

## **Получение гранитного щебня с улучшенными сцепными качествами**

Милюць А.И., Ярмолич А.В.

Научный руководитель – Гурбо Н.М.  
Белорусский национальный технический  
Минск, Беларусь

Достаточно широко в современном строительстве применяется кубовидный гранитный щебень – это очень прочный нерудный материал, получаемый из плотных горных пород на специальных дробильно-сортировочных установках, применяемый в качестве заполнителя для тяжелого бетона, асфальтобетона, а также для дорожных и других видов строительных работ. Кубовидный щебень – это результат наиболее прогрессивного и перспективного направления в технологии дробления, ведь частицы, имеющие кубовидную форму, плотно прилегают друг к другу и эффективно повышают прочность, долговечность и другие свойства материала. Кажущаяся простота производства щебня – дробление горных пород – обманчива, так как современные технологии производства строительных материалов и изделий на их основе предъявляют все более высокие требования к качеству щебня.

В своей работе мы рассматривали факторы, влияющие на прочность сцепления цементного камня с заполнителем, а так же способы повышения сцепных качеств щебня. Явления, происходящие в зоне контакта между заполнителем и цементным тестом, в зависимости от состава соприкасающихся фаз, а также способа формования и условий структурообразования при твердении бетона, могут либо привести к образованию дефектов структуры, либо способствовать её упрочнению. При существующей технологии, не предусматривающей специальных мер для повышения прочности и плотности контакта между вяжущим и заполнителем, контактная зона в растворах и бетонах, как правило, является слабым местом структуры. [1] Особенно это наблюдается при увеличении крупности заполнителя, повышении водоцементного отношения. Поэтому важнейшей задачей технологии бетона является достижение улучшения

сцепления в зоне контакта. При хорошем сцеплении и высокой прочности цементного камня и заполнителей будет реализовываться благоприятное влияние разгрузки цементного камня, и прочность бетона возрастет. При формировании и последующем твердении бетона в его объеме образуется поровое пространство. Образующаяся пористость обусловлена многочисленными химическими и физико-механическими изменениями, происходящими в структуре затвердевшего бетона в зависимости от минералогического состава и дисперсности цемента, В/Ц, соотношения составляющих бетона, гранулометрии и формы заполнителей, технологии приготовления бетонной смеси и условий ее твердения.

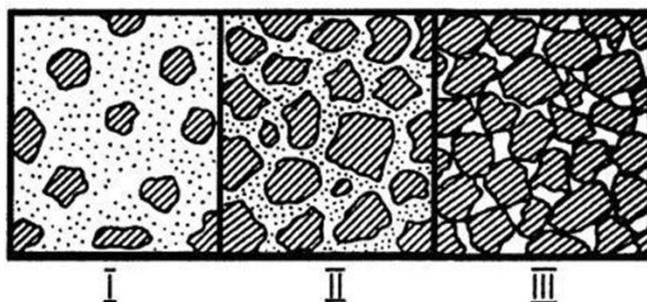


Рис.1 Типы структур бетонной смеси I – смесь с плавающим заполнителем; II – смесь с плотной упаковкой заполнителей; III - крупнопористая смесь с недостатком цементного теста

Помимо этого, в контактной зоне локализуется значительное количество микродефектов и микротрещин структуры, чему в определенной мере способствует водоотделение и седиментация, протекающие в свежееуложенной бетонной смеси; усадочные деформации твердеющего бетона; различные коэффициенты расширения заполнителя и теста; процессы гидратации теста и рекристаллизации гидратных новообразований; агрессивная среда; замораживание – оттаивание; взаимодействие щелочи с заполнителем и т. д.

