

Н. Р. Рахимова, Р. З. Рахимов, О. В. Стоянов

СВОЙСТВА ТЕСТА КОМПОЗИЦИОННОГО ШЛАКОЩЕЛОЧНОГО ВЯЖУЩЕГО С ДОБАВКАМИ МОЛОТОГО КАМНЯ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНОГО РАСТВОРА

Ключевые слова: раствор, камень, помол, минеральная добавка, шлак, щелочь, вяжущее, нормальная густота, сроки схватывания.

Добавки в композиционные шлакощелочные вяжущие молотого камня цементно-песчаного раствора в зависимости от содержания, тонкости помола и соотношения компонентов позволяют регулировать в широких пределах их нормальную густоту и сроки схватывания.

Keywords: mortar, paste, grinding, mineral admixture, slag, alkali, binder, normal consistency, setting times.

The introduction of hydrated mortar waste to alkali-activated slag-blended cements depending on its content, fineness and constituents ratio allows to control its standard consistency and setting times.

Введение

Современные проблемы обеспечения дальнейшего устойчивого развития земной цивилизации связаны с решением задач сохранения природных сырьевых ресурсов, энергосбережения и охраны окружающей среды. Решение этих задач в определенной мере связано с повышением объемов использования отходов и попутных продуктов промышленности в производстве различной продукции [1-3].

Одной из разновидностей крупнотоннажных промышленных отходов являются бетонный лом, образующийся при сносе зданий и на предприятиях производства бетона, бетонных и железобетонных изделий. Ежегодно его образуется в европейских странах 340-570 млн.т[4,5], в США – 200-300 млн.т[6]. Большое количество бетонного лома образуется в Москве [7]. Бетонный лом подвергается дроблению, продукты которого преимущественно применяются при устройстве дорожных насыпей, откосов и покрытий и в качестве щебня для бетонов. Вместе с тем, бетонный лом утилизируется во всем мире в ограниченных объемах, а совершенно неудовлетворительно утилизируются продукты отсева дробления бетонного лома при дроблении.

Молотые продукты дробления бетонного лома, как крупных фракций, так и отсева могут быть эффективно использованы в качестве минеральных добавок при производстве различных минеральных вяжущих [8-10]. Ранее авторами настоящей работы были проведены исследования влияния добавок молотого портландцементного камня, как материала матрицы мелкозернистого бетона на свойства композиционного шлакощелочного вяжущего [9-11]. Ниже приведены результаты исследований влияния добавок молотого камня цементно-песчаного раствора (ЦПР) на нормальную густоту и сроки схватывания теста КШЩВ.

Объекты и методы исследований

Получение КШЩВ производилось введением в бездобавочное ШЩВ с удельной поверхностью 300 м²/кг добавок молотого камня цементно-песчаного раствора, моделирующего

растворную часть бетонного лома. ШЩВ получали помолом доменного гранулированного шлака Челябинского металлургического комбината (ЧМК) следующего химического состава (масс.%): SiO₂ – 37,49; CaO – 36,22; Al₂O₃ – 11,58; MgO – 8,61; MnO – 0,50; Fe₂O₃ – 0,16; TiO₂ – 1,8; Na₂O – 0,64; K₂O – 0,85; P₂O₅ – 0,01. Шлак 2-го сорта с модулем основности – 0,914, модулем активности 0,409 и коэффициентом качества 1,436. Минеральный состав шлака включает акерманит, кварц и рентгеноаморфную фазу. В качестве затворителей КШЩВ применялась кальцинированная сода (ГОСТ 5100-85) и натриевое жидкое стекло (ГОСТ 13078-81) с плотностью растворов 1,15 г/см³ и 1,3 г/см³, соответственно. Модельную минеральную добавку с различной удельной поверхностью получали помолом камня ЦПР с различным соотношением содержания цемента и песка (Ц:П) на основе портландцемента ЦЕМ 32,5 Н, твердевших в течении 28 сут в нормально-влажностных условиях. В качестве заполнителя ЦПР применялся кварцевый песок с модулем крупности Мкр=2,5, удовлетворяющий требованиям ГОСТ 8736-93. Удельная поверхность (Суд) продуктов помола определялась по методу Казеини-Кармана по воздухопроницаемости при атмосферном давлении на приборе ПСХ-9. Нормальная густота и сроки схватывания КШЩВ определялись по ГОСТ 310.3.81.

