

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СУПЕР- И ГИПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ В РАСТВОРНЫХ КОМПОЗИЦИЯХ РАЗНОГО СОСТАВА

Овчаренко Г.И. – д.т.н. профессор, Викторов А.В. – ассистент,

Аладикова О.Е. - студент группы Спр-31, Фролова Г.В. - студент группы Спр-31
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В работе было исследовано влияние супер- и гиперпластификатора на водопотребность и прочность растворной части бетона при ее одинаковой подвижности. Исследования проводились при трех соотношениях цемента (ПЦ400 Д20, Искитим) и обского песка как 1 : 3, 1 : 2 и 1 : 1,5 и при частичной (0,25 части) замене песка тонкомолотым известняком (каменная мука). В результате были определены оптимальные составы с добавлением каменной муки (тонкомолотого известняка) и гиперпластификатора Glenium 115 в количестве 0,6 % в соотношении Пц:Ц 1 : 1,5.

В работе было исследовано влияние супер- и гиперпластификатора на водопотребность и прочность растворной части бетона при ее одинаковой подвижности. Исследования проводились при трех соотношениях цемента (ПЦ400 Д20, Искитим) и обского песка как 1 : 3, 1 : 2 и 1 : 1,5 и при частичной (0,25 части) замене песка тонкомолотым известняком (каменная мука). В результате были определены оптимальные составы с добавлением каменной муки (тонкомолотого известняка) и гиперпластификатора Glenium 115 в количестве 0,6 % в соотношении Пц:Ц 1 : 1,5.

Применение высокоэффективных гиперпластификаторов позволяет получать самоуплотняющиеся бетонные смеси. Многочисленные исследования показали необходимость высокого содержания в таких смесях тонкодисперсных компонентов в виде цемента и дополнительно - каменной муки. Экономический кризис в РФ привел к значительному повышению стоимости импортных гиперпластификаторов, поэтому необходимо сравнить их эффект действия с доступными суперпластификаторами.

В настоящей работе нами исследовались в качестве пластификаторов гиперпластификатор Glenium 115 и суперпластификатор MAPEICHRWOSVF202.

В растворах одинаковой подвижности (расплав стандартного цементного конуса 110 мм) определялось В/Ц при пластификации указанными добавками. Как видно из модели рисунка 1.

В ходе испытаний мы получили, что при одиноком расплаве конуса (конус для изготовления растворных балочек), водоцементное отношение уменьшается с повышением количества цемента. Минимальное В/Ц получилось у составов 1:1,5. Так из модели рисунка 1 видно, что при введении 0,6 и 1 % GLENIUM 115 уменьшилось В/Ц, но при этом его эффективность несколько лучше при 0,6 % (рисунок 1).

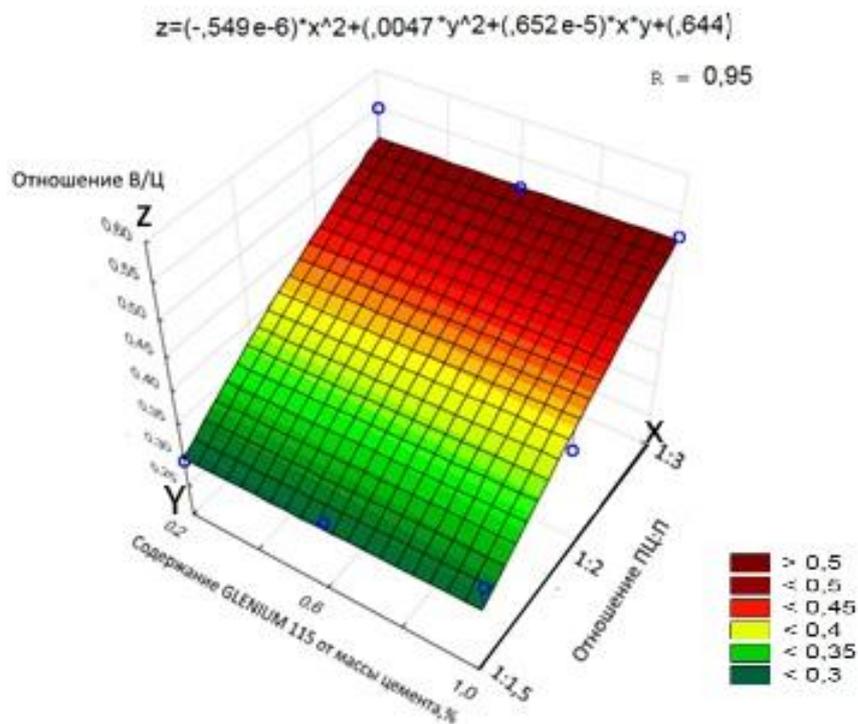


Рисунок 1 – Зависимость В/Ц от процента добавки GLENIUM 115 и от отношения цемента к песку

Введение суперпластификаторов и гиперпластификаторов значительно сокращает расход воды и повышает прочность на изгиб и при сжатии (рисунок 2).

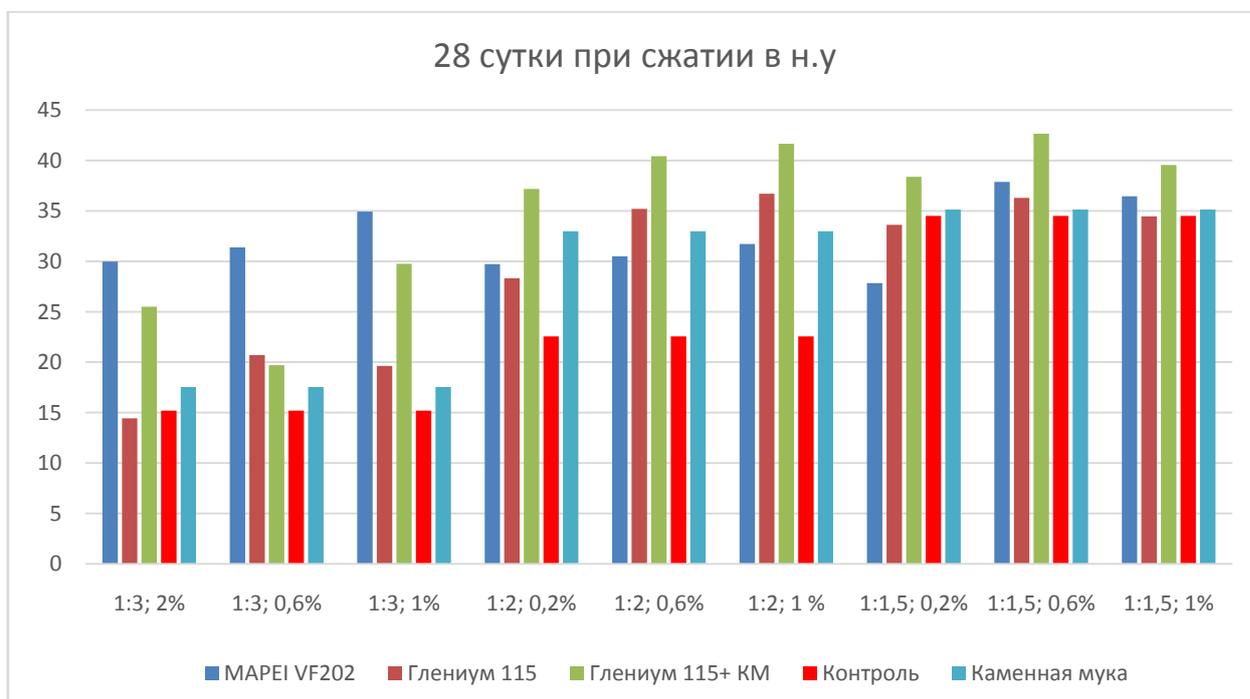


Рисунок 2 - Прочность растворного камня при сжатии в 28 суток с различными добавками и соотношением ПЦ:Песок.

В соответствии с изменением В/Ц, изменяется и прочность исследованных композиций. Как правило, прочность выше у составов с отношением ПЦ:П = 1,5, наличие каменной муки так же повышает прочность камня. Кроме этого, суперпластификатор показывает выше прочность составов с высоким содержанием песка (ПЦ:П = 1 : 3), а гиперпластификатор, - наоборот, в низкopesчаных составах.

После 1 суток твердения в нормальных условиях прочность при сжатии увеличивается с 1,5 до 11,5 МПа, а после 28 суток (рисунок 2) с 18,5 до 37 МПа при изменении соотношения ПЦ:Ц от 1:3 до 1:1,5.

Выводы по работе:

1. В/Ц отношение пластифицируемых растворных смесей существенно зависит от отношения ПЦ:П. Чем оно выше (1:1,5), тем выше эффект пластификации. Частичная замена песка каменной мукой усиливает данный эффект.

2. В соответствии с изменяющимся В/Ц, изменяется прочность пластифицирующих композиций- максимальная прочность, как правило, наблюдается у составов с ПЦ:П =1:1,5. Однако данная зависимость имеет особенность, заключающуюся в том, что супер МАРЕИ лучше работает в смесях с повышенным содержанием песка, а GLENIUM 115 - наоборот, в смесях с большим содержанием тонкодисперсных компонентов.

Список литературы

1. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны: научное издание. – М.: Стройиздат, 1990. - 399 с.

2. Изотов В.С., Соколова Ю.А. Химические добавки для модификации бетона. – М.: Палеотип, 2006. – 244 с.

3. Андреева А.Б. Пластифицирующие и гидрофобизирующие добавки в бетонах и растворах. М.: Высшая школа, 1988. – 53 с.

4. Иванов Ф.М., Батраков Ф.И. Исследование и применение бетонов с суперпластификаторами// Сборник научных трудов. НИЖБ Госстроя СССР 1982, с 159-163.

ПОВЫШЕНИЕ МОРОЗОСТОЙКОСТИ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА

Овчаренко Г.И. – д. т. н. профессор, Викторов А.В. – ассистент,

Ларькина Е.А., студент гр. Спр-31, Касымжанова З.С., студент гр. Спр-31

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г.Барнаул)

Морозостойкость силикатного кирпича заводов Барнаула в основном составляет 15-20 циклов. Этого недостаточно для лицевого кирпича. Кроме этого вышел новый нормативный документ на базе СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции», в котором требования для морозостойкости лицевого силикатного кирпича повышены до 50-100 циклов, в зависимости от конструкции стены.

Поэтому целью нашей исследовательской работы было повышение морозостойкости силикатного кирпича. Для этого были запланированы два вида эксперимента: увеличение тонкодисперсной фракции за счет добавки неглинистого активного материала в виде микрокремнезема и гидрофобизация автоклавированного материала.

Особенность технологии силикатного кирпича заключается в том, что содержание «пластификатора» в виде извести сырьевой смеси только 10% (не более 10%). Кроме того, малое содержание тонкодисперсного компонента не позволяет получить плотный сырец. Поэтому на многих заводах силикатного кирпича в качестве дополнительной пластифицирующей и уплотняющей добавки используется глина.

Такой подход позволяет легче прессовать кирпич и меньше изнашивать оборудование. К тому же получается более плотный, а значит более прочный камень. Но глинистые минералы в камне приводят к его низкой морозостойкости.

Морозостойкость силикатного кирпича заводов Барнаула в основном составляет 15-20 циклов. Этого недостаточно для лицевого кирпича. Кроме этого вышел новый нормативный документ на базе СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции», в котором требования для морозостойкости лицевого силикатного кирпича повышены до 50-100 циклов, в зависимости от конструкции стены.