Трещины в контактном слое могут составлять до 60–70% от общего количества трещин в бетоне. Все это ослабляет контактный слой, нарушает монолитность, снижает однородность и прочность бетона, а в конечном итоге — его долговечность. [2]



Рис.2 Трещины в структуре бетона

Согласно А. Е. Шейкину с соавторами, к факторам, которые влияют на прочность сцепления цементного камня с заполнителями, относятся, в частности:

- 1) характер и степень чистоты поверхности зерен заполнителей;
- 2) химико-минералогический состав зерен заполнителей;
- 3) прочность цементного камня (с увеличением прочности цементного камня прочность сцепления при прочих равных условиях возрастает);
- 4) влагосодержание бетона к моменту испытания (с увеличением влагосодержания бетона при прочих равных условиях прочность сцепления цементного камня с заполнителем уменьшается). [3]

Процесс дробления известен своим высоким пылесодержанием. На современных камнедробильных заводах каменную пыль удаляют путем промывки заполнителя водой. Для снижения содержания пыли в воздухе, а также улучшения сцепных качеств щебня используются свойства воды и растворов ПАВ смачивать пылевые частицы и связывать их между собой, с кусками породы и прочими предметами, на которые осаждается пыль. Для повышения пылеподавления в воду добавляют ПАВ (смачиватели): ДБ, ОП-7, ОП-10, ДС-РАС, ДС-На и др. Они вводятся в водопровод либо централизованно на центральные станции, либо на участках с помощью дозаторов смачивателей. Одним из способов усиления прочности сцепления цементного камня с поверхностью зерен заполнителя является нанесение на чистую поверхность щебня тонкого слоя минерально-

го состава, способного образовывать сильные химические связи, как с поверхностью заполнителя, так и вступать в реакцию с новообразованиями цементного камня. Особенно высокие прочностные характеристики бетона были получены при модифицировании гранитного щебня с помощью ПАВ катионного типа (добавки, в которых углеводородная часть молекул входит в состав катиона). Добавка несет положительный заряд и состоит из аминов, соли аминов, и четырехзамещенных аммониевых оснований. Аналогичные результаты были получены, когда минеральную поверхность заполнителей модифицировали солями поливалентных металлов. Для модифицирования поверхности гранита использовались *Al*, *Fe*, *Mg* и др. Для оценки эффективности модифицирования поверхности гранитного щебня были проведены следующие экспериментальные исследования – щебень фракций 5-10 РУПП «Гранит» обрабатывали водными растворами солей  $FeCl_3$ ,  $Al_2(SO_4)_3 + FeCl_3$ ,  $MgSiF_6$ . После обработки щебень высушивался в естественных условиях, а затем его применяли в качестве заполнителя для бетонных смесей. [4]

Все приведенные нами способы получения щебня с повышенными сцепными качествами производились на заводах по добыче и переработке горных пород. Но, как известно, при долгом хранении материала в складских помещениях на поверхности щебня могут образовываться пылевидные и другие микрочастицы, которые не способствуют достижению поставленной цели. Альтернативой в данном случае может быть дробление гранита непосредственно на заводах-изготовителях строительных материалов в мобильных дробилках, с последующей промывкой готового щебня водой и обработкой поверхности растворами ПАВ.

Помимо привычных механических способов дробления широкое распространение получило электроимпульсное дробление, основанное на разрушении материала путем использования электрических разрядов, пробивающих находящиеся в жидкости зерна материала. Прохождение по траектории канала разряда через твердое тело обеспечивается использованием импульсов электрического напряжения определенной продолжительности и формы. Образующаяся при этом ударная волна вызывает растягивающие напряжения и разрывает тело. Экспериментальными исследованиями установлено существенное увеличение толщины и микротвердости контактной зоны минеральных заполнителей электроимпульсного дробления по

сравнению с заполнителями механического дробления. Так, у гранитного заполнителя электроимпульсного дробления микротвердость увеличивается в 1,1-1,2 раза при увеличении толщины контактной зоны 1,3-1,5 раза и составляет соответственно 10-30 мкм и 15-40 мкм. [5]

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Т. Ю. Любимова, Э. Р. Пинус. Процессы кристаллизационного структурообразования в зоне контакта между заполнителем и вяжущим в цементном камне.
2. Ю. В. Чеховский. Понижение проницаемости бетона.
3. Шейкин А. Е. Структура и свойства цементных бетонов.
4. А. В. Бусел, Н. П. Матвейко. Коррозия и несиловые факторы разрушения дорожно-строительных материалов. Способы защиты.
5. Каляцкий И. И., Курец В. И., Цукерман В. А., Филькенштейн Г. А. Основы электроимпульсной дезинтеграции и перспективы ее применения в промышленности.