



Банул Алена Викторовна окончила в 1999 г. с отличием Сибирский государственный индустриальный университет в г. Новокузнецке по специальности «Промышленное и гражданское строительство». В 2003 г. — аспирантуру СГУПСа по специальности «Строительные материалы и изделия».

УДК 666.973.2

А.В. БАНУЛ

СОСТАВ, СВОЙСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БЕСКЛИНКЕРНЫХ ВЫСОКОПРОЧНЫХ ШЛАКОЩЕЛОЧНЫХ БЕТОНОВ

В статье приводятся оптимальные составы полученного высокопрочного шлакощелочного бетона, его свойства и технология получения. Установлено влияние добавок и технологических параметров на активность шлакощелочного вяжущего.

Современное развитие технологии бетона и железобетона неразрывно связано с необходимостью расширения номенклатуры применяемых цементов за счет разработки и внедрения эффективных в современных условиях разновидностей вяжущих, обеспечивающих получение высококачественных изделий. Все большее внимание в России и за рубежом уделяется развитию разработок и производства бесклинкерных и малоклинкерных вяжущих веществ, в значительной мере позволяющих одновременно решать задачи снижения цементоемкости строительства, ресурсо- и энергосбережения, охраны окружающей среды. К таким вяжущим, в полной мере способным конкурировать с портландцементом, относятся шлакощелочные вяжущие (ШЩВ). Высокие эксплуатационные характеристики шлакощелочных бетонов (ШЩБ) (прочность, морозостойкость, водонепроницаемость и т.д.) позволяют использовать их для возведения ответственных конструкций, в том числе и в подземном строительстве.

ШЩВ и ШЩБ известны с 60-х гг. прошлого столетия благодаря работам В.Д. Глуховского и его школы [1]. В настоящее время ШЩБ не находят масштабного применения в строительстве по ряду причин, среди которых и дороговизна наиболее эффективного затворителя ШЩБ — жидкого стекла. Поэтому одно из направлений дальнейшего развития ШЩВ и ШЩБ — поиск и использование более доступных и экономически целесообразных «заменителей» силикатных затворителей.

На базе лаборатории строительных материалов СГУПСа была проведена серия опытов, в результате которых получены высокопрочные бесклинкерные бетоны.

В работе определялись составы шлакощелочного вяжущего на основе гранулированного шлака Западно-Сибирского металлургического комбината Новокузнецка и содержащего 95–96 % углекислого натрия и 4–5 % гидроксида натрия содощелочного плава Новокемеровского химического комбината [2, 3].

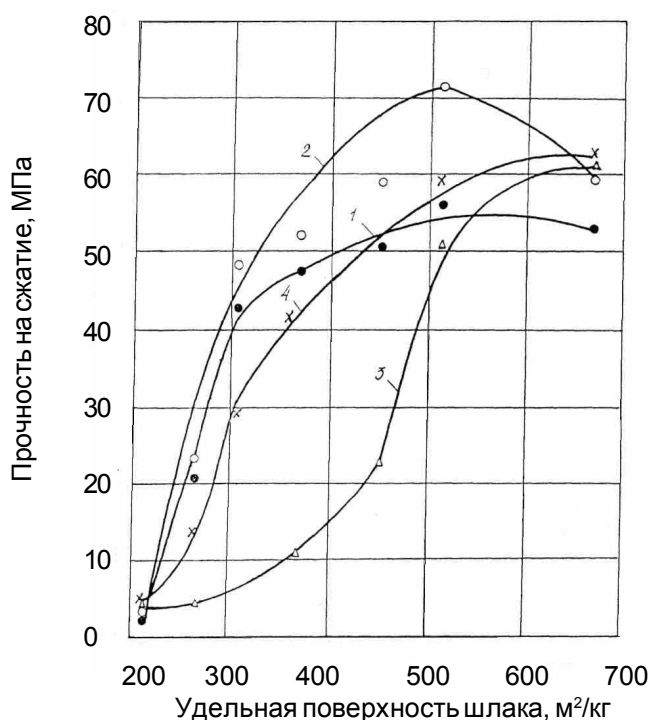
Шлак измельчался до удельной поверхности $250\text{--}650\text{ м}^2/\text{кг}$. Содощелочной плав вводился в виде концентрированного водного раствора в бетонную смесь в количестве $3\text{--}12\%$ по массе твердых компонентов. Образцы пропаривали по режиму $2 + 8 + 2\text{ ч}$ при температуре изотермической выдержки $90\text{--}95\text{ }^\circ\text{C}$.

Учитывая, что в состав отходов углеобогащения г. Новокузнецка входят и глинистые минералы (каолинит и гидрослюды), представляется целесообразной попытка получить вяжущие с использованием отходов местных промышленных предприятий, пригодных для изготовления высокопрочных бетонов.

Установлено, что прочность на сжатие образцов, содержащих тонкомолотый порошок из отходов углеобогащения, на шлаке, измельченном до удельной поверхности $330\text{ м}^2/\text{кг}$, составляет $78\text{--}81\text{ МПа}$, что на 25% превышает прочность образцов $58\text{--}61\text{ МПа}$, не содержащих порошок из отходов углеобогащения, с более высокой удельной поверхностью шлака — $530\text{ м}^2/\text{кг}$, содержание содощелочного плава Новокемеровского химического комбината в обоих случаях составляет 6% от массы сухого вещества.

В работе определялись составы ШЩВ на основе доменного шлака и содощелочного плава, содержащего $95\text{--}96\%$ углекислого натрия и $4\text{--}5\%$ гидроксида натрия.

