

Таким образом, применение битума, активированного СВЧ-энергией, позволяет улучшить взаимодействие вяжущего с минеральным материалом, что значительно повышает физико-механические характеристики композита, его долговечность при работе в жёстких климатических условиях.

Литература

1. Генцлер, И.В. Влияние ультразвука на органические вяжущие / И.В. Генцлер, А.С. Карапетян // Известия вузов. Строительство. – 2001. – № 1. – С. 36–39
2. Шадрин, Б.К. Омагничивание битумов /Б.К. Шадрин // Известия вузов. Строительство. – 2003. – №6. – С. 12–16.
3. Вендриховски, В.А. Влияние радиоволн на сцепление битума с каменными материалами/В.А. Вендриховски // Строительные материалы. – 1995. – №8. – С. 29–30.
4. Бурминский, Н.И. Перспективы использования СВЧ-технологии для приготовления дорожных битумов / Н.И. Бурминский, Е.М. Барачова // Изв. вузов. Строительство. – 1999. – №2–3. – С. 114–115.

УДК 625.855

МЕХАНИЧЕСКАЯ АКТИВАЦИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ПОРОШКОВ

**Ядыкина В.В., д-р техн. наук, профессор,
Траутвайн А.И.**

*Белгородский государственный технологический университет
им. В. Г. Шухова
(г. Белгород, Россия)*

В настоящее время важнейшей задачей является использование местных минеральных материалов в качестве заполнителей и наполнителей для производства цемента- и асфальтобетона. Однако имеющееся сырье зачастую не отвечает нормативным требованиям, что вынуждает использовать различные технологии его обработки, которые могли бы улучшить качество готовой продукции.

В настоящее время установлено [1], что все материалы, независимо от их природы и агрегатного состояния, являющиеся в нормальных условиях химически пассивными, при определенных режимах обработки могут стать химически активными. Это позволяет использовать малоактивное дешевое кремнеземистое сырье и техногенные отходы производства для создания на их основе прочных композиционных материалов, используя различные активационные технологии.

Известно, что в рамках энергетического подхода механическую активацию трактуют как процесс преобразования энергии из одних ее форм в другие [2]. При этом считается, что определенная часть подводимой энергии устанавливается (поглощается) твердым телом. Одной из главных форм усвоения энергии является возникновение дефектов структуры, таких как дислокации в кристаллах, вакансии, междоузельные атомы, внутренние трещины и другие нарушения идеальной кристаллической решетки.

В связи с тем, что в настоящее время важнейшей задачей является использование местных минеральных материалов в качестве заполнителей и наполнителей для производства цемента- и асфальтобетона, в работе использовались дисперсные материалы из техногенного сырья Курской магнитной аномалии (КМА): кварцитопесчаник и отход мокрой магнитной сепарации железистых кварцитов, ММС, а также кварцевый песок Нижнеольшанского месторождения и отсева дробления гранита.

Активность материалов характеризовалась наличием обменных кислотных Бренстедовских центров на их поверхности, так как в [3] показано, что именно они оказывают наиболее существенное влияние на взаимодействие с цементом и битумом. Концентрация активных центров определялась методом ионного обмена с гидроксидом кальция.

В основу научных исследований была положена гипотеза, согласно которой в результате помолла на поверхности минеральных материалов возрастает концентрация активных обменных центров, что положительно влияет на процессы структурообразования и обеспечивает прочные контакты в системе «минерный порошок – битум».

При помоле, через определенные промежутки времени из мельниц отбирались пробы, для которых измерялась активность и, параллельно, удельная поверхность (при помощи прибора Товарова).