Поэтому целью нашей исследовательской работы было повышение морозостойкости силикатного кирпича. Для этого были запланированы два вида эксперимента: увеличение тонкодисперсной фракции за счет добавки неглинистого активного материала в виде микрокремнезема и гидрофобизация автоклавированного материала.

Были запланированы 16 составов с содержанием глинистых компонентов от 0 до 30%, а микрокремнезема от 2,5 до 10%. Составы готовились следующим образом: к отмытому кварцевому песку добавлялось 10% извести и нужный процент глины. Смесь отправлялась в шаровые мельницы на дополнительный помол, перемешивалась до однородного состояния. Далее полученная смесь увлажнялась до формовочной влажности (15%, определили органолептическим методом). Равномерно увлажненную массу высыпали в полиэтиленовые мешки, после чего подвергли силосованию в сушильных шкафах при температуре 60°C в течении 2-4 часов для гашения извести.

По истечении времени силосования смесь доувлажнялась, добавлялся микрокремнезем, отвешивалось необходимое количество приготовленной массы для получения образца цилиндра размером 50×50 мм. Порция засыпалась в пресс-форму и под удельным давлением 40кН прессовался образец. Изготовленные образцы поместили в автоклав и запаривали по заданному режиму.

После автоклава образцы высушивались до постоянной массы в сушильном шкафу. Часть ушла на испытание на прочность, часть – на морозостойкость и на гидрофобизацию.

Гидрофобизация проводилась поверхностно. Рабочий раствор готовили с водой в составе 1:10. Сухие образцы покрывали с помощью кисти тонким слоем гидрофобизатора, сутки держали в сухом месте, затем испытывали на водопоглощение.

Влияние добавки глины в известково-кварцевую смесь выражалось в том, что с увеличением ее дозировки плотность и прочность образцов увеличивается. Оптимальная дозировка – 0-30%.

Зависимость прочности образцов от содержания глинистых компонентов и микрокремнезема представлена на модели (рисунок 1), из которой видно, что и глина, и микрокремнезем приводят к уплотнению и упрочнению камня.

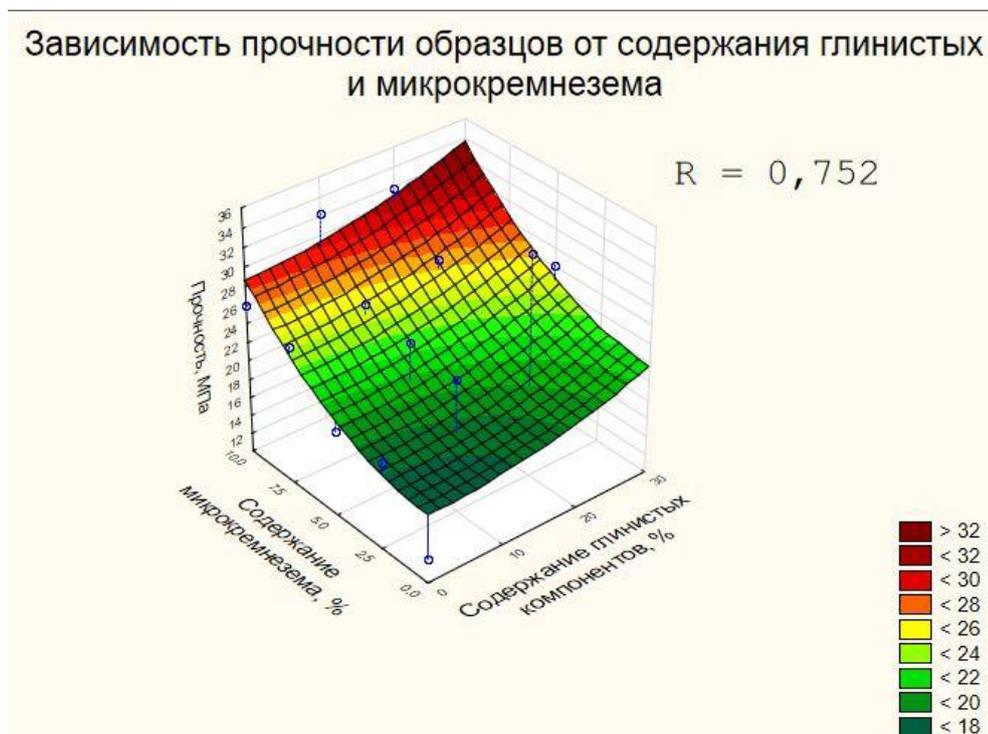


Рисунок 1 - Зависимость прочности образцов от содержания глинистых компонентов и микрокремнезема

Оптимальная дозировка тонкодисперсных компонентов также находится в районе 20-30%, микрокремнезема – 7,5-10%. При этом максимальная прочность камня с добавками примерно в 2 раза выше прочности контрольного состава.

Поверхностная обработка образцов гидрофобизатором приводит к снижению их водопоглощения на 30%. Присутствие глинистых частиц увеличивает водопоглощение и снижает эффект гидрофобизации.

Таким образом, повышения морозостойкости силикатного кирпича можно добиться за счет отмеченных мероприятий: добавка микрокремнезема при уменьшении присутствия глинистых частиц и гидрофобизация готового материала.

Список литературы

1. Войтович В.А., Яворский А.А. Реалии и перспективы силикатного кирпича // Строительные материалы. 2012. №4. С. 62-64.
2. Шилова М.В. Силиконовые продукты для защиты силикатных материалов от атмосферных воздействий // Строительные материалы. 2010. С. 39-40.
3. Черепанов В.И., Некрасова Е.В. Мифы и реальность, проблемы и перспективы силикатного кирпича // Строительные материалы. 2011. №9. С. 30-32.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОНТАКТНО-КОНДЕНСАЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ДОБАВКОЙ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Овчаренко Г.И. – д. т. н. профессор, Викторов А.В. – ассистент,

Игнатов А.А. - студент группы Спр-31, Колаев Н.С. - студент группы Спр-31

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В связи с интенсивным развитием строительства, изменением застройки городов под современные жилищно-административные объекты, производится снос старых зданий. Возникает проблема переработки бетонного лома. Некоторые вопросы применения вторичного щебня в технологии бетона решены, однако растворная часть бетонного лома не нашла широкого применения. В связи с этим нами исследовалась перспективность переработки растворной части бетонного лома в изделия, получаемые методом контактно-конденсационного твердения, а также влияние на этот процесс добавки горной породы и портландцемента.

В связи с интенсивным развитием строительства, изменением застройки городов под современные жилищно-административные объекты, производится снос старых зданий. Возникает проблема переработки бетонного лома. Некоторые вопросы применения вторичного щебня в технологии бетона решены, однако растворная часть бетонного лома не нашла широкого применения. В связи с этим нами исследовалась перспективность переработки растворной части бетонного лома в изделия, получаемые методом контактно-конденсационного твердения, а также влияние на этот процесс добавки горной породы и портландцемента.

От исходного бетонного лома, от переработки изделий на ЖБИ Сибири, отсеивалась фракция мельче 1,25 мм, увлажнялась до формовочной влажности 10-15 % и прессовалась под удельным давлением 60 МПа и 80 МПа.

Зависимость прочности материала от количества введенного ПЦ и количества горной породы при давлении прессования 60 МПа и времени твердения 28 суток

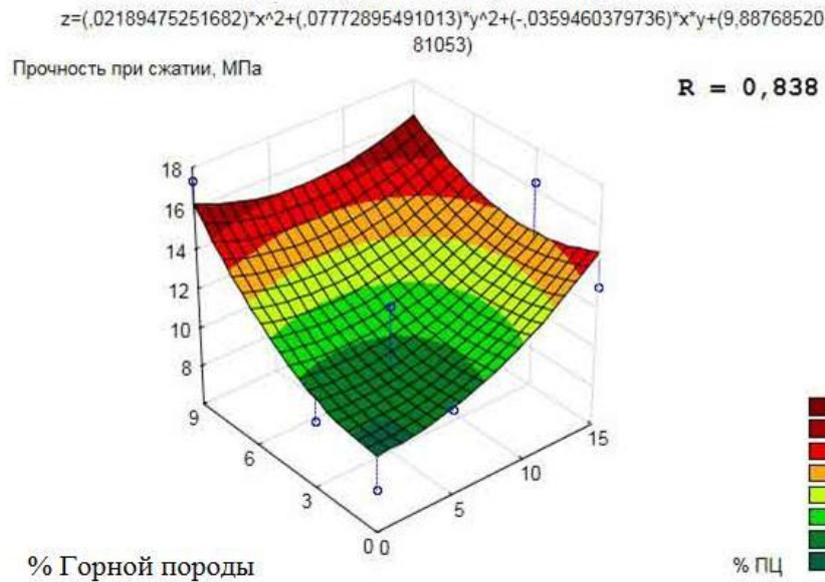


Рисунок 1 - Зависимость прочности материала от количества введенного ПЦ и количества горной породы при давлении прессования 60 МПа и времени нормального твердения 28 суток

В исходную сырьевую смесь вводилось 3% и 9% горной породы, а также 5% и 15% портландцемента. Образцы испытывались после нормальных условий твердения и после тепло-влажностной обработки [1-4].

На диаграмме видно, что при увеличении содержания введенных ПЦ и горной породы прочность образцов значительно возрастает с временем твердения.

Зависимость прочности материала от количества введенного ПЦ и горной породы при давлении прессования 60 МПа и времени твердения 28 суток
ТВО

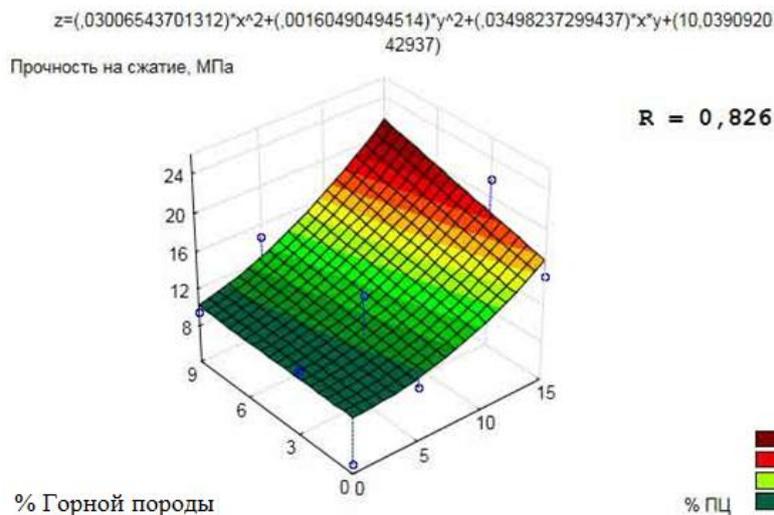


Рисунок 2 - Зависимость прочности материала от количества введенного ПЦ и количества горной породы при давлении прессования 60 МПа и времени твердения 28 суток с использованием ТВО

На диаграммах видно, при тепло-влажностной обработке тоже идет рост прочности, и на 28 сутки может достигать до 22 МПа, что дает возможность производить материал с маркой М200.

Без добавок бетонный лом указанной фракции обеспечивает прочность через 1 сутки нормального твердения 6 МПа, а через 28 суток прочность достигает 11 МПа (давление прессования 80 МПа).

Выводы по работе:

1. Различное содержание процентных добавок горной породы, приводит к улучшению прочности материала, так же выяснили, что добавка горной породы приводит к увеличению формовочной влажности с 10 % до 15-20%.
2. Прирост прочности составов с содержанием в вяжущем горной породы составляет около 40 % относительно контрольного состава.

