

МЕХАНИКА МАТЕРИАЛОВ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 666.972.69

АКТИВНОСТЬ ГРАНИТНЫХ ОТСЕВОВ И КЕРАМЗИТОВОЙ ПЫЛИ

**Бурак Г.А.¹, Меженцев А.А.¹, Кречко Н.А.¹, Шагойко Ю.В.¹,
Камлюк Т.В.²**

¹ *Белорусский национальный технический университет*

² *Центр физико-химических методов исследования БГТУ*

В материале статьи приведены данные исследований по определению активности гранитных отсевов и керамзитовой пыли. Установлено, что активность гранитных отсевов фракции 20-50 мкм составляет 73,8 мг/г, а керамзитовой пыли - 53 мг/г. Мелкие фракции гранитных отсевов и керамзитовую пыль предложено использовать в качестве активных минеральных добавок в бетон.

В Республике Беларусь на предприятии РУПП «Гранит» производится щебень различных фракций. В результате производства образуются гранитные отсевы. По различным оценкам из перерабатываемой горной массы образуется от 20 до 25% отсевов, а при получении щебня кубовидной форме зерен эта цифра может достигать 35% в зависимости от структурно-текстурных особенностей пород. В настоящее время общий объем таких отходов составляет около 80 млн. тонн. Рост объемов отходов приводит к образованию отвалов, занимающих значительные площади сельскохозяйственной земли, а также к загрязнению окружающей среды. В настоящее время отсевы дробления не находят широкого применения в различных технологиях из-за недостаточной изученности их свойств и способов утилизации. Поэтому определение способов утилизации отсевов дробления является достаточно перспективным.

Как известно поверхность твердых тел изначально содержит точечные дефекты, которые являются активными центрами. Кроме того, в результате механической обработки поверхностные слои твердых тел разрушаются, и в них создается много дополнительных дефектов: дислокаций, вакантные узлы и т.п. Дробление способствует активации поверхности не только за счет увеличения количества дефектов в кристаллах, но и благодаря разрыву химических связей, что сопровождается появлени-

ем элементов с некомпенсированной валентностью, а также приводит к появлению отдельных гидратных фаз (аморфизации поверхности). Таким образом, влияние частиц отсевов дробления на процесс гидратации и формирование структуры бетонов будет определяться по характеристикам поверхности этих частиц.

С целью изучения основных физико-механических характеристик гранитных отсевов проведен анализ гранулометрического состава. Результаты исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Гранулометрический состав гранитных отсевов

Наименование показателя	№ сит				
	0,106	0,063	0,050	0,020	≤20мкм
Остатки на ситах, %	9,3	16,3	13,5	57,2	3,7

По данным таблицы 1 можно сделать вывод о том, что в гранитных отсевах присутствуют 60% частиц менее 0,05 мкм.

Минералогический состав гранитных отсевов приведен в таблице 2.

Таблица 2 – Минералогический состав гранитного отсева, об. %

Плагиоклаз	Щелочные полевые шпаты	Кварц	Биотит, пироксены и др.
40-50	10-25	15-25	До 15

Таблица 3 – Химический состав различных проб гранитного отсева, мас. %

SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	FeO
63-68	12-17	3-6	0,5-3,5	1,5-4	2,5-4	0,2-1	0,5-3	0,5-4,4

Гранитные отсевы характеризуется высоким содержанием в своем составе SiO₂ и Al₂O₃ (алюмосиликаты) и при определенных условиях способны вступать в реакции со щелочами и проявлять вяжущие свойства.

В большинстве случаев взаимодействие извести с активными минеральными добавками основано на том, что активный кремнезем связывает известь в присутствии воды в гидросиликаты

$$mCa(OH)_2 + SiO_2 \cdot nH_2O \rightarrow (0,8-1,5)CaO \cdot SiO_2 \cdot pH_2O,$$

$$mCa(OH)_2 + SiO_2_{акт} + nH_2O \rightarrow (0,8-1,5)CaO \cdot SiO_2 \cdot pH_2O.$$

При этом, в основном, образуются низкоосновные гидросиликаты кальция типа C-S-H (В), которые улучшают прочностные и деформативные свойства известково-кремнеземистых вяжущих (ИКВ). Наряду с этим, поскольку дисперсность частиц добавки соизмерима с размерами зерен цемента, наблюдается пластифицирующий эффект, проявление которого повышается с увеличением (до оптимального) количества вводимой добавки. Образование гидросиликатов кальция обеспечивает повышение плотности и прочности за счет вовлечения активной части добавки в формирующуюся структуру ИКВ. Известь и кремнезем способны взаимодействовать друг с другом уже при температуре 20 °С, образуя гидросиликаты кальция переменного состава: $x\text{CaO}-y\text{SiO}_2-z\text{H}_2\text{O}$.