Установлено [4], что размол материалов происходит по-разному. Кварцевый песок во всех мельницах размалывается хуже других материалов. Это может объясниться большей прочностью зерен песка. При этом, интенсивное увеличение удельной поверхности происходит до определенной точки, после чего помол производить не целесообразно, так как рост удельной поверхности значительно замедляется. В результате максимальную удельную поверхность имеют материалы, измельченные в шаровой планетарной мельнице, минимальную – в вибрационном истирателе. Для отходов ММС, например, помол которых осуществлялся в шаровой планетарной мельнице, эта величина составляет $790 \text{ м}^2/\text{кг}$, в вибромельнице – $600 \text{ м}^2/\text{кг}$, в вибрационном истирателе – $520 \text{ м}^2/\text{кг}$. Поэтому, с точки зрения величины удельной поверхности наиболее эффективной мельницей является шаровая планетарная.

В работе [4] показано, что степень измельчения значительно влияет на концентрацию активных центров, причем полученные зависимости для всех материалов в различных мельницах имеют свои особенности. С повышением тонкости помола происходит рост концентрации обменных центров, то есть активности. Например, при помоле в шаровой планетарной мельнице оптимальной удельной поверхностью с точки зрения роста концентрации обменных центров для кварцитопесчаника и отходов ММС будет – $400 \text{ м}^2/\text{кг}$, гранита – $650 \text{ м}^2/\text{кг}$; песка – $200 \text{ м}^2/\text{кг}$; в вибромельнице для кварцитопесчаника и отходов ММС эта величина составляет $400 \text{ м}^2/\text{кг}$, песка – $300 \text{ м}^2/\text{кг}$; гранита – $500 \text{ м}^2/\text{кг}$; при измельчении отходов ММС и песка в вибрационном истирателе оптимальной удельной поверхностью является $300 \text{ м}^2/\text{кг}$, кварцитопесчаника – $370 \text{ м}^2/\text{кг}$, гранита – $450 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Поэтому порошки, измельченные в разнотипных установках до равной дисперсности, могут обладать разными технологическими свойствами. Следовательно, при помоле материала необходимо учитывать не только его природу и свойства, но и тип мельницы, который оказывает наибольшее активирующее влияние на поверхность материалов.

Из полученных результатов видно, что наибольшей активирующей способностью обладает шаровая планетарная мельница.

Поэтому именно этот помольный агрегат рациональнее использовать для повышения активности минеральных компонентов, производства строительных композитов, например, асфальто- и цементобетона.

Таким образом, в результате помола происходит активация поверхности дисперсных материалов, которая должна привести к более высокой интенсивности взаимодействия вяжущего с поверхностью минеральных порошков по сравнению с неактивированными. Для этого были определены физико-механические показатели асфальтовяжущего на свежеразмолотом минеральном порошке и в стабильном состоянии.

Полученные результаты, представленные в таблице 1, показывают, что исследуемые минеральные порошки, активированные в различных мельницах, обеспечивают гораздо лучшее взаимодействие с битумом, по сравнению с порошками в неактивированном состоянии.

Таблица 1

Физико-механические показатели асфальтовяжущего на материалах, измельченных в вибрационном истирателе

Наименование материала	Неактивированный порошок			Активированный порошок		
	R ₂₀	K _{вод}	Набухание	R ₂₀	K _{вод}	Набухание
Песок	2,3	0,56	5,8	3,2	0,81	4,2
Кварцитопесчанник	3,6	0,72	3,1	4,4	0,91	2,4
Гранит	3,3	0,70	3,3	4,1	0,86	2,8
Отходы ММС	4,0	0,78	2,4	4,8	0,94	1,8

Наилучшие физико-механические показатели имеет асфальтовяжущее на минеральных порошках из отходов ММС и кварцитопесчанника, наихудшие – на минеральных порошках из гранита и песка.

При росте концентрации обменных центров на поверхности минеральных порошков в результате помола происходит увеличение предела прочности при сжатии, коэффициента водостойкости и уменьшение набухания образцов асфальтовяжущего, более того, повышение концентрации обменных центров коррелирует с изменением физико-механических показателей асфальтовяжущего. Так, например, активность свежеразмолотого песка в вибрационном истирателе с удельной поверхностью 350 м²/кг на 55 % выше по сравнению с материалом в стабильном состоянии, что привело к повышению предела прочности при сжатии на 39 %, коэффициента водостойкости на 43 % и снижению набухания на 38 %.