Список литературы

1. Кальгин А.А., Фахратов М.А. Эффективность использования дробленого бетона в производстве бетонных и железобетонных изделий // СРІ Международное бетонное производство. 2007. № 5. С. 162-163.
2. Арсентьев В.А., Мармандян В.З., Добромыслов Д.Д. Современные технологические линии для строительного рециклинга // Строительные материалы. 2006. № 8. С. 64-66.
3. Курочка П.Н., Мирзалиев Р.Р. Свойства щебня из продуктов дробления вторичного бетона как инертного заполнителя бетонных смесей // Инженерный вестник Дона, 2012, №4 (часть 2) URL: ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1441.
4. Гусев Б.В., Загурский В.А. Вторичное использование бетонов. М.: Стройиздат, 1988. 97 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОНТАКТНО-КОНДЕНСАЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ДОБАВКОЙ ДОМЕННОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА

Овчаренко Г.И.- д.т.н., профессор, Викторов А.В. - ассистент

Пупынин М.Г. – студент группы Спр-31, Дорофеев А.А. – студент группы Спр-31
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Одной из важнейших проблем современного строительного материаловедения является получение долговечных материалов на основе дешевого, доступного, часто невостребованного местного сырья, к которому можно отнести как природные ресурсы, так и отходы производственных предприятий. В связи с этим нами исследовалась перспективность переработки растворной части бетонного лома в изделия, получаемые методом контактно-конденсационного твердения, а также влияние на этот процесс добавки доменно-гранулированного шлака и портландцемента.

Одной из важнейших проблем современного строительного материаловедения является получение долговечных материалов на основе дешевого, доступного, часто невостребованного местного сырья, к которому можно отнести как природные ресурсы, так и отходы производственных предприятий. В связи с этим нами исследовалась перспективность переработки растворной части бетонного лома в изделия, получаемые методом контактно-конденсационного твердения, а также влияние на этот процесс добавки доменно-гранулированного шлака и портландцемента.

От исходного бетонного лома, от переработки изделий на ЖБИ Сибири, отсеивалась фракция мельче 1,25 мм, увлажнялась до формовочной влажности 10-15 % и прессовалось под удельным давлением 60 МПа и 80 МПа.

В исходную сырьевую смесь вводилось 3 % и 9 % ДГШ, а также 5 % и 15 % портландцемента. Образцы испытывались после нормальных условий твердения и после тепло-влажностной обработки.

Ниже представлен график, показывающий основную выявленную закономерность.

Зависимость прочности материала от количества введенного ПЦ и количества ДГШ при давлении прессования 60 МПа и времени твердения 28 суток.

$$z=(0,0261002)*x^2+(0,0754001)*y^2+(0,0200389)*x*y+(9,82861)$$

Прочность при сжатии, МПа

R = 0,919

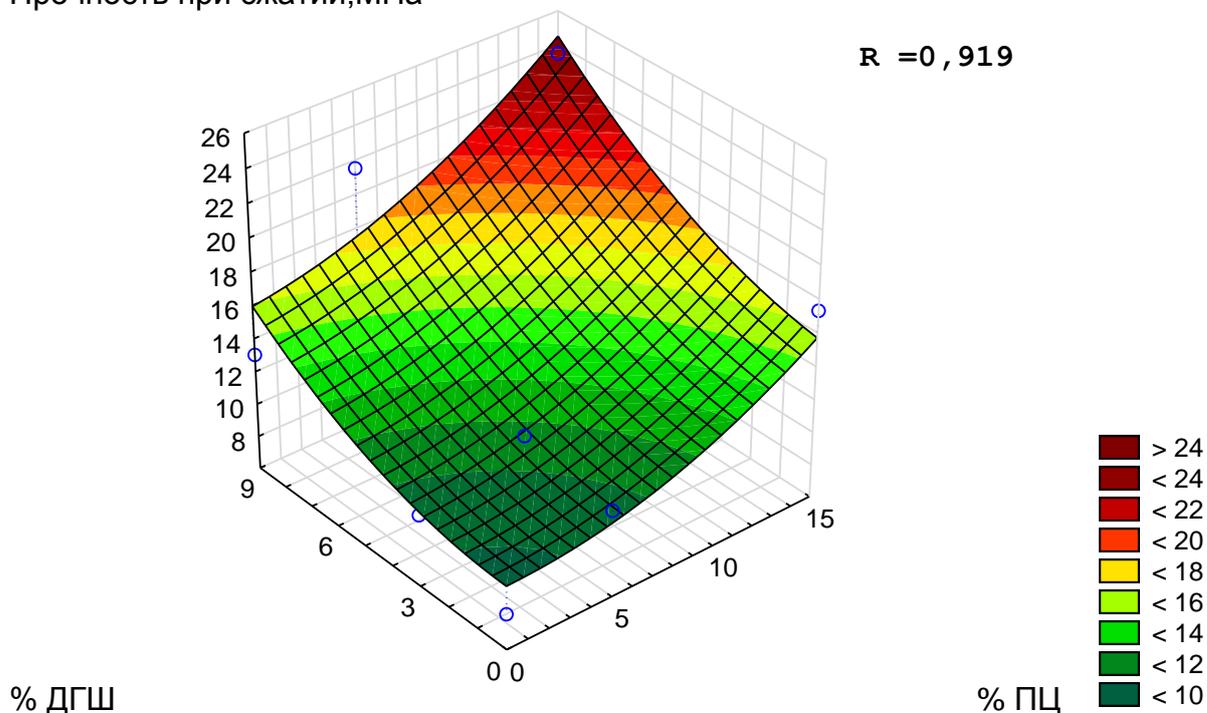


Рисунок 1 - Зависимость прочности материала от количества введенного ПЦ и количества ДГШ при давлении прессования 60 МПа и времени нормального твердения 28 суток

На диаграмме видно, что при увеличении содержания введенных ПЦ и ДГШ прочность образцов значительно возрастает с увеличением продолжительности твердения.

Выводы по работе:

1. В итоге, после проделанной исследовательской работы мы пришли к выводу, что различное содержание процентных добавок ДГШ, приводит к улучшению прочности материала.
2. Прирост прочности составов с содержанием в вяжущем ДГШ составляет около 30 % относительно контрольного состава.

Список литературы

1. Юдина, Л.В. Строительные материалы контактного твердения на основе шлаков, зол и грунтов / Л.В. Юдина, В.В. Турчин // Известия КазГАСУ. – 2010. - №2(14). – С. 303-307.
2. Сидоренко, Ю.В. О моделировании контактно-конденсационных процессов на мезоуровне нестабильной системы силикатной системы / Ю.В. Сидоренко // Успехи современного естествознания. — 2007. — №4. — С. 55-56.
3. Сагындыков, А.А. Вяжущие контактного твердения на основе гранулированного фосфорного шлака и фосфогипса для дорожного строительства / ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ 2006 №4 С42-48 ВЕСТНИК ТарГУ им. М.Х. Дулати природопользование и проблемы антропоферы.

4. Гусев Б.В., Загурский В.А. Вторичное использование бетонов. М.: Стройиздат, 1988. 97 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ КОНТАКТНО-КОНДЕНСАЦИОННОГО ВЯЖУЩЕГО НА ОСНОВЕ ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА С ДОБАВКОЙ МИКРОКРЕМНЕЗЕМА

Овчаренко Г.И. – д. т. н. профессор, Викторов А.В. – ассистент
Дармограй Е.С., студент группы Спр-31, Косинов Д.Ю., студент группы Спр-31
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В связи с интенсивным развитием строительства, изменением застройки городов под современные жилищно-административные объекты, производится снос старых зданий. Возникает проблема переработки бетонного лома. Некоторые вопросы применения вторичного щебня в технологии бетона решены, однако растворная часть бетонного лома не нашла широкого применения. В связи с этим нами исследовалась перспективность переработки растворной части бетонного лома в изделия, получаемые методом контактно-конденсационного твердения, а также влияние на этот процесс добавки микрокремнезема и портландцемента.

Ежегодно в России образуется более 6 млн. тонн отходов бетона и железобетона, а в ближайшее время прирост объёма бетонного лома от разборки зданий и накопления некондиционных конструкций достигнет 15–17 млн. тонн в год.

Вторичный щебень из-за его низких характеристик используется обычно для производства низкомарочных бетонов и в дорожном строительстве. Причина низкой прочности вторичного щебня, получаемого по традиционной технологии, – содержание в его составе значительного объёма цементного камня, который имеет прочность на порядок ниже, чем крупный и мелкий заполнители.

Решить ее способно внедрение технологии создания вяжущих на основе бетонного лома с добавлением портландцемента и микрокремнезема.

От исходного бетонного лома, от переработки изделий на ЖБИ Сибири, отсеивалась фракция мельче 1,25 мм, увлажнялась до формовочной влажности 10-15 % и прессовалась под удельным давлением 60 МПа и 80 МПа.

В исходную сырьевую смесь вводилось 3-9 % микрокремнезема, а также 5% и 15% портландцемента. Образцы испытывались после нормальных условий твердения и после тепло-влажностной обработки [1-6].

Экспериментальным путем были получены следующие значения прочности различных составов:

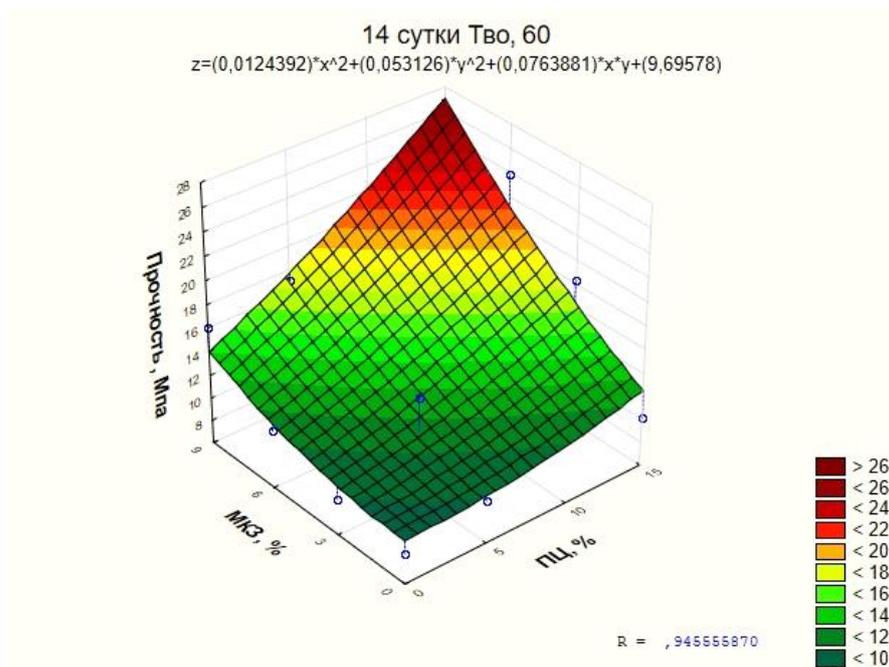


Рисунок 1 - Зависимость прочности материала от количества введенного ПЦ и количества микрокремнезема при давлении прессования 60 МПа и времени твердения 14 суток после ТВО

