

УДК 691.32

Н. В. АСТАХОВА

Криворожский национальный университет

**ИССЛЕДОВАНИЕ НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ АКТИВИРОВАННЫХ ОТХОДОВ
ГОК, ЖЕЛЕЗОСИЛИКАТНОГО ЩЕЛОЧНОГО КОЛЛОИДНОГО
РАСТВОРА, А ТАКЖЕ ИХ ВЛИЯНИЯ НА ГИДРАТАЦИЮ
ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА**

Исследованы причины повышения гидравлической активности активированного наполнителя при его активации силикатами натрия. В процессе активации поверхность полученного минерального порошка насыщается химически активными минералами группы цеолитов, которые и обуславливают его повышенную гидравлическую активность. Жидкая фаза, образовавшаяся при этом, представляет собой железосиликатный щелочной коллоидный раствор. В результате проведенных экспериментов исследована степень гидратации портландцемента в зависимости от содержания в нем активированного наполнителя и железосиликатного щелочного коллоидного раствора. Было доказано, что введение активированного наполнителя и железосиликатного щелочного коллоидного раствора в портландцемент приводит к увеличению скорости и степени его гидратации.

активированный наполнитель, железосиликатный щелочной коллоидный раствор, портландцемент, гидратация, активация

Гидравлическая активность является одной из важнейших характеристик качества минеральных добавок.

Для установления причин повышения гидравлической активности полученного из отходов ГОК наполнителя при его активации силикатами натрия был проведен его рентгенофазовый анализ после его термической обработки в течение 1 часа при температуре 98 ± 2 °С в водном растворе силикатов натрия.

Результаты этого анализа (рис. 1) показали, что как железосодержащие горные породы, так и отходы ГОК являются активными по отношению к соединениям щелочных металлов.

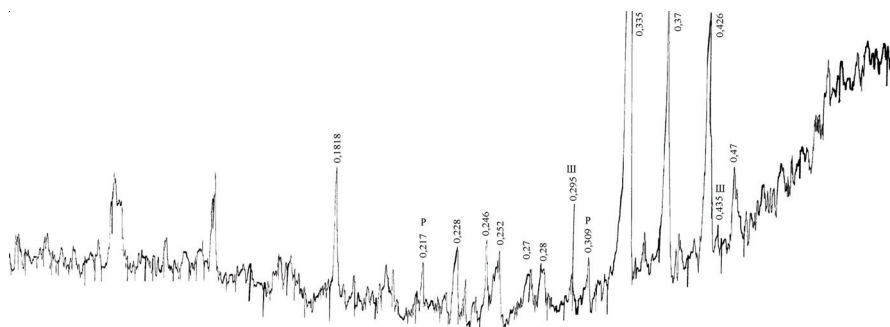


Рисунок 1 – Рентгенограмма наполнителя из отходов ГОК, активированного силикатами натрия (Ш – шабазит, Р – рибекит).

Это подтверждается тем, что при взаимодействии силикатов натрия с железосодержащими горными породами и отходами ГОК образуются следующие минералы группы цеолитов (рис. 1):

– рибекит $Na_2 \cdot Fe^{2+} \cdot Fe^{3+} \cdot Si_4O_{11}(OH)_2$ ($d = 0,309, 0,253, 0,217, 0,166, 0,131$ нм), который, очевидно, является продуктом реакции магнетита ($Fe^{3+}_2 Fe^{2+} O_4$), входящего в состав наполнителя, и силиката натрия;

– шабазит $Na_2 [Al(Fe) Si_2O_6]_2 \cdot 6H_2O$ ($d = 0,93; 0,435; 0,362; 0,324; 0,293$ нм), который, очевидно, является продуктом реакции вюстита, входящего в состав наполнителя, и силиката натрия.

Образование указанных минералов подтверждается наличием соответствующих линий, а также отсутствием линий сидерита и магнетита, и снижением интенсивности линий вюстита на рентгенограмме камня, полученного при взаимодействии с силикатами натрия как наполнителя из активированных отходов ГОК, так железосодержащих горных пород. Эти данные согласуются с результатами исследований, полученными ранее в работе [5].