Для установления взаимосвязи между активностью поверхности минеральных порошков и физико-механическими показателями асфальтобетона, был заформован асфальтобетон типа Б с минеральными порошками из кварцитопесчаника и гранита, измельченным в вибрационном истирателе. Физико-механические показатели представлены в таблице 2.

Таблица 2

Физико-механические характеристики образцов
асфальтобетона типа Б

Характеристики	Требования по ГОСТ	Кварцитопесчаник		Гранит	
		Неактивированный	Активированный	Неактивированный	Активированный
1	2	3	4	5	6
Средняя плотность, кг/м ³	-	2330	2344	2315	2328
Водонасыщение, %	1,5-4	2,35	2,15	4,15	3,52
Набухание, %	-	0,65	0,54	0,88	0,70

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6
Прочность при сжати, МПа					
при +50 °С	1,0, не менее	2,3	2,9	1,2	1,6
при +20 °С	2,2, не менее	4,6	5,3	2,3	2,8
при 0 °С	12,0, не более	10,4	9,8	11,6	10,8
Водостойкость	0,85, не менее	0,88	0,98	0,78	0,90
Водостойкость при длительном водонасыщении	0,75, не менее	0,80	0,95	0,72	0,87

Как и предполагалось, больший прирост показателей наблюдается асфальтобетона на минеральном порошке из песка. Предел прочности при сжати при 20 °С увеличился на 22 %, при 50 °С на 33 %. Водостойкость увеличилась на 15 %, при длительном водонасыщении на 21 %. Водонасыщение и набухание уменьшилось.

Таким образом, различные мельницы, в зависимости от способа воздействия на измельчаемый материал, дают продукты, характеризующиеся различной степенью дисперсности и активностью. Наиболее реакционно способными являются материалы, измельченные в шаровой планетарной мельнице, наименее – в вибрационном истритателе. При этом, в результате активации наблюдается более высокая интенсивность взаимодействия битума с поверхностью минеральных порошков по сравнению с неактивированными, что положительно отразилось на качестве органоминерального композита.

Литература

1. Ковалев, Я.Н. Активационные технологии дорожных композиционных материалов / Я.Н. Ковалев. – Минск: Беларуская Энцыклапедыя, 2002. – 336с.
2. Авакумов, Е.Г. Механические методы активации химических процессов / Е.Г. Авакумов. – Новосибирск: Наука, 1986. – 306 с.
3. Ядыкина, В.В. Повышение качества асфальто- и цементобетона из техногенного сырья с учетом состояния его поверхности / В.В. Ядыкина: дис.... д-ра техн. наук. – Белгород, 2004. – 394 с.
4. Траутвайн, А.И. Механоактивация минеральных порошков в вибрационной и шаровой планетарной мельницах / А.И. Траутвайн, В.В. Ядыкина // Международная научно-техническая конференция молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова [электронный ресурс] – Белгород: Издательство БГТУ, 2009.

УДК 625.72.002.5

О ПРОЕКТИРОВАНИИ АВТОМАГИСТРАЛЕЙ

Костин С.В.

*Государственное предприятие «Белгипродор»
(г. Минск, Республика Беларусь)*

Дороги класса «Автомагистрали» широко распространены в развитых зарубежных странах. Имея различные наименования в разных странах (пресловутый «автобан» – в Германии, «автострада» – в Италии, «авторут» – во Франции, «моторвэй» – в Великобритании), они обладают сходными транспортно-эксплуатационными характеристиками и конструктивными решениями. Автомагистрали предназначены для непрерывного движения больших транспортных потоков на большие расстояния с повышенной, по сравнению с обычными дорогами, скоростью. Для этого дорога должна обеспечивать более высокую степень безопасности движения, что достигается за счет исключения или минимизации помех основному транспортному потоку: все пересечения устраиваются в разных уровнях, их количество ограничивается, дорога изолируется от прилегающих территорий. Максимальная разрешенная скорость движения по автомагистралям составляет, как правило, 120–130 км/час.