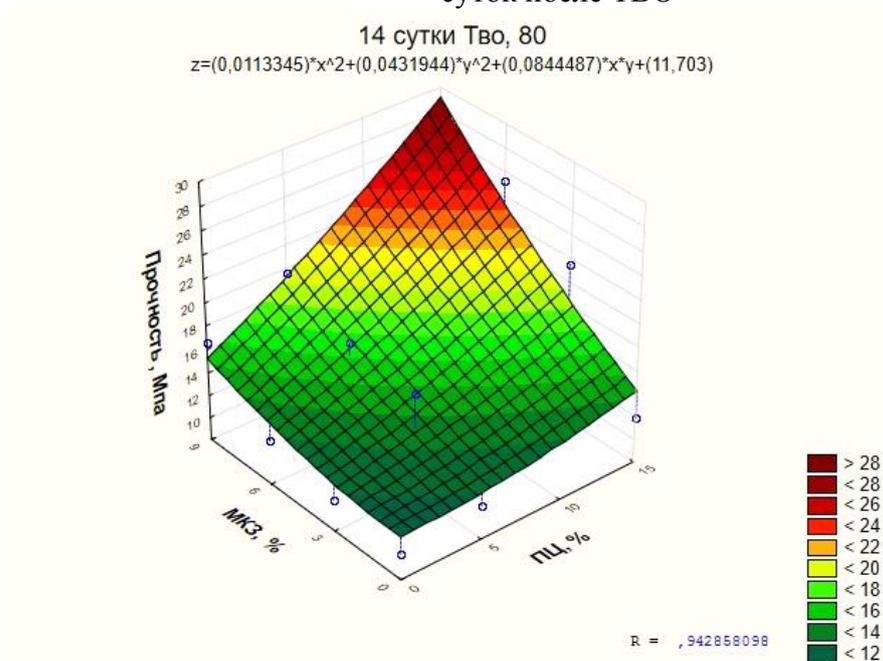


Рисунок 2- Зависимость прочности материала от количества введенного ПЦ и количества микрокремнезема при давлении прессования 80 МПа и времени твердения 7 суток после ТВО

На диаграммах видно, что при тепловлажностной обработке идет рост прочности, и на 14 сутки может достигать до 30 МПа, что дает возможность производить материал с маркой М300. При увеличении давления прессования, так же заметно увеличение прочности при сжатии, и при добавлении 9% микрокремнезема и 15% ПЦ достигает до 30 МПа на 7 сутки.

В результате проведенных исследований было установлено:

1. Прирост прочности составов с содержанием микрокремнезема составляет около 40 % относительно контрольного состава.

2. Введение Мкз повышает прочность для составов с низким содержанием цемента (5-10 %), для составов с высоким содержанием (15%) эффект не значительный.
3. Оптимальное введение Мкз составило 3-6 %, при введении 9% эффект не значительный.

Список литературы

1. Арсентьев В.А., Мармандян В.З., Добромыслов Д.Д. Современные технологические линии для строительного рециклинга // Строительные материалы. 2006. № 8. С. 64-66.
2. Сагындыков, А.А. Вяжущие контактного твердения на основе гранулированного фосфорного шлака и фосфогипса для дорожного строительства / ЕЖЕКВАРТАЛЬНЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ 2006 №4 С42-48 ВЕСТНИК ТарГУ им. М.Х. Дулати природопользование и проблемы антропосферы.
3. Сидоренко, Ю.В. О моделировании контактно-конденсационных процессов на мезоуровне нестабильной системы силикатной системы / Ю.В. Сидоренко // Успехи современного естествознания. — 2007. — №4. — С. 55-56.
4. Surya M., KantaRao V.V.L., Lakshmy P. Recycled Aggregate Concrete for Transportation Infrastructure // Procedia - Social and Behavioral Sciences. 2013. Vol. 104. pp. 1158-1167.
5. Гусев Б.В., Загурский В.А. Вторичное использование бетонов. М.: Стройиздат, 1988. 97 с.
6. Бибики М.С., Тулупов И.И. Исследование физико-механических характеристик заполнителей из дробленого бетона // Строительная наука и техника. 2008. № 3. С. 27–31.

ВЯЖУЩЕЕ ДЛЯ ВЫСОКОПОДВИЖНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ С ДОБАВКАМИ КОМПОЗИЦИИ ПЦ+ВКЗ+МК+С-3

Овчаренко Г.И. – д. т. н. профессор, Викторов А.В. – ассистент

Меркульева Д.Е. - студент группы Спр-31, Нагель М.В. - студент группы Спр-31

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В работе было исследовано влияние свободного СаО на расширение исследуемых составов и прочность растворной части бетона при ее одинаковой подвижности. Исследования проводились при трех соотношениях цемента (ПЦ400 Д20, Искитим), ВКЗ, МК и суперпластификатора С-3. В результате были определены оптимальные составы, обеспечивающие расширяющий эффект.

В работе было исследовано влияние свободного СаО на расширение исследуемых составов и прочность растворной части бетона при ее одинаковой подвижности. Исследования проводились при трех соотношениях цемента (ПЦ400 Д20, Искитим), ВКЗ, МК и суперпластификатора С-3. В результате были определены оптимальные составы обеспечивающие расширяющий эффект.

Целью данного исследования является: получение высокоподвижных бетонных смесей.

Для того, чтобы добиться поставленной цели, необходимо было подобрать оптимальные составы, обеспечивающие расширяющий эффект, применяя БУЗ и выявить зависимости расширения, прочности растворов от свойств золы, дозировки добавок пластификатора С-3.

Для данной научной работы нам понадобились следующие сырьевые материалы :искитимский цемент, высококальциевая зола от сжигания углей КАТЭКа на Барнаурской ТЭЦ №3 (2 пробы), обской песок с модулем крупности $M_{кр}=1,52$, микрокремнезем, добавка «Пластификатор С-3» в виде водного раствора.

Методика проведения эксперимента.

Образцы-балочки для измерения линейного расширения изготавливают из раствора вяжущего с речным песком. Составы растворов приведены в таблице 1. Подвижность раствора П2, что соответствует погружению конуса 8 см. Размер образца-балочки 40* 40*160

мм. При изготовлении образцов в форму в специально высверленные отверстия закладывают с каждой торцевой стороны стальные репера.

Для определения деформаций расширения используется прибор Гипроцемента. Для учета поправки на температурную деформацию служит эталон, представляющий собой стальной стержень длиной 160 мм, закрепленный в деревянную оправу из сухого материала.

Перед измерением образцов каждой серии определяют длину эталона, далее измеряют длину образцов с точностью до 0,01 мм.

Таблица 1 - Составы растворов, % по массе

	ПЦ	Зола	МК	песок	С-3
Состав 1;14 50/50	12,2	12,2	2,43	72,77	0,4
Состав 2;15 50/50	12,2	12,2	2,43	72,8	0,44
Состав 3;16 50/50	12,2	12,2	2,43	72,7	0,59
Состав 4;17 40/60	9,72	14,58	2,43	72,77	0,4
Состав 5;18 40/60	9,72	14,58	2,43	72,8	0,44
Состав 6;19 40/60	9,72	14,58	2,43	72,7	0,59
Состав 7;20 30/70	7,29	17,01	2,43	72,77	0,4
Состав 8;21 30/70	7,29	17,01	2,43	72,8	0,44
Состав 9;22 30/70	7,29	17,01	2,43	72,7	0,59
Состав 10 Контроль	24,9	-	-	74,7	0,37
Состав 11 Контроль	24,9	-	-	74,66	0,45
Состав 12 Контроль	24,9	-	-	74,55	0,6
Состав 13 Контроль	25	-	-	75	-

Измерение линейного расширения образцов производят на 1, 3, 5, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25 и 28 сутки.

За результат линейного расширения принимают среднее арифметическое замеров трех образцов. Расхождение между результатами трех определений не должно превышать 15 %.

Образцы испытываются на прочность при изгибе и сжатии на 3,7,14 и 28 сутки.

При исследовании влияния свойств зол на линейное удлинение растворного камня было выявлено, что для всех проб с увеличением времени твердения линейное удлинение образцов увеличивается, после 10 суток происходит незначительный спад, после 16 суток линейное удлинение увеличивается и после 25 суток происходит стабилизация (рисунок 1).

При оценке прочностных характеристик составов выявлено, что с увеличением времени твердения и содержания свободного СаОсум в золе прочность при сжатии увеличивается (рисунок 3), а при изгибе уменьшается (рисунок 2).

Расширение 50%ПЦ+50%ВКЗ+5%МК+С-3

$$z=(-,1529194964e-3)*x^2+(-,0042784580138)*y^2+(,82533894410e-3)*x*y+(,47206414591968)$$

Расширение

R =0,902

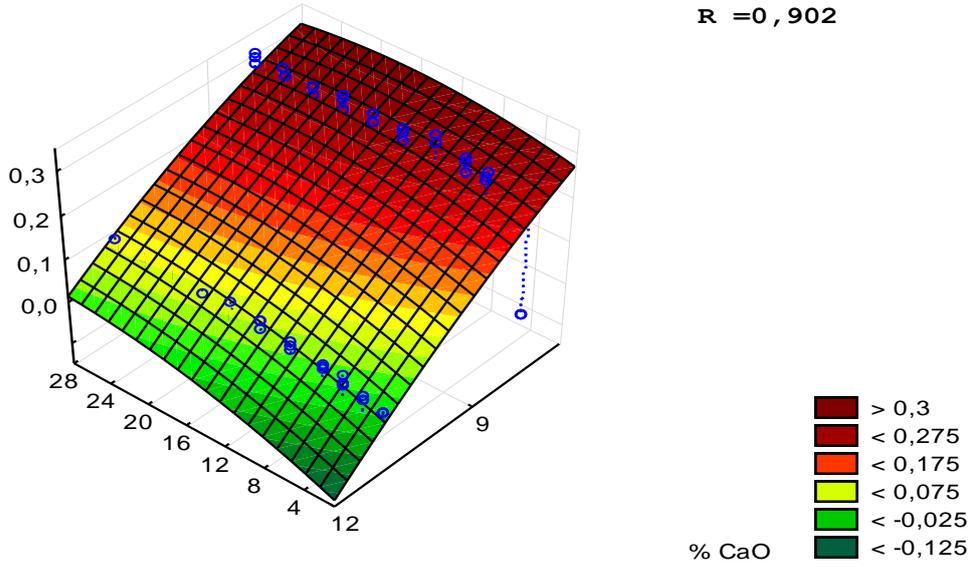


Рисунок 1- Зависимость линейного расширения от содержания свободного CaO в ВКЗ

Прочность при изгибе 50%Пц+50%ВКЗ+5%МК+С-3

$$z=(-,3397421062e-3)*x^2+(-,0043939511476)*y^2+(,00988987731947)*x*y+(1,3684953754308)$$

Прочность при изгибе, МПа

R =0,910

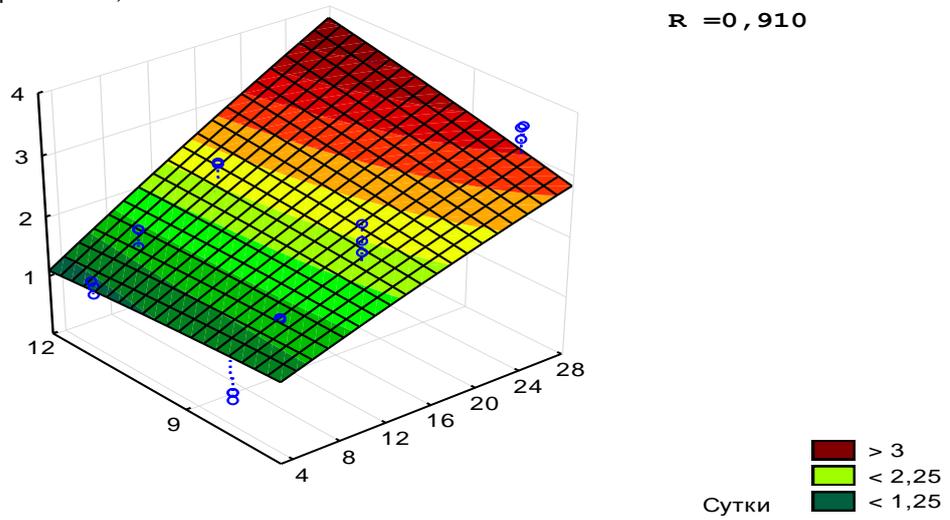


Рисунок 2 - Зависимость прочности при изгибе от содержания свободного CaO в ВКЗ

Прочность при сжатии 50%ПЦ+50%ВКЗ+5%МК+С-3

$$z=(-,0032799834756)*x^2+(-,0218844309703)*y^2+(,04014733074699)*x*y+(3,4264368959311)$$