Анализ жидкости, образовавшаяся при активации железосодержащих веществ силикатами натрия, показал, что она по своим свойствам отвечает гидрозолю и имеет щелочную реакцию (табл. 1).

Таблица 1 – Величина водородного показателя раствора

Шифр серии	Соотношение железосодержащий компонент: жидкое стекло	Соотношение железосодержащий компонент: силикаты натрия	Количество железосодержащего компонента, г.	Количество жидкого стекла, мл	Величина водородного показателя жидкости pH
00	0 : 1	0	–	100	14
05	1 : 0,5	0,1	100	40	12,4
10	1 : 1	0,2	100	80	12,0
20	1 : 2	0,4	100	160	12,8
30	1 : 3	0,6	100	240	13,6

Наименьшей величиной водородного показателя обладает гидрозоль, полученный при соотношении компонентов в серии 10. Это свидетельствует о том, что в данном случае наибольшее количество натрия связывается в нерастворимые соединения, которыми являются железистые цеолиты (рис. 1), образовавшиеся на поверхности железосодержащего наполнителя.

Как показали результаты химического анализа в гидрозоле, полученном при активации как железосодержащих горных пород, так и отходов ГОК жидким стеклом, содержатся комплексные ионы $Fe(OH)_4^-$, $Fe(OH)_5^{2-}$, $Fe(OH)_6^{3-}$, кремнекислородные комплексные ионы $\equiv Si - O^-$ и ионы натрия, что полностью отвечает данным исследований [1, 2]. Т. е. данный гидрозоль представляет собой железосиликатный коллоидный раствор, стабилизатором которого является электролит – ионы натрия.

Микроскопическим анализом установлено, что после активации силикатами натрия поверхность частиц наполнителя, полученного как из отходов ГОК, так и из железосодержащих горных пород, становится рыхлой.

Таким образом, подтверждено, что минеральные комплексы, представляющие собой систему « $FeO - Fe_2O_3 - SiO_2 - CO_2$ », связывают щелочь. При этом в процессе активации поверхность полученного минерального порошка насыщается химически активными минералами группы цеолитов, которые и обуславливают его повышенную гидравлическую активность. Жидкая фаза, образовавшаяся при этом, представляет собой железосиликатный щелочной коллоидный раствор.

Механизм и скорость химических реакций гидратации минералов, состав кристаллогидратов изменяются в зависимости от многих факторов [3, 4]. В следующей группе экспериментов исследована степень гидратации портландцемента в зависимости от содержания в нем активированного наполнителя и железосиликатного щелочного коллоидного раствора.

Определение влияния активированного наполнителя на скорость гидратации портландцемента осуществлялось методом двухфакторного эксперимента по двухуровневому плану (табл. 2).

Приготовление цементного теста производилось на Криворожском портландцементе при водоцементном отношении 0,3.

В условиях проведения экспериментов введение в портландцемент активированного наполнителя и железосиликатного щелочного коллоидного раствора, при его твердении в нормальных условиях, увеличивает степень гидратации портландцемента по сравнению с бездобавочным портландцементом (рис. 2...4).

Таблица 2 – Матрица планирования экспериментов

Варьируемый фактор	Базовый уровень	Интервал варьирования, %
содержание железосиликатного щелочного коллоидного раствора, %	0,55	$\pm 0,05$
содержание активированного наполнителя, %	30	± 10

Примечание. Дополнительным фактором в экспериментах являлось соотношение между силикатами натрия и железосодержащим наполнителем при его активации (табл. 1).

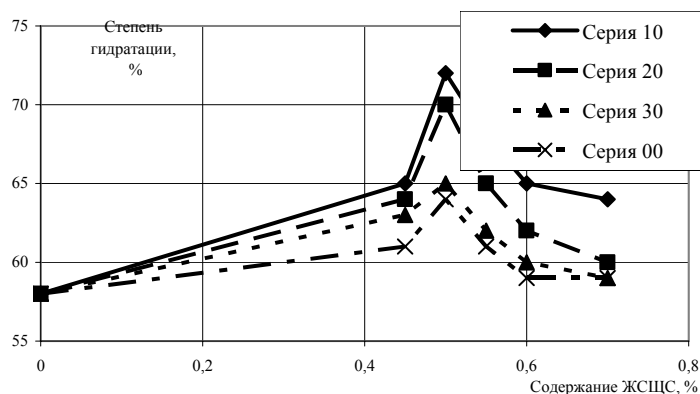


Рисунок 2 – Влияние состава и содержания железосиликатного щелочного коллоидного раствора (ЖСЩС) на степень гидратации портландцемента в возрасте 28 сут. нормального твердения.