Результаты и обсуждение

Приведенные на рис.1 данные показывают увеличение или уменьшение водопотребности теста КШЩВ с содовым затворителем в зависимости от Суд ЦПР и соотношения Ц:П.

Приведенные на рис.1 данные показывают увеличение или уменьшение водопотребности теста КШЩВ с содовым затворителем в зависимости от Суд ЦПР и соотношения Ц:П.

С введением добавок ЦПР 1:1 нормальная густота повышается в зависимости от Суд и при Суд 200-600 м²/кг и содержании ЦПР до 60% возрастает на 31,0, 72,9, 98,8%, соответственно.

Увеличение содержания песка в ЦПР до соотношения Ц:П 1:1,5-1:3 при Суд 200 м²/кг уменьшает водопотребность добавки и нормальная

густота теста снижается до 9,3-13,6% при содержании ЦПР до 60%. Дальнейшее увеличение Суд ЦПР до 600 м²/кг приводит и к повышению нормальной густоты, зависящему от соотношения Ц:П. Так, при введении ЦПР при Суд до 400-600 м²/кг с Ц:П 1:1,5 нормальная густота повышается на 48,1-74,8%, при соотношении 1:2 на 36,8-56,2%, 1:3 на 32,9-52,3%.

Исследования влияния содержания и Суд ЦПР на нормальную густоту теста КШЩВ с жидкостекольнымзатворителем были проведены с использованием ЦПР при соотношении Ц:П 1:1,5 (рис.2). Как и в случае с содой добавление до 60% ЦПР 1:1,5 при Суд 200 м²/кг к ШЩВ снижает нормальную густоту теста на 14,6%, а с 400 и 600 м²/кг увеличивает на 21,9 и 52,7%, соответственно.

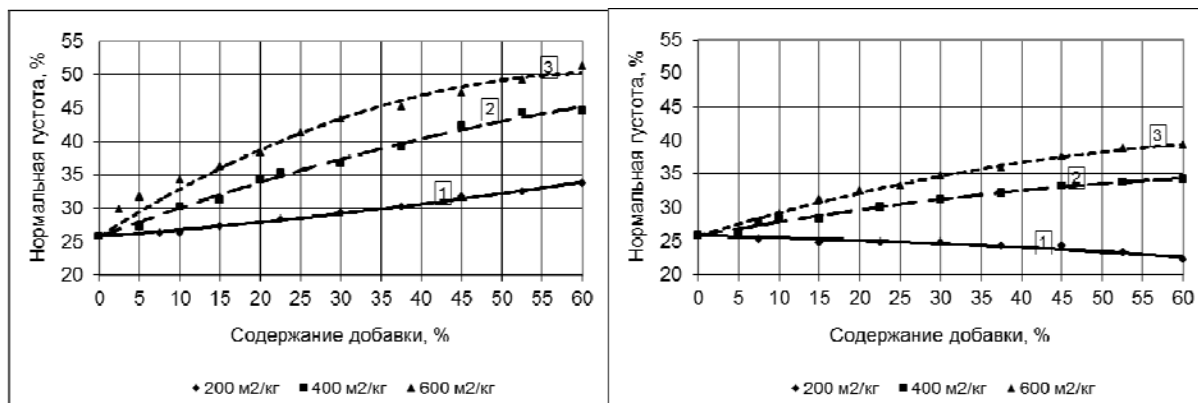


Рис. 1 - Влияние добавок ЦПР на нормальную густоту теста КШЩВ на основе ЧМК и раствора соды: а) ЦПР1:1; б) ЦПР1:3