Прочность при сжатии, МПа

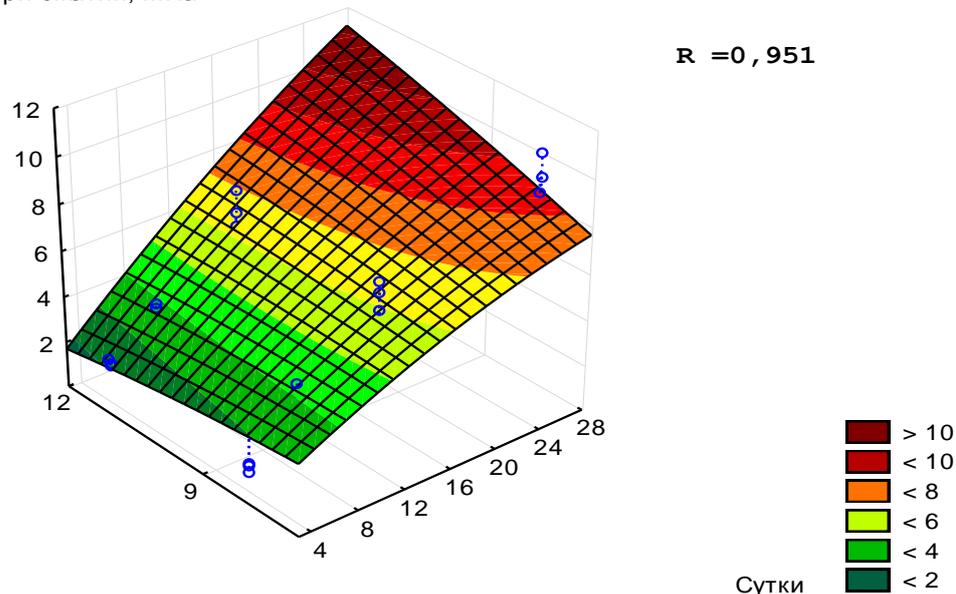


Рисунок 3 - Зависимость прочности при сжатии от содержания свободного CaO в ВКЗ

Выводы по работе:

Оптимальное линейное удлинение обеспечивает введение в вяжущее золы с содержанием свободного CaO сум 8-11% для отношения:

- 50%ПЦ+50%ВКЗ(1)+5%МК+С-3 составляет (0.16 – 0.18 мм/м) и прочность (9 – 10 МПа)
- 40%ПЦ+60%ВКЗ(1)+5%МК+С-3 составляет (0.1-0.28 мм/м) и прочность (7-8 МПа)
- 30%ПЦ+70%ВКЗ(1)+5%МК+С-3 составляет (0.33-0.39 мм/м) и прочность (5-6 МПа)

Расширение структуры цементного камня происходит с добавкой высококальциевых зол за счет гидратации CaO свобод и образования этtringита и этtringитоподобных фаз.

Список литературы

1. Овчаренко Г.И., Хижинкова Е.Ю., Музалевская Н. В., Балабаева Т. С. Безусадочные цементно-золяные композиции // Известия вузов. Строи-тельство. – 2010, № 9. – С. 20-25.
2. Г. И. Овчаренко, Л. Г. Плотникова, В. Б. Францен Оценка свойств зол углей КАТЭКа и их использование в тяжелых бетонах. – 1997.
3. Дооркин Л. И., Дооркин О. Л. Строительные материалы из отходов промышленности: учебно-справочное пособие. Ростов-на-Дону : Феникс, 2007. 363 с
4. Энтин З. Б., Стржалковская Н. Зола-унос ТЭС /1 Цемент и его применение. 2009. С. 106-111.
5. Панибратов Ю. П., Староверов В. Д. К вопросу применения зол ТЭС в бетонах /1 Технологии бетонов. 2011. №1-2. С. 43-47.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЖУЩЕГО ДЛЯ 3D-СТРОИТЕЛЬСТВА НА ОСНОВЕ ЦЕМЕНТА, ЖИДКОГО СТЕКЛА И ГИПЕРПЛАСТИФИКАТОРОВ

Овчаренко Г.И. – д.т.н., профессор, Викторов А.В. – ассистент,

Чечев А.А. - студент группы Спр-31, Гришин Г.В. - студент группы Спр-31

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Роботизация большинства производственных процессов пока никак не реализовалась в строительстве при возведении объектов. Одним из вариантов роботизации можно рассматривать 3-д строительство с возведением стен и перегородок, с использованием 3-д принтера. Для осуществления этого процесса необходимы относительно быстросхватывающиеся и быстротвердеющие композиции. Цель данной работы – разработка твердеющей 3-д композиции, на основе цемента, жидкого стекла и гиперпластификатора.

Роботизация большинства производственных процессов пока никак не реализовалась в строительстве при возведении объектов. Одним из вариантов роботизации можно рассматривать 3-д строительство с возведением стен и перегородок, с использованием 3-д принтера. Для осуществления этого процесса необходимы относительно быстросхватывающиеся и быстротвердеющие композиции. Цель данной работы – разработка твердеющей 3-д композиции, на основе цемента, жидкого стекла и гиперпластификатора.

Для реализации обозначенной цели исследовалась композиция на основе Голухинского ПЦ400Д20, с добавлением жидкого стекла с силикатным модулем, равным 2,8 и гиперпластификатором - глениум-115. Подвижность цементной композиции соответствовала показателю теста нормальной густоты. Компоненты имели следующие дозировки :

- 1) С-3 :0.5%, 0.7% , 1%;
- 2) Глениум-115: 0.5%, 0.7%, 1%;
- 3) Жидкое стекло: 1%, 1.5%, 2%.

В результате эксперимента было установлено, что при указанных дозировках сроки схватывания, с добавлением жидкого стекла увеличились, но прочность цементного камня уменьшилась.

Пример взаимосвязи прочности с дозировкой стекла приведен на рисунке 1.

Зависимость прочности при сжатии от содержания добавки жидкого стекла в цементном камне и времени твердения

$$z=(0,00276623)*x^2+(-0,178524)*y^2+(0,017616)*x*y+(3,05149)$$

Прочность при сжатии, МПа

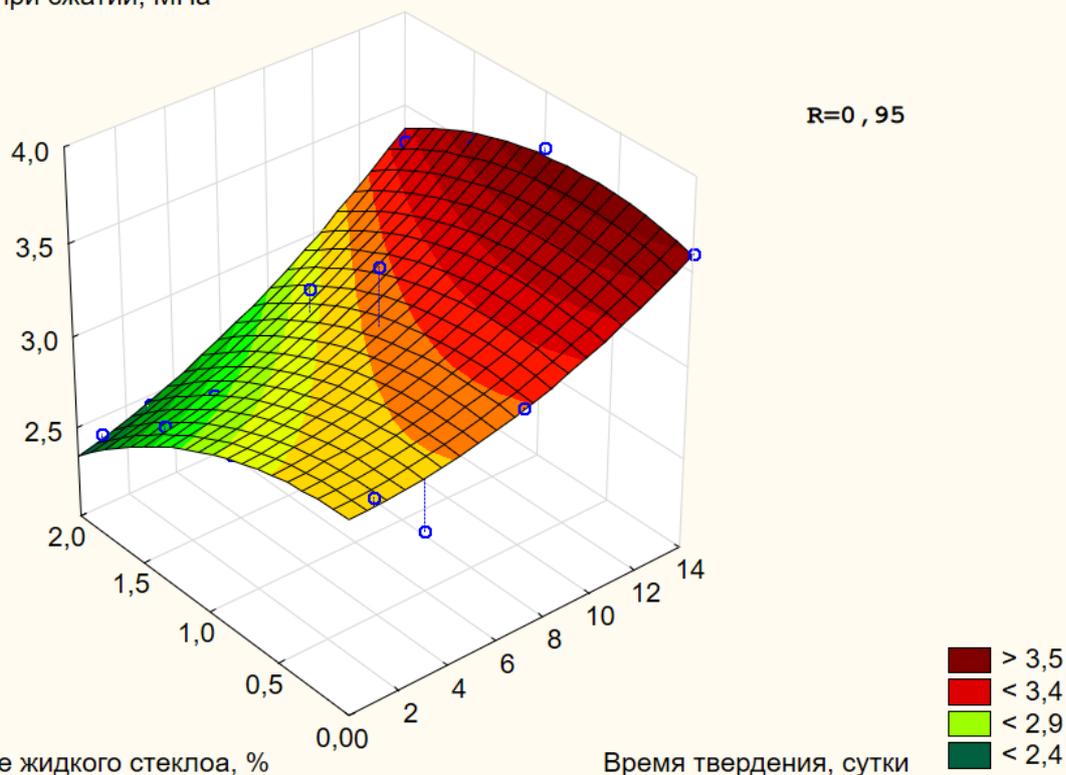


Рисунок 1 - График прочности при сжатии камня состава ПЦ с добавкой жидкого стекла

Таким образом данную композицию можно рассматривать как исходную для 3D-строительства по конкретным данным необходимо обеспечивать соответствующими дозировками.

Список литературы

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. – М.: Высшая школа, 1980.
2. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1986.
3. Венюа М. Цементы и бетоны в строительстве. – М.: Стройиздат, 1980.
4. Рамачадран В.С. и др. Наука о бетоне: физико-химическое бетоноведение. – М.: Стройиздат, 1986.

ВЯЖУЩИЕ ДЛЯ 3D-СТРОИТЕЛЬСТВА С ДОБАВКАМИ КОМПОЗИЦИЙ ПЦ+ВКЗ+МК+С-3

Овчаренко Г.И. – д. т. н. профессор, Викторов А.В. – ассистент,
Скворцов Н.И. - студент группы Спр-31, Тиунов И.В. - студент группы Спр-31
Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Роботизация большинства производственных процессов пока никак не реализовалась в строительстве при возведении объектов. Одним из вариантов роботизации можно рассматривать 3-д строительство с возведением стен и перегородок, с использованием 3-д принтера. Для осуществления этого процесса необходимы относительно быстрохватывающиеся и быстротвердеющие композиции. В работе было исследовано влияние свободного СаО на прочность растворной части бетона при ее одинаковой подвижности. Исследования проводились при трех соотношениях цемента (ПЦ400 Д20, Искитим), ВКЗ, МК и суперпластификатора С-3.

Особенность вяжущих для 3Д строительства, является относительная быстрота схватывания и структурообразования с обеспечением требуемой прочностью. В качестве такой композиции можно рассмотреть вяжущие на основе высококальцевой золы ТЭЦ.

Такие золы имеют сроки схватывания: начало от 3 до 10 минут, конец от 6 до 40 минут, но эти золы содержат свободные оксиды СаО и MgO в пережжённом состоянии, что приводит к деструктивным процессам материалов на их основе.

