

Первоначально в XIX веке улицы городов мостились камнями. Начиная с середины XIX века, дорожное покрытие начинают делать из битумно-минеральных смесей. Бурно развивающаяся дорожная сеть требовала новых типов дорожных покрытий, которые можно было так же быстро сооружать, как и земляное полотно. Асфальт оказался наиболее подходящим материалом для дорожного покрытия. Во-первых, оно становится более ровным, а значит, менее шумным и обладает необходимой шероховатостью. Во-вторых, по уложенному асфальтобетону можно сразу открывать движение и не ждать, пока он затвердеет, в отличие от цементобетона, который набирает необходимую прочность только на 28-й день. В-третьих, покрытие из асфальтобетона легко ремонтируется, моется, убирается, на нём хорошо держится любая разметка.

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

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.

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 водонепроницаемые 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 теплостойкостью 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 органических 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 поверхностноактивными веществами (ПАВ) в соотношении 1:1-1:3, количество активирующей смеси составляет 1,5-2,5 % от массы минерального порошка. В процессе размолла активирующая смесь равномерно распределяется тонким слоем на частицах минерального порошка, высокая активность свежесформированной поверхности минерального материала при его измельчении и наличие ПАВ в составе активатора способствует 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, такие как трест «Камдорстрой» (г. Набережные Челны), ОАО «Пермдорстрой» (г. Пермь), не имея ►

поставщиков активированного порошка или не желая зависеть от внешних поставок, организовали 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;
- 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; транспортёр для питания сушильного барабана; емкость для объемного дозирования; сушильно-смесительный агрегат; дозировочный бачок для активирующей смеси; транспортер для подачи материала в 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:

- НППВ «Торэкс» (г. Екатеринбург) предлагает мини-модуль производительностью 2,5-3 т/ч порошка, установленной мощностью 93 кВт, массой 9,6 т и габаритами 4,5х7х9 м;
- ЗАО «Волгоцемсервис» (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 энергоэффективности и компактности преимущества по сравнению с традиционными схемами шарового помола, в то же время остаются достаточно громоздкими, энергоемкими и требуют установки многоступенчатых производительных аспирационных систем ввиду большого количества отходящих газов и пыли.

Все эти установки, так же, 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 pulverизатор 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 pulverизатор 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.

В момент механического разрушения частиц минерального порошка свежесформованная 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, исключающее расслоение компонентов асфальтобетона в течение всего нормативного срока его службы в покрытии.

Приготовление и подача активирующего агента связана 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 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*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 помольную камеру 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 материала высокого

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 (LxВxН), мм	1570x1230x1136
Масса дезинтегратора, кг	925

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

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 щелочных или

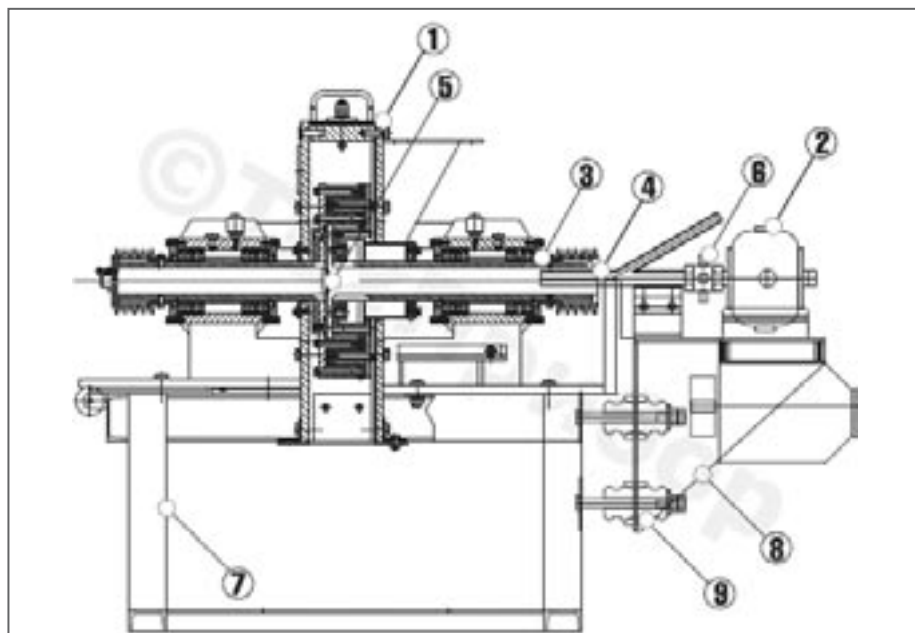
щелочноземельных металлов и битума. В результате получается модифицированный минеральный порошок, который позволяет получить асфальтобетонные покрытия с противогололедными свойствами, эффективно применяемые на дорогах с любой интенсивностью движения при температуре до -10°C. ■

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. БАБКОВ В.Ф., АНДРЕЕВ О.В. Проектирование автомобильных дорог. Ч. I, II.—М.: Транспорт, 1979.—367 с.
2. Дорожный асфальтобетон/ ГЕЗЕНЦВЕЙ Л.Б., ГОРЕЛЫШЕВ Н.В., БОГУСЛАВСКИЙ А.М., КОРОЛЕВ И.В. Под ред. Л.Б. ГЕЗЕНЦВЕЯ.—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., ПИЛУС 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 органо-минеральных 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.



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