Для определения активности гранитных отсеков готовили два титрованных раствора: насыщенный раствор извести и 0,05 н раствор хлороводородной кислоты. Исследуемая добавка массой 2 г помещалась в цилиндр (емкостью 100 мл) с притертой пробкой. Затем при помощи бюретки наливали в цилиндр 100 мл раствора извести, и содержимое энергично взбалтывали. Цилиндр оставляли на сутки и затем снова взбалтывали в течение 1 мин. По истечении 2 сут. со времени наполнения цилиндра пипеткой отбирали для титрования 50 мл раствора, добавляли 2-3 капли метилового оранжевого и проводили титрование раствором хлороводородной кислоты. После этого в цилиндр наливали при помощи бюретки 50 мл раствора извести, закрывали цилиндр пробкой, взбалтывали содержимое в течение 1 мин и оставляли стоять до следующего дня. Количество мг СаО, поглощенное 1 г добавки за 2 сут., вычисляли следующим образом: в 50 мл первоначально залитого раствора находилось уже известное количество мг СаО; через двое суток количество извести понижается. Разница между этими двумя величинами и является количеством СаО, поглощенной 1 г добавки [1, 2].

Результаты определения активности гранитных отсеков приведены на рис. 1.

Гранитные отсеки крупностью 20 и 106 мкм обладают небольшой активностью. Гранитные отсеки фракции 20 мкм являются высокоактивными, т.к. за период проведения испытания поглотили 73,8 мг СаО из раствора и эту фракцию отсева можно использовать для получения вяжущих.

Керамзитовая пыль – это побочный продукт, образующийся при обжиге керамзитового гравия во вращающихся печах

Керамзитовая пыль – порошкообразный материал с удельной поверхностью 2500-2800 см²/г и насыпной плотностью 1,4 г/см³. Среднее содержание основных компонентов, %: SiO₂ – 51,1; Al₂O₃ – 18,1; Fe₂O₃ – 7,4; CaO – 6,2; MgO – 2,5. Среди глинистых минералов преобладают гидрослюда, каолинит, монтмориллонит и некоторые другие. В качестве примесей присутствуют карбонатные минералы, слюды, кварц, оксиды железа и др.

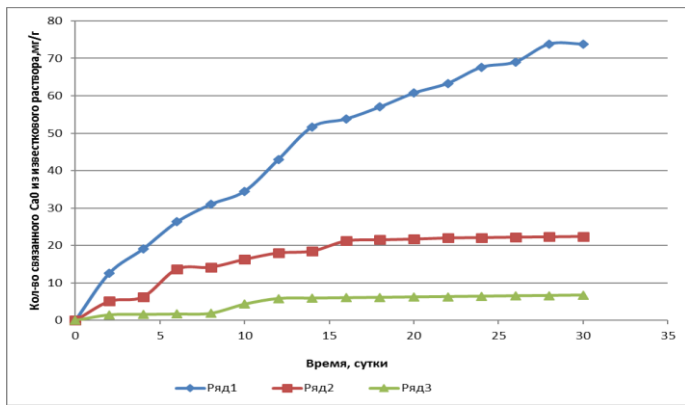


Рис. 1 – Кинетика поглощения извести из насыщенного раствора

Ряд 1 – фракция ≤ 20 мкм ; Ряд 2 – фракция 50 – 20 мкм;
Ряд 3 – фракция ≥ 106 мкм

На керамзитовых заводах Беларуси ежегодно образуется около 3 тыс. т. керамзитовой пыли. Утилизация керамзитовой пыли представляет серьезную проблему. При использовании ее в качестве минеральной добавки в вяжущие вещества в определенной мере решаются и экологические проблемы, и задачи снижения потребления природных ресурсов. Поэтому активность керамзитовой пыли является одним из важнейших показателей с целью дальнейшим ее использования при производстве строительных материалов.