Для снижения деструкции взола содержащих материалов в композицию мы добавляли 30-50% ПЦ и 5-10% МК. Сроки схватывания определяли по стандартному способу (на приборе Вика), ГОСТ 310.3-76. Исследования проводились при соотношениях вяжущего (ПЦ400 Д20, Искитим и ВКЗ ТЭЦ-3) и обского песка 1:2.

Прочность определяли путем разрушения образцов-балочек, размеров 40*40*160 мм на приборе МИИ-100 и на прессе.

В работе было исследовано влияние свободного СаО на прочность растворной части бетона при ее одинаковой подвижности. Исследования проводились при трех соотношениях цемента (ПЦ400 Д20, Искитим), ВКЗ, МК и суперпластификатора С-3.

Методика проведения эксперимента.

Образцы-балочки изготавливают из раствора вяжущего с речным песком. Составы растворов приведены в таблице 1. Расплыв конуса у нас составлял 105-115 мм, после встряхивания раствора на вибростоле.

Таблица 1 – Составы растворов

	ПЦ	Зола	МК	песок	С-3
Состав 1;750/50	16,4	16,4	1,64	65,6	0,1
Состав 2;8 50/50	16,4	16,4	1,64	65,6	0,18
Состав 3;9 40/60	13	19,5	2,44	65	0,1
Состав 4;10 40/60	13	19,5	2,44	65	0,18
Состав 5;11 30/70	9,68	22,58	3,23	64,5	0,1
Состав 6;12 30/70	9,68	22,58	3,23	64,5	0,18
Состав 10 Контроль	33,33	-	-	66,67	-

Результаты эксперимента представлены ниже на графиках.

График зависимости прочности при изгибе от содержания золы 1-3
 $z=x^2*(-,0034422956596)+y^2*(-,4024822813e-3)+x*y*(,00395547942415)+(2,47727671$
1759)

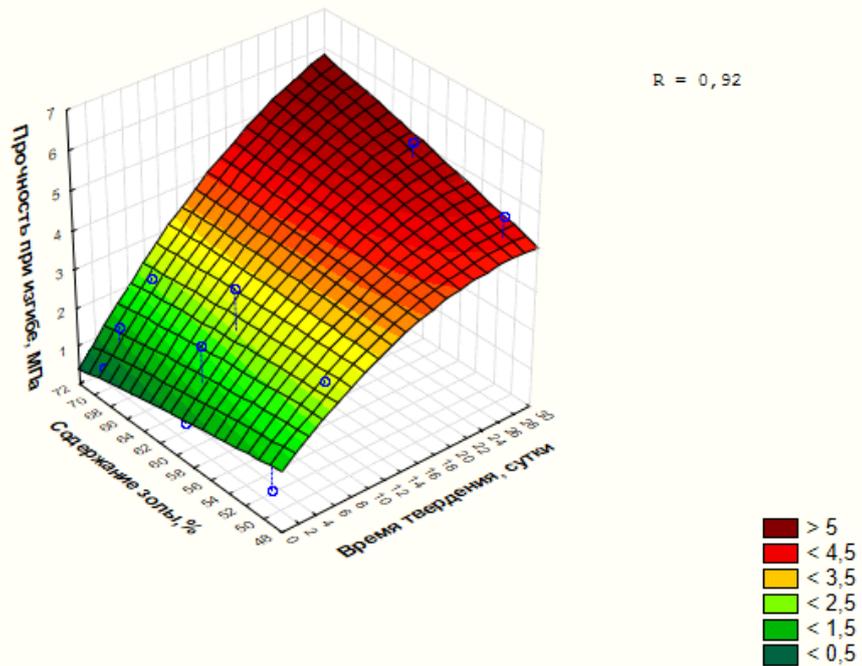


Рисунок 1 – Зависимость прочности раствора при изгибе от содержания золы и времени твердения

Выводы по работе:

1. При увеличении содержания золы в составе прочность раствора снижается.
2. С увеличением сроков твердения прочность раствора растет, независимо от содержания золы в нем.

График зависимости при сжатии от содержания золы 1-3
 $z = x^2 * (-,0093045829432) + y^2 * (-,0015583867974) + (,01367183712676) * x * y + (8,06616772$
 $66424)$

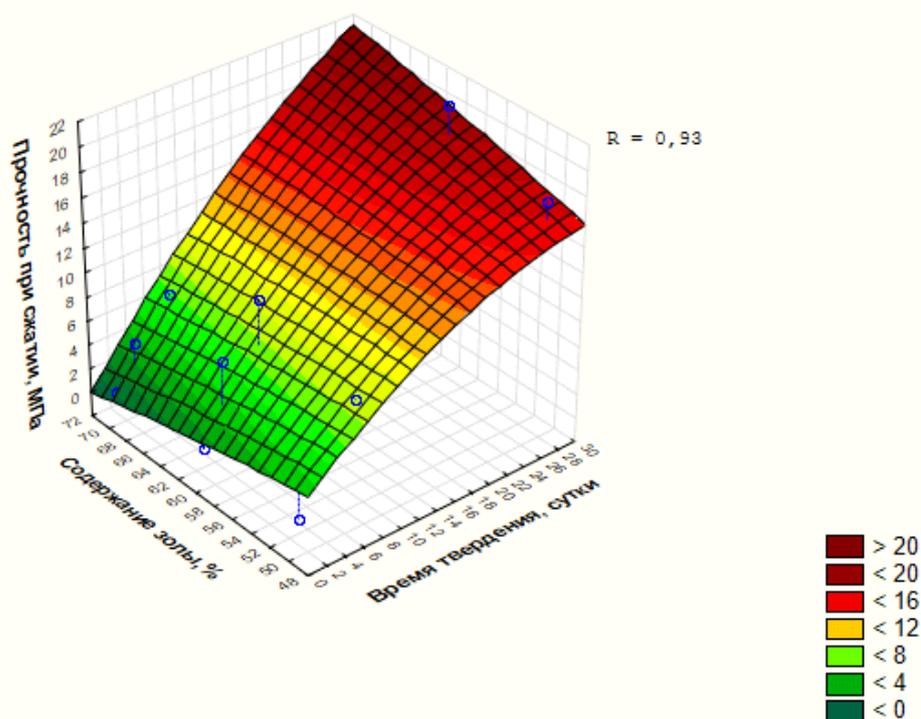


Рисунок 2 – Зависимость прочности раствора при сжатии от содержания золы и времени твердения

Список литературы

1. Бутт Ю.М., Сычев М.М., Тимашев В.В. Химическая технология вяжущих материалов. – М.: Высшая школа, 1980.
2. Волженский А.В. Минеральные вяжущие вещества. – М.: Стройиздат, 1986.
3. Венюа М. Цементы и бетоны в строительстве. – М.: Стройиздат, 1980.
4. Эпоха 3D принтеров уже наступила. URL: <http://3dprintage.com/> (дата обращения 19.04.2015)

ШЛАКОЩЕЛОЧНЫЕ ВЯЖУЩИЕ

Овчаренко Г.И. – д. т. н. профессор, Викторов А.В. – ассистент

Головина А.Д. - студент группы Спр-31, Шарая Е.В. - студент группы Спр-31

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Одной из крупнейших промышленности в мире является металлургия, в результате деятельности которой образуется огромное количество доменных шлаков. Доменные гранулированные шлаки широко используются в качестве основного компонента в производстве шлакопортландцемента. Но существует перспектива производства бесклинкерных – шлакощелочных вяжущих, что значительно снизит затраты, требуемые для производства клинкера.

Целью нашей исследовательской работы являлось изучение свойств шлакощелочных вяжущих и определение возможности получения вяжущего, альтернативного чистому портландцементу при условии аналогичности ему либо превосходства по свойствам и прочностным характеристикам.

Одной из крупнейших промышленностей в мире является металлургия, в результате деятельности которой образуется огромное количество доменных шлаков. Доменные гранулированные шлаки широко используются в качестве основного компонента в производстве шлакопортландцемента. Но существует перспектива производства бесклинкерных – шлакощелочных вяжущих, что значительно снизит затраты, требуемые для производства клинкера.

Целью нашей исследовательской работы являлось изучение свойств шлакощелочных вяжущих и определение возможности получения вяжущего, альтернативного чистому портландцементу при условии аналогичности ему либо превосходства по свойствам и прочностным характеристикам.

Нами исследовалось шлакощелочное вяжущее на основе доменного гранулированного шлака Западно-Сибирского металлургического комбината и высококальцевая зола Барнульской ТЭЦ-3, в качестве затворителя использовался раствор NaOH и жидкое натриевое стекло. Исходный молотый доменный гранулированный шлак, имеющий удельную поверхность $645 \text{ см}^2/\text{г}$ с модулем основности 0,74, относящийся к разряду кислых доменных шлаков, требующий для своей активации едкую щелочную среду, размалывался при помощи керамической шаровой мельницы до трёх удельных поверхностей, в результате чего мы получили сырьё удельной поверхностью $1905 \text{ см}^2/\text{г}$. Так же помол производился на приборе АГО-2 для получения сырья с повышенной удельной поверхностью - $4600 \text{ см}^2/\text{г}$. Высококальцевая зола с удельной поверхностью $2460 \text{ см}^2/\text{г}$ и содержанием свободного CaO в размере 3,9% и CaO скрытого в зёрнах 4,9%.

По результатам экспериментов, приведённым на графике 1, заметно, что состав под номером 5 имеющий в основе доменный гран.шлак, измельчённый на приборе АГО-2 и затворённый 15-ти процентным раствором NaOH обладает более высокими прочностными характеристиками нежели состав под номером 2, занимающий вторую позицию на графике, имеющий в составе шлак с удельной поверхностью $1905 \text{ см}^2/\text{г}$ так же затворённый раствором NaOH, ниже находится состав номер 1, аналогичный второму, но с большим показателем ТНГ, под ним расположен состав 4 в котором в качестве затворителя выступило жидкое стекло и практически сливается с осью абсцисс состав номер 3 полученный затворением высококальцевой золы раствором NaOH, образцы третьего состава показали отрицательный прирост прочности, показав на первые и третьи сутки небольшую прочность и в последующие сутки испытания вовсе не показали её.

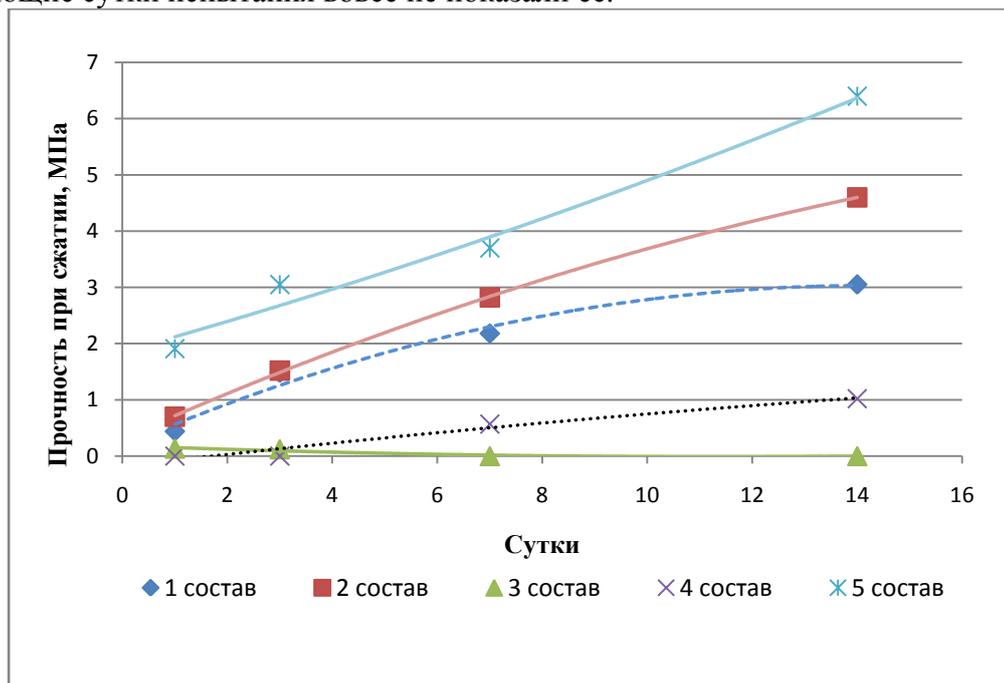


Рисунок 1 – Зависимость прочности при сжатии от количества суток твердения в нормальных условиях

Проанализировав данные полученные из эксперимента, можно сделать выводы о том, что на характер вяжущих способностей доменного гранулированного шлака в первую очередь влияет тонкость его помола. Благодаря высоким показателям удельной поверхности, площадь контакта шлака с щелочным активизатором увеличивается, что способствует проявлению вяжущих свойств более выражено. Так же большим влиянием обладают свойства щелочного компонента, для испытуемого шлака более приемлемы щёлочи с высоким силикатным модулем.