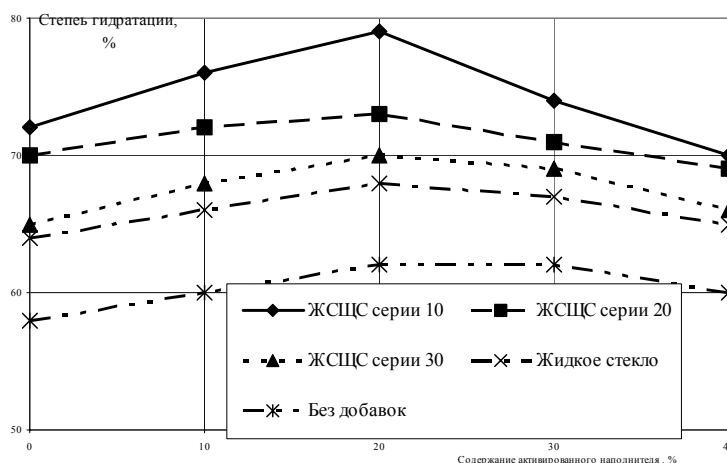


Рисунок 3 – Влияние содержания активированного наполнителя на степень гидратации портландцемента в возрасте 28 сут. при твердении в нормальных условиях. Содержание железосиликатного щелочного коллоидного раствора (ЖСЩС) – 0,5 % от массы цемента.

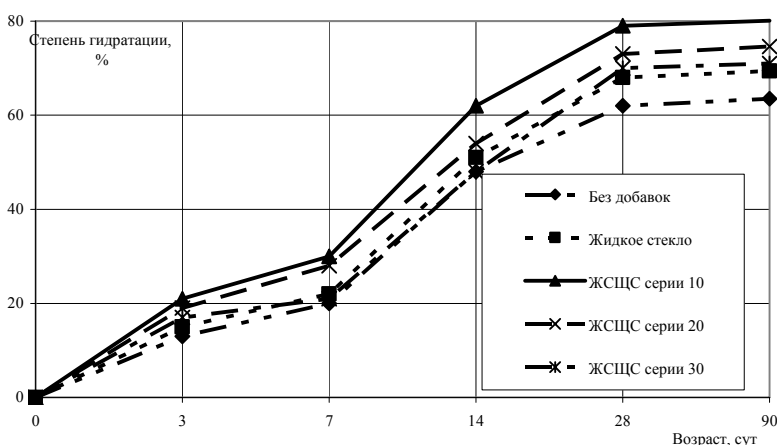


Рисунок 4 – Изменение во времени степени гидратации портландцемента, содержащего активированный наполнитель и железосиликатный щелочной коллоидный раствор (ЖСЩС). Содержание ЖСЩС – 0,5 % от массы цемента.

При этом математической обработкой результатов эксперимента установлено и опытным путем подтверждено (рис. 2), что при добавлении к портландцементу железосиликатного щелочного коллоидного раствора в количестве 0,5 % от его массы обеспечивается максимальная степень гидратации цемента.

Как показал анализ полученных результатов, наибольшая степень и скорость гидратации наблюдается у портландцемента, содержащего железосиликатный щелочной коллоидный раствор, полученный из смеси серии 10 (табл. 1) в количестве 0,5 % от массы цемента и замене активированным наполнителем 20 % портландцемента.