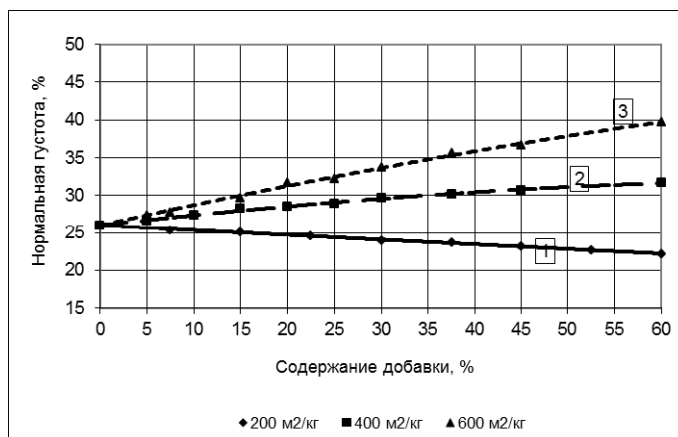


Рис. 2 - Влияние добавок ЦПР1:1,5 на нормальную густоту теста КШЩВ на основе ЧМК и жидкого стекла

Результаты исследований влияния добавок ЦПР на сроки схватывания представлены в табл.1. Как видно, и увеличение содержания и Суд в целом сокращает сроки схватывания теста КШЩВ. Однако, с увеличением содержания песка в ЦПР ослабевает интенсифицирующее влияние ЦПР на схватывание теста КШЩВ. При содержании ЦПР в количестве 15% с Суд 400 м²/кг и Ц:П 1:1 начало схватывания теста КШЩВ - 31 мин, конец 1 ч 58 мин, Ц:П 1:1,5 - 33 мин и 2 ч 01 мин, Ц:П 1:2 - 36 мин и 2 ч 08 мин, Ц:П 1:3 - 39 мин и 2 ч 11 мин. Сроки схватывания с жидкостекольнымзатворителем в целом значительно короче (табл.2).

Приведенные в таблицах 1 и 2 результаты исследований показывают, что введение добавок молотого камня ЦПР в состав КШЩВ в

зависимости от состава и тонкости помола позволяют в широких пределах регулировать сроки схватывания.

Закключение

Добавки в композиционные шлакощелочные вяжущие молотого камня цементно-песчаных растворов в зависимости от содержания, удельной поверхности и соотношения компонентов позволяют:

- регулировать нормальную густоту вяжущих как в сторону уменьшения, так и в сторону увеличения;

- получать вяжущие с различными сроками схватывания – нормально-, быстро-, особобыстро- и сверхбыстротвердеющие.

Таблица 1 - Влияние содержания, соотношения Ц:П и Суд добавок ЦПР на сроки схватывания КШЩВ на основе ЧМК и раствора соды

Содержание ЦПР, %	Сроки схватывания шлакощелочного теста (начало/конец), в зависимости от содержания, соотношения цемент:песок и удельной поверхности ЦПР (м ² /кг), ч-мин								
	1:1			1:1,5			1:3		
	200	400	600	200	400	600	200	400	600
-	<u>0-50</u> 3-00	<u>0-50</u> 3-00	<u>0-50</u> 3-00	<u>0-50</u> 3-00	<u>0-50</u> 3-00	<u>0-50</u> 3-00	<u>0-50</u> 3-00	<u>0-50</u> 3-00	<u>0-50</u> 3-00
7,5	<u>0-46</u> 2-39	<u>0-39</u> 2-27	<u>0-30</u> 2-13	<u>0-46</u> 2-43	<u>0-39</u> 2-28	<u>0-32</u> 2-14	<u>0-48</u> 2-47	<u>0-43</u> 2-35	<u>0-39</u> 2-27
15	<u>0-40</u> 2-15	<u>0-31</u> 1-58	<u>0-20</u> 1-40	<u>0-42</u> 2-20	<u>0-33</u> 2-01	<u>0-24</u> 1-41	<u>0-45</u> 2-27	<u>0-39</u> 2-11	<u>0-30</u> 2-01
30	<u>0-26</u> 1-26	<u>0-19</u> 1-10	<u>0-12</u> 0-48	<u>0-31</u> 1-30	<u>0-22</u> 1-13	<u>0-14</u> 0-56	<u>0-35</u> 1-40	<u>0-28</u> 1-27	<u>0-21</u> 1-17
45	<u>0-21</u> 0-47	<u>0-15</u> 0-35	<u>0-08</u> 0-22	<u>0-23</u> 0-51	<u>0-15</u> 0-39	<u>0-08</u> 0-27	<u>0-28</u> 1-01	<u>0-21</u> 0-53	<u>0-14</u> 0-44
60	<u>0-14</u> 0-20	<u>0-09</u> 0-15	<u>0-05</u> 0-09	<u>0-17</u> 0-25	<u>0-11</u> 0-18	<u>0-06</u> 0-12	<u>0-24</u> 0-34	<u>0-16</u> 0-29	<u>0-11</u> 0-22