Список литературы

1. ГОСТ 3476-74 Шлаки доменные и электротермофосфорные гранулированные для производства цементов.
2. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент. Технические условия.
3. Тейлор, Х. Химия цемента: справочное издание. – Мир, 1996. - 560 с.
4. Горшков, В.С. Комплексная переработка и использование металлургических шлаков в строительстве. – Москва Стройиздат, 1985-272с.

ВЯЖУЩЕЕ ГИДРАТАЦИОННОГО ТВЕРДЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДОМЕННОГО ГРАНУЛИРОВАННОГО ШЛАКА

Овчаренко Г.И. – д. т. н. профессор, Викторов А.В. – ассистент

Родин Е.Ю. - студент группы Спр-31, Щербаченко Т.В. - студент группы Спр-31

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Активизация тонкоизмельченного доменного гранулированного шлака позволяет получить вяжущее, которое по прочности может заменить портландцемент. Многочисленные исследования показали необходимость содержания доменного гранулированного шлака с использованием данного вяжущего во много раз экономичнее привычного портландцемента.

В настоящей работе нами исследовалось изменение прочности в составах с разным процентными отношениями активизаторов и 20% высококальциевой золы от массы доменного гранулированного шлака. В качестве активизаторов использовались: ангидрид, высококальциевая зола, портландцемент, известь.

Активизация тонкоизмельченного доменного гранулированного шлака позволяет получить вяжущее, которое по прочности может заменить портландцемент. Многочисленные исследования показали необходимость содержания доменного гранулированного шлака с использованием данного вяжущего во много раз экономичнее привычного портландцемента.

В настоящей работе нами исследовалось изменение прочности в составах с разным процентными отношениями активизаторов и 20% высококальциевой золы от массы доменного гранулированного шлака. В качестве активизаторов использовались: ангидрид, высококальциевая зола, портландцемент, известь.

График зависимости прочности от процентного состава составляющих компонентов

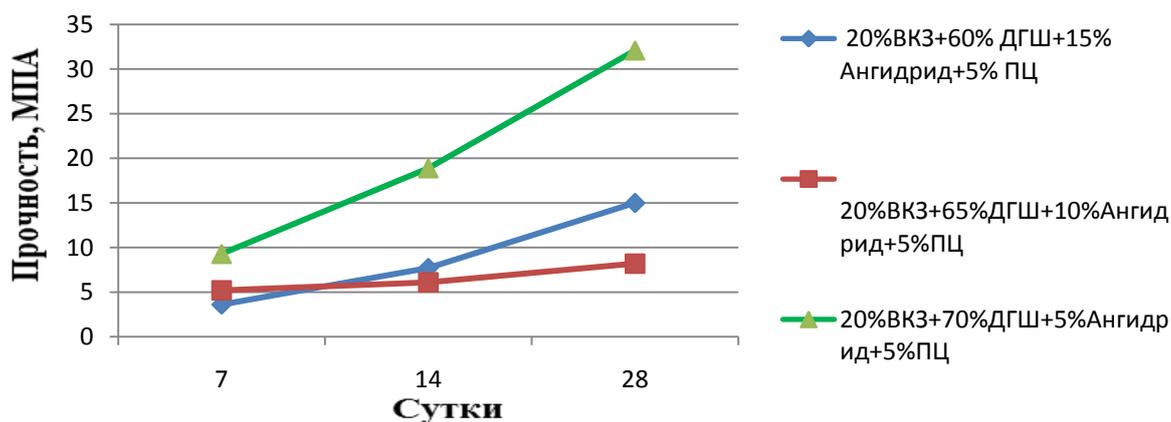


Рисунок 1 – Зависимость прочности камня от времени твердения

Выводы по работе:

1. Наиболее высокую прочность показал состав, состоящий из композиции 20%ВКЗ+70%ДГШ+5%ПЦ.
2. Результаты исследований показали, что для получения высокой прочности материала на основе доменного гранулированного шлака необходимо использовать в качестве активизатора высококальциевую золу.

Список литературы

1. Волженский А.В., Буров Ю.С., Виноградов Б.Н., Гладких К.В. Бетоны и изделия из шлаковых и зольных материалов. -М.: Стройиздат, 1969. - 392 с.
2. Горшков В.С., Тимашов В.В. Методы физико-химического анализа вяжущих веществ. М.: Госстройиздат, 1963. - 120 с.
3. Глуховский В.Д., Пахомова В.А. Шлакощелочные цементы и бетоны. - К.: Будивельник, 1978. - 181 с.
4. Жило Н.Л. Формирование и свойства доменных шлаков. М.: Metallургия, 1971. - 120 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ КОРРОЗИИ ЦЕМЕНТНОГО КАМНЯ С ДОБАВКАМИ: МИКРОКРЕМНЕЗЕМ, ВЫСОКОКАЛЬЦИЕВАЯ ЗОЛА

Овчаренко Г.И. – д.т.н. профессор, Викторов А.В. – ассистент

Безукладников Д.А., студент гр. Спр-31, Силкова О.Г., студент гр. Спр-31

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Сульфатостойкий цемент востребован в ряде отраслей строительства. Морозостойкость бетонов на сульфатостойком цементе выше, поэтому его желательно применять не только при наличии коррозии.

Для исследования коррозионной стойкости цементных композиций использовали цемент (ПЦ 400-Д20) ЦЕМ II/A-Ш 32,5Б завода “Искитим”, микрокремнезем (МК) завода “Кузнецкие ферросплавы”, высококальциевую золу (ВКЗ) Барнаульского “ТЭЦ-3” и суперпластификатор С-3. Коррозионную стойкость определяли на песчаных балочках 1:3 с обским песком и реперами для замера удлинения, выдерживаемых в агрессивном растворе Na₂SO₄.

Сульфатостойкий цемент востребован в ряде отраслей строительства. Морозостойкость бетонов на сульфатостойком цементе выше, поэтому его желательно применять не только при наличии коррозии.

Для исследования коррозионной стойкости цементных композиций использовали цемент (ПЦ 400-Д20) ЦЕМ II/A-Ш 32,5Б завода “Искитим”, микрокремнезем (МК) завода “Кузнецкие ферросплавы”, высококальциевую золу (ВКЗ) Барнаульского “ТЭЦ-3” и суперпластификатор С-3. Коррозионную стойкость определяли на песчаных балочках 1:3 с обским песком и реперами для замера удлинения, выдерживаемых в агрессивном растворе Na₂SO₄.

Методика эксперимента

Образцы-балочки для измерения прочности изготавливают из цементной смеси с добавлением микрокремнезема, высококальциевой золы и суперпластификатора С3. Размер образца 4*4*16 см. При изготовлении контрольных образцов растворную смесь укладывают в форму слоем 1 см. Включают виброплощадку и в течение 2 минут укладывают остальной раствор до полного заполнения формы. Излишек срезают. Образцы маркируют, укладывая на поверхность балочек полоски бумаги с указанием на них группы, фамилий студентов, формовавших образцы, даты формования. Формы устанавливают в ванну с гидравлическим затвором и выдерживают сутки. Затем образцы расформовывают и остальные 27 суток хранят в камере нормального твердения. При изготовлении образцов растворную смесь укладывают в форму слоем 1 см. Включают виброплощадку и в течение 2 минут укладывают остальной раствор до полного заполнения формы. Излишек срезают. Образцы маркируют, укладывая на поверхность балочек полоски бумаги с указанием на них группы, фамилий студентов, формовавших образцы, даты формования. И ставят в камеру ТВО – 3+6+3 ч., при температуре 60°С. Затем образцы расформовывают и помещают в агрессивную среду в раствор Na₂SO₄ в концентрации 5% и остальные 27 суток хранят в этом растворе.

Контрольные образцы с и образцы в агрессивной среде, измеряются с реперами на приборе. Образцы измеряются для определения подвижности растворной смеси на 1, 3, 5, 7, 10, 13, 16, 19, 22, 25, 28 сутки.

Контрольные образцы и образцы после ТВО и выдержанные в агрессивной среде испытываются на прочность при изгибе и при сжатии на 3, 7, 28 сутки.

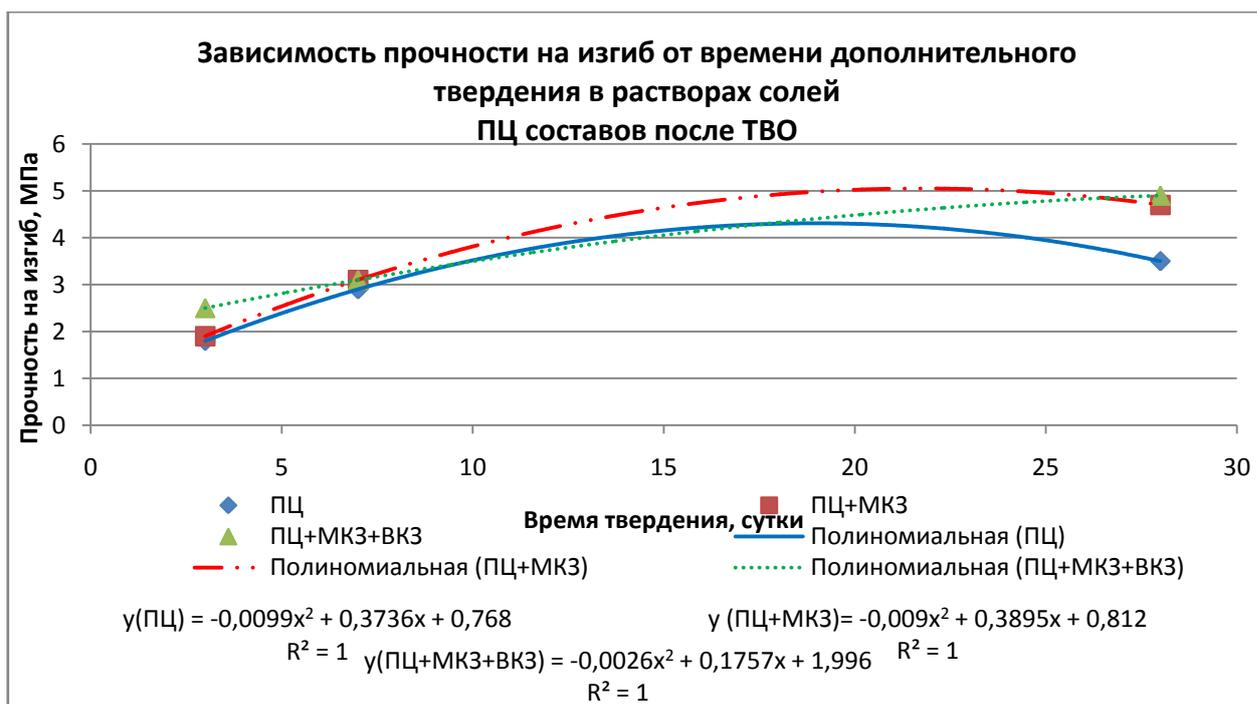


Рисунок 1- Зависимость прочности на изгиб от времени дополнительного твердения в 5 %-ом растворе Na₂SO₄ ПЦ составов после ТВО