Изучено влияние степени измельчения ШЩВ на его прочностные показатели (рисунок).



Зависимость активности ШЩВ от удельной поверхности шлака (содержание содощелочного компонента 5%): 1 — после пропаривания; 2 — после пропаривания в возрасте 28 сут; 3 — при твердении в воде 28 сут; 4 — при твердении в нормальных условиях 28 сут

Исследованиями установлено, что химико-минералогический состав шлака и вид щелочного компонента существенно влияют на активность ШЩВ и бетона на его основе. ШЩВ, приготовленные затворением тонкомолотого шлака растворами кальцинированной соды и содощелочного плава, характеризуются

более высокой прочностью по сравнению с вяжущими, полученными при совместном помоле шлака с щелочными компонентами.

Установлена необходимость обязательного выдерживания отформованных изделий перед тепловлажностной обработкой в течение 4–5 ч для предотвращения неравномерности изменения объема и возникновения внутренних напряжений, а также для обеспечения схватывания и начального цикла твердения шлакового вяжущего.

Во всех составах содержание содощелочного плава составляло 5 %. Установлено, что активность ШЩВ значительно возрастает при пропаривании с увеличением удельной поверхности шлака с 200 до 550 м²/кг. Интенсивность набора прочности образцов, твердеющих в воде, возрастает при изменении удельной поверхности ШЩВ от 300 до 600 м²/кг и стабилизируется при достижении значения 600 м²/кг.

Установлено, что при увеличении удельной поверхности ШЩВ более 500 м²/кг, вследствие увеличения водопотребности вяжущего, наблюдается снижение прочности. Данные, представленные на рисунке, показывают возможность получения оптимального состава ШЩВ активностью свыше 70 МПа в условиях пропаривания и активностью 50 МПа при твердении в нормальных условиях. При этом удельная поверхность шлакощелочного вяжущего должна составлять 450–500 м²/кг.

Установлено, что прочность ШЩБ может быть повышена с увеличением тонкости помола шлака или расхода щелочного соединения.

В качестве крупных заполнителей можно применять щебень или гравий, в качестве мелкого заполнителя можно применять пески природные или искусственные.

Применение ШЩБ в промышленном производстве начато примерно с 1964 г. Учитывая имеющийся опыт применения, можно отметить следующие конструкции (области): шпалы узкой колеи и жаростойкие шпалы, крепежные блоки и затяжки, пустотные предварительно-напряженные настилы, тубинги для метрополитенов, сваи сборные, дорожное покрытие (монолитное), волноломы (монолитные), тротуарные плиты (сборные), центрифугированные трубы диаметром 400 мм напорные и безнапорные, сантехнические кабины, стеновые и фундаментные блоки [4].

Технология изготовления конструкций из ШЩБ состоит из тех же технологических операций, которые применяют при изготовлении конструкций из цементных бетонов, а именно приготовления бетонной смеси, транспортирования, укладки и формирования, тепловлажностной обработки.

Бетонная смесь может быть приготовлена по двум вариантам.

Вариант А. Все составляющие смеси загружают и перемешивают в смесителе.

Вариант Б. Шлакощелочной цемент предварительно затворяют в специальном смесителе горячей водой, перемешивают, а затем подают в бетономешалку принудительного действия, где его перемешивают с заполнителями.

В тех случаях, когда помол шлака осуществляется без щелочного компонента, водный раствор щелочного компонента готовится в специальном смесителе, где его затворяют водой и перемешивают до полного растворения. Затем раствор подают в бетономешалку и перемешивают с заполнителем; перемешивание составляющих предпочтительно производить в смесителях принудительного действия.

В качестве примера можно указать, что для приготовления бетонной смеси можно использовать смеситель принудительного действия С-951, формования — вибростол с частотой колебаний 2800–3000 кол./мин; пропаривание в обычных камерах по режиму $2 + 8 + 2$ ч при $t = 80$ °С. На местных материалах можно получить бетоны марок 500–1000.

Производство ШЩБ и конструкций на его основе по вредности существенно не отличается от работ, выполняемых с цементным бетоном. Однако, в связи с использованием щелочных растворов, необходимо прежде всего защищать глаза и дыхательные пути; в качестве средств индивидуальной защиты должны быть использованы очки, респираторы, индивидуальные средства защиты рук и открытых участков кожи.

Практическая значимость проведенной работы состоит в том, что при использовании оптимальных составов ШЩБ можно получать бетоны с повышенными прочностными и эксплуатационными характеристиками;

— повысить экономическую эффективность на 15–20 % за счет использования отходов промышленного производства;

— расширить сырьевую базу производства строительных материалов, усовершенствовать технологию в аспектах ресурсосбережения и защиты окружающей среды.

Литература

1. Глуховский В.Д., Пахомов В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. Киев: Будівельник, 1978. 184 с.
2. Панова В.Ф. Строительные материалы на основе отходов промышленных предприятий Кузбасса: Учеб. пособие. Новокузнецк: СибГИУ, 2005. 182 с.
3. Панов С.А., Завадский В.Ф., Панова В.Ф., Мокляк А.В. Доменный шлак ЗСМК и перспектива его переработки // Современные строительные материалы: Сб. тр. Новосибирск: НГАСУ, 2000. С. 58–59.
4. Глуховский В.Д. Шлакощелочные бетоны на мелкозернистых заполнителях. Киев: Вища шк., 1981. 224 с.