Результаты определения активности керамзитовой пыли приведены на рис. 2. Пуццолановая активность исходного керамзитового песка составляет 53 мг/г.

Активность минеральных добавок, т.е. способность связывать гидроксид кальция в присутствии воды при обычных тем-

пературах, обусловлена содержанием в них веществ, находящихся в химически активной форме.

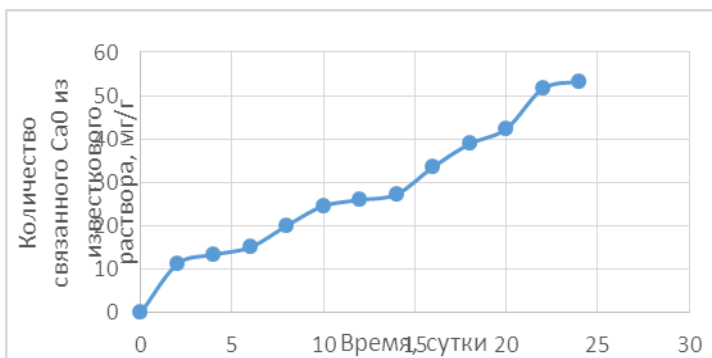


Рис. 2 – Кинетика поглощения извести из насыщенного раствора

Реакционная способность керамзитовой пыли по отношению к извести объясняется прежде всего тем, что при 600–800 °С основной компонент глин – инертный каолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$ – обезвоживается и переходит в активный каолинитовый ангидрид – метакаолинит $Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$, аморфизованный в результате удаления гидратной воды. При взаимодействии глин, обожженных при 600–800 °С, с гидроксидом кальция при обычных температурах образуются гидрат геленита $2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2 \cdot 8H_2O$ и гидросиликат кальция типа CSH(B) с отношением C/S в зависимости от концентрации СаО в водном растворе равным 0,8–1,5. При обжиге глин при более высоких температурах (900–1000 °С) химическая активность получаемого продукта заметно снижается вследствие перестройки решетки метакаолинита с частичным отщеплением

γ - Al_2O_3 . При 1000 – 1200 °С образуются малоактивные муллит и кристобалит, а при еще более высоких температурах – соответствующие стекла. Керамзит обжигается при температуре 1150 – 1180 °С. Поэтому керамзитовая пыль характеризуется пониженной активностью. С увеличением ее тонкости возможна повышение пуццолановой активности.

По гранулометрическому составу она содержит 25 – 30 % частиц размером менее 0,14 мм. Благодаря высокому содержанию аморфного химически активного кремнезёма и глинозёма керамзитовая пыль

обладает активностью связывания извести, исполняя одновременно роль активного микронаполнителя и заполнителя.

Библиографический список

1. Бутт, Ю. М. *Практикум по химической технологии вяжущих материалов: учебное пособие для химико-технологических специальностей вузов / Ю.М. Бутт, В.В Тимашиев // М.: Высш. школа, 197. – 504 с .*
2. *ГОСТ 6269-81. Активные минеральные добавки к вяжущим веществам.*

УДК 530.3

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА МИКРОПОЛЗУЧЕСТЬ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Гараников В. В.

Тверской государственной технической университет

В работе представлены результаты экспериментальных исследований микроползучести широкого класса конструкционных материалов в диапазоне температур $T=+50^{\circ}\text{C} \dots -50^{\circ}\text{C}$. Описаны методики испытаний в условиях комнатных, повышенных и пониженных температур. Приведены полученные результаты и дан их анализ.

Методика исследования. Испытания на микроползучесть при комнатной, повышенной ($T = +50^{\circ}\text{C}$) и пониженной ($T = -50^{\circ}\text{C}$) температуре проводились на сплошных цилиндрических образцах с резьбовой головкой на славях АМг6, 01570, А1-19, и трубчатых образцах для металлокомпозита А1-В.

Испытания проводились на машине кинематического типа FPZ-100/1 (рис. 1).

Размеры образцов и требования к точности изготовления регламентировались по ГОСТ 3248-91; 26007-93; 1493-83. При испытаниях металлокомпозита А1-В в качестве образцов использовались трубчатые элементы. Для крепления их в захватах испытательной машины на концах трубки были запрессованы законцовки из сплава АМг6. Для измерения деформаций использованы тензорезисторы типа 5П1-20-400-А-12 с базой 20 мм, которые наклеивались в среднем сечении образца. Технологи-