Таким образом, введение активированного наполнителя и железосиликатного щелочного коллоидного раствора в портландцемент приводит к увеличению скорости и степени его гидратации, что можно объяснить действием вводимых в составе железосиликатного щелочного коллоидного раствора комплексных ионов на основе железа, щелочного металла – натрия и кремнекислородных комплексов, а также увеличением «стесненности» системы. При этом влияние железосиликатного щелочного коллоидного раствора на степень и скорость гидратации портландцемента больше, чем силикатов натрия (рис. 4). Это свидетельствует о том, что эти процессы обуславливают не только ионы щелочного металла и кремнекислородные комплексы, как это происходит при добавлении жидкого стекла в портландцемент, а, в основном, комплексные железистые ионы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кривенко, П. В. Специальные шлакощелочные цементы [Текст] / П. В. Кривенко. – К. : Будівельник, 1992. – 192 с.
2. Вернер, А. Новые воззрения в области неорганической химии [Текст] / А. Вернер. – М. : ОНТИ, 1936. – 63 с.
3. Бутт, Ю. М. Химическая технология вяжущих материалов [Текст] : Учебник для вузов / Ю. М. Бутт, М. М. Сычев, В. В. Тимашев ; Под ред. В. В. Тимашева. – М. : Высш. шк., 1980. – 472 с.
4. Волженский, А. В. Минеральные вяжущие вещества [Текст] : Учебник для студ. вузов / А. В. Волженский. – 4-е изд. перераб. и доп. – М. : Стройиздат, 1986. – 464 с.
5. Шишкин, А. А. Бетоны на основе шламов обогащения железных руд и щелочного компонента [Текст] : дис. ... канд. техн. наук / Шишкин А. А. – Кривой Рог, 1989. – 177 с.

Получено 25.11.2012

Н. В. АСТАХОВА

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПОВНЮВАЧА З АКТИВОВАНИХ ВІДХОДІВ ГЗК,
ЗАЛІЗОСИЛІКАТНОГО ЛУЖНОГО КОЛОЇДНОГО РОЗЧИНУ, А ТАКОЖ ЇХ
ВПЛИВУ НА ГІДРАТАЦІЮ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТУ

Криворізький національний університет

Досліджені причини підвищення гідравлічної активності активованого наповнювача при його активації силікатами натрію. У процесі активації поверхня отриманого мінерального порошку насичується хімічно активними мінералами групи цеолітів, які і обумовлюють його підвищену гідравлічну активність. Рідка фаза, яка утворилася при цьому, являє собою залізосилікатний лужний колоїдний розчин. В результаті проведених експериментів досліджена ступінь гідrataції портландцементу залежно від вмісту в ньому активованого наповнювача та залізосилікатного лужного колоїдного розчину. Було доведено, що введення активованого наповнювача та залізосилікатного лужного колоїдного розчину в портландцемент призводить до збільшення швидкості та ступеня його гідrataції.

активований наповнювач, залізосилікатний лужний колоїдний розчин, портландцемент, гідrataція, активація

NATALIA ASTAKHOVA

WASTE ACTIVATED FILLING OF ORE-DRESSING ENTERPRISE
FERRIFEROUS ALKALINE COLLOIDAL SOLUTION AS WELL AS THEIR
INFLUENCE ON PORTLAND CEMENT HYDRATION INVESTIGATION

Krivoy Rog National University

The reasons for increasing the activity of activated hydraulic filler when activated sodium silicate were investigated. During activation, the surface of derived mineral powder is saturated with zeolite group minerals, which cause its high hydraulic activity. The liquid phase is formed at the same time, represents a

ferriferous alkaline colloidal solution. The investigation experiments results determined the degree of Portland cement hydration, depending on the filler and activated ferriferous alkaline colloidal solution content. It was proved that the adding of activated filler and ferriferous alkaline colloidal solution in Portland cement increase its velocity and hydration degree.

activated filler, ferriferous alkaline colloidal solution, Portland cement, the hydration, the activation

Астахова Наталя Валентинівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології будівельних виробів, матеріалів та конструкцій Криворізького національного університету. Наукові інтереси: розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

Астахова Наталья Валентиновна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии строительных изделий, материалов и конструкций Криворожского национального университета. Научные интересы: разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Natalia Astakhova – PhD (Eng.), Assistant Professor, Technology of Building Products, Materials and Structures Department, Krivorozsk National University. Scientific interests: development of effective technologies of processing of waste raw material in the components of composition materials.