Таблица 2 - Влияние содержания и Суд добавки ЦПР1:1,5 на сроки схватывания теста КШЩВ с жидкостекольнымзатворителем

Содержание ЦПР1:1,5,%	Сроки схватывания теста КШЩВ (начало/конец), в зависимости от Суд шлака (м ² /кг), ч-мин		
	200	400	600
-	<u>1-20</u> 2-10	<u>1-20</u> 2-10	<u>1-20</u> 2-10
7,5	<u>1-06</u> 1-46	<u>0-57</u> 1-38	<u>0-52</u> 1-30
15	<u>0-43</u> 1-19	<u>0-35</u> 1-08	<u>0-28</u> 0-58
30	<u>0-24</u> 0-47	<u>0-16</u> 0-40	<u>0-12</u> 0-33
45	<u>0-14</u> 0-30	<u>0-10</u> 0-23	<u>0-05</u> 0-18
60	<u>0-08</u> 0-20	<u>0-06</u> 0-15	<u>0-02</u> 0-12

Литература

1. Рахимов Р.З., Магдеев У.Х., Ярмаковский В.Н. Экология, научные достижения и инновации в производстве строительных материалов на основе и с применением техногенного сырья // Строительные материалы. 2009. №12. с.8-11.
2. Рахимова Н.Р., Рахимов Р.З., Стоянов О.В. Композиционные вяжущие для иммобилизации токсичных и радиоактивных отходов // Вестник Казанского технологического университета. т.16. №4. с.164-168.
3. Рахимова Н.Р., Рахимов Р.З., Стоянов О.В. Шлакощелочные композиционные материалы для защиты от радиоактивных излучений и иммобилизации радиоактивных отходов// Вестник Казанского технологического университета. т.16. №7. с.140-143.
4. De Belie, N. Robeyst, N. Recycling of construction materials. In: Ksshino, N., Van Gemert, D. &Imamoto, K. (eds.) Environment-conscious construction materials and systems. State of the art report of TC 192-ECM.Bagneux: RILEM Publications S.A.R.L. 2007. 22-37 pp.
5. Fisher, C. &Werge, M. 2009. EU as a Recycling Society.ETC/SCP working paper 2/2009 [Online]. Available: http://scp.eionet.europa.eu/publications/wp2009_2 [Accessed September 2, 2010].
6. Meyer C. The greening of the concrete industry //Cement andConcrete Composites.31(8) (2009).pp. 601-605.
7. Соломин И.А., Олейник С.П., Харитонов С.Е. Анализ состава и объемов строительных отходов, образованных при сносе ветхого жилищного фонда в Москве // Промышленное и гражданское строительство. 2007. №12. с.55-56.

8. Assal H.H. Utilization of demolished concrete in building materials // Silicat. ind. 2002. №9-10. p. 115-120.
9. Рахимова Н.Р., Рахимов Р.З., Хамитова Р.Ф. Композиционные шлакощелочные вяжущие с добавками молотого отсева дробления бетонного лома // Техника и технология силикатов. 2013. т.20. №3. с.9-15.
10. Rakhimova N., Rakhimov R., Fatykhov G. Alkali-activated slag-C&D waste cements // 18. InternationaleBaustofftagung, Tagungsbericht, Weimar. 2012 Band 1, p.1054-1060.
11. Рахимов Р.З., Рахимова Н.Р., Фатыхов Г.А. К комплексному использованию шлаков и бетонного лома в производстве шлакощелочных вяжущих // Известия КазГАСУ. 2011. №2(16). с.218-223.

© **Н. Р. Рахимова** – канд. техн. наук, доц. КГАСУ; **Р. З. Рахимов** – д-р техн. наук, проф. КГАСУ, Rahimov@ksaba.ru;
О. В. Стоянов - д.т.н., проф., зав. каф. технологии пластических масс КНИТУ, ov_stoyanov@mail.ru.