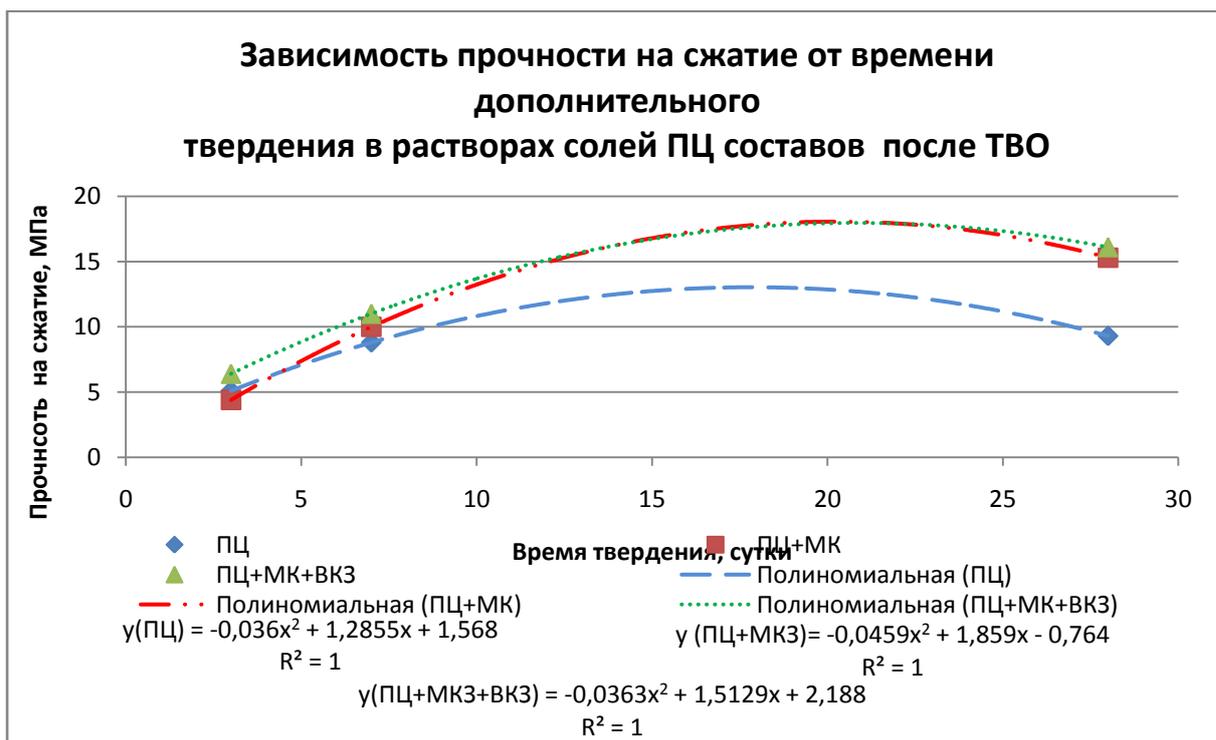


Рисунок 2 - Зависимость прочности на сжатие от времени дополнительного твердения в 5 %-ом растворе Na₂SO₄ ПЦ составов после ТВО

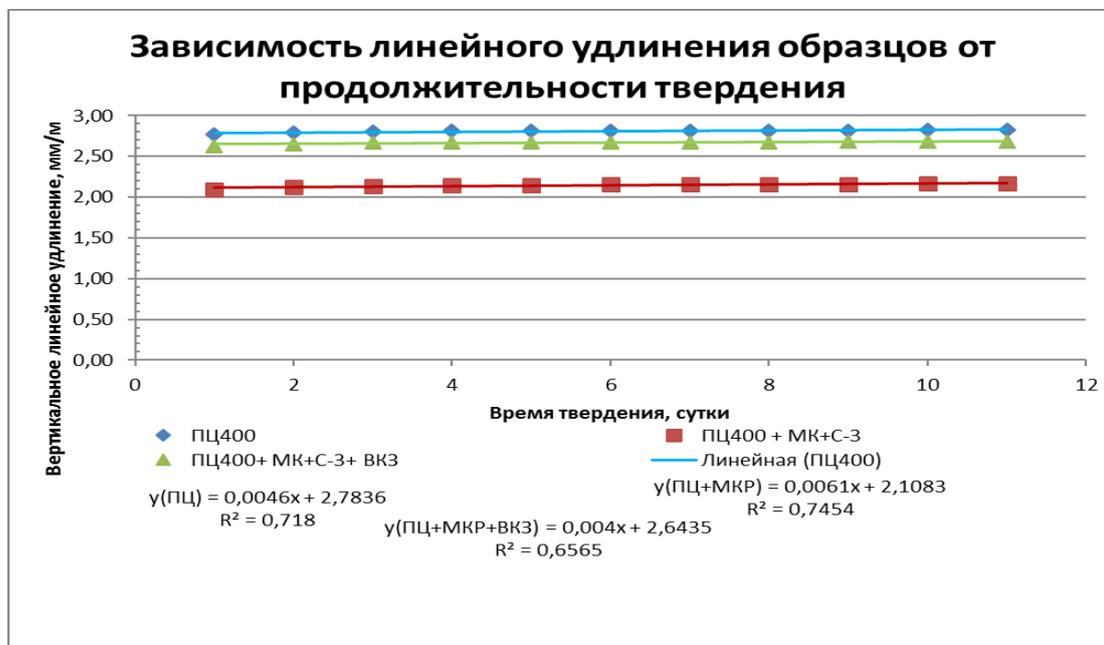


Рисунок 3 - Зависимость линейного удлинения образцов от продолжительности твердения в 5 %-ом растворе Na₂SO₄

Выводы по работе:

В ходе исследований мы получили положительные результаты при применении данных добавок. У образцов не было замечено значительной деформации и уменьшения прочности.

Список литературы

1. Арсентьев В.А., Мармандян В.З., Добромыслов Д.Д. Современные технологические линии для строительного рециклинга // Строительные материалы. 2006. № 8. С. 64-66.
2. Сидоренко, Ю.В. О моделировании контактно-конденсационных процессов на мезоуровне нестабильной системы силикатной системы / Ю.В. Сидоренко // Успехи современного естествознания. — 2007. — №4. — С. 55-56.
3. Гусев Б.В., Загурский В.А. Вторичное использование бетонов. М.: Стройиздат, 1988. 97 с.
4. Бирик М.С., Тулупов И.И. Исследование физико-механических характеристик заполнителей из дробленого бетона // Строительная наука и техника. 2008. № 3. С. 27–31.
5. Батраков В.Г. Модифицированные бетоны: научное издание. – М.: Стройиздат, 1990. - 399 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ СИЛИКАТНОГО КИРПИЧА ЗАВОДОВ ГОРОДА БАРНАУЛА

Овчаренко Г.И.- д.т.н., профессор, Тамбовский Е.О. – студент группы С-23

Утков Р.В. – студент группы С-23

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

В городе Барнауле большое количество домов из силикатного кирпича, в связи с увеличением требований к силикатному кирпичу, повышение марки по морозостойкости до 50 циклов (ГОСТа 379-2015), стало актуально повышение его морозостойкости. Проблема морозостойкости силикатного кирпича всегда была. Влияет на это ухудшение качества сырья.

Цель настоящей работы является получение силикатного кирпича повышенной морозостойкости.

Характеристика исходных сырьевых материалов и методы испытания.

В качестве сырьевых материалов использовались:

1. Известь II сорта с содержанием активных CaO и MgO то 80 до 90% соответственно.
2. Микрокремнезем, средняя удельность поверхности которого равна около 20 кв. м/г. По гранулометрическому составу средний размер частиц микрокремнезема составляет около 0,1 микрона.
3. Песок, в котором находится 23% глинистых и пылевидных частиц.
4. Суглинок (с. Ребриха), состав: 15% глины, 85% песка и пыли.
5. Гидрофобизатор «Аквасил»

В ходе эксперимента изготавливались образцы-цилиндры диаметром и высотой 50 мм по стандартной для силикатного кирпича технологии, с содержанием извести по массе 10 % . Образцы запаривались в автоклаве при давлении 10 МПа в течение 5 часов. Контрольные образцы изготавливались из молотой извести и кварцевого песка по той же технологии и запаривались в автоклаве в течение 5 часов.

(Методика изготовления и испытания образцов)

На первом этапе эксперимента исследовалось влияние глинистых примесей на прочность силикатного кирпича (Рисунок 1). Видно, что с увеличением количества глинистых, прочность увеличивается. Однако по достижению 30% глинистых примесей в составе и в дальнейшем их увеличением, прочность начинает падать.

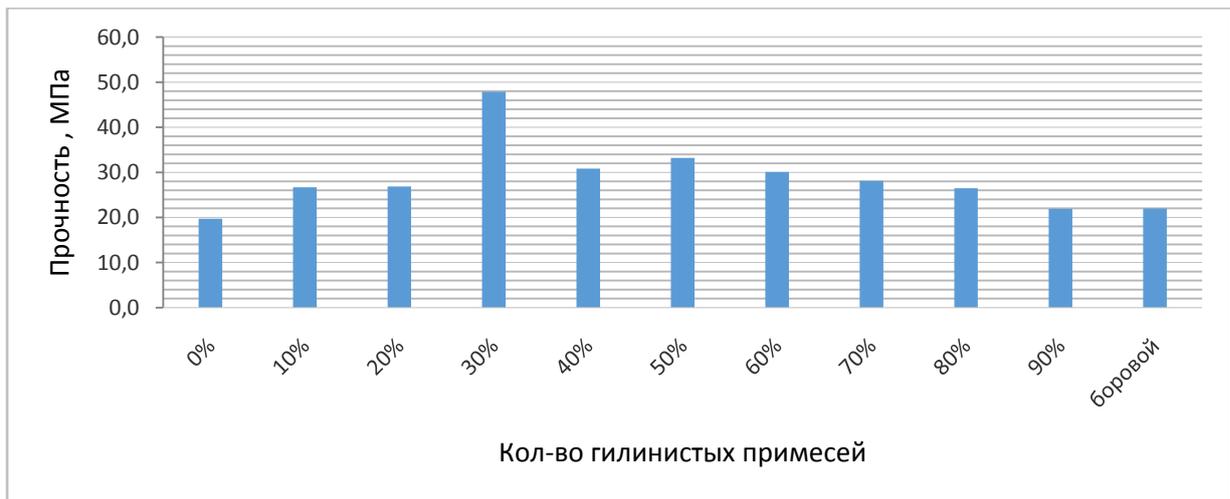


Рисунок 1

На следующем этапе эксперимента исследования образцы испытывались на морозостойкость. На рисунке 2 изображен график зависимость прочности образцов-цилиндров от содержания глинистых примесей после 25 циклов морозостойкости.

