л.Б. ГЕЗЕНЦЕВА. — М.: Транспорт, 1985. — 350 с.
3. КОЛЫШЕВ В.И., СИЛКИН В.В., МАРЕНИЧ П.В. Асфальтобетонные и цементобетонные заводы дорожного строительства. — М., «Транспорт», 1976. — 224 с.
4. КОРОЛЕВ И.В., ФИНАШИН В.Н., ФЕДНЕР Л.А. Дорожно-строительные материалы. — М.: Транспорт, 1988. — 304 с.
5. КОРОЛЕВ И. В. Пути экономии битума в дорожном строительстве. — М.: Транспорт, 1986. — 149 с.

6. Материалы и изделия для строительства дорог. Справочник / Горелышев Н.В., ГУРЯЧКОВ И.Л., ПИНУС Э.Р. и др. Под ред. Н. В. ГОРЕЛЫШЕВА. — М.: Транспорт, 1986. — 288 с.
7. МИРОНИН Л.Б., СИЛКИН В.В., БУБЕС В.Я. Производственные предприятия дорожного строительства. — М.: Транспорт, 1986. — 191 с.
8. Проектирование автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / Под ред. Г.А. ФЕДОТОВА. М.: Транспорт, 1989. — 437 с.
9. 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.
10. Ремонт и содержание автомобильных дорог: Справочник инженера-дорожника / ВАСИЛЬЕВ А.П., БАЛОВНЕВ В.И., КОРСУНСКИЙ М.Б. и др. Под ред. А.П. ВАСИЛЬЕВА. — М.: Транспорт, 1989. — 287 с.
11. Технические решения научных институтов. — «Для всех, кому дороги ДОРОГИ», 2008, № 1, с. 35.
12. ГОСТ 12784-78. Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Методы испытаний.
13. ГОСТ 12801-98. Материалы на основе органических вяжущих для дорожного и аэродромного строительства. Методы испытаний.
14. ГОСТ 16557-78. Порошок минеральный для асфальтобетонных смесей. Технические условия.
15. ГОСТ 9128-97. Смесей асфальтобетонные дорожные, аэродромные и асфальтобетон. Технические условия.
16. ГОСТ Р 52129-2003. Порошок минеральный для асфальтобетонных и органоминеральных смесей. Технические условия.
17. ВСН 46-83. Инструкция по проектированию дорожных одежд нежесткого типа. Министерство транспортного строительства СССР. — М.: Транспорт, 1985. — 157 с.
18. ВСН 85-68. Технические указания по проектированию и сооружению пролетных строений автодорожных и городских мостов с железобетонной плитой проезжей части без оклеечной гидроизоляции. Минтрансстрой СССР (Взамен ВСН 85-63). — М., 1969.
19. ВСН 113-65. Технические указания по производству активированных минеральных порошков и применению их в асфальтовом бетоне.
20. СНиП 2.05.02-85. Автомобильные дороги/Госстрой СССР. — М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986. — 56 с.
21. СНиП 2.01.01-82. Строительная климатология и геофизика/Госстрой СССР. — М.: Стройиздат, 1983. — 136 с.
22. СНиП 3.06.03-85. Автомобильные дороги. 10. Устройство асфальтобетонных покрытий и оснований.
23. Пособие к СНиП 3.06.03-85. Физико-химическая активация минеральных материалов. СоюздорНИИ, 1985.
24. СанПиН 2.2.3.1385-03. Гигиенические требования к предприятиям производства строительных материалов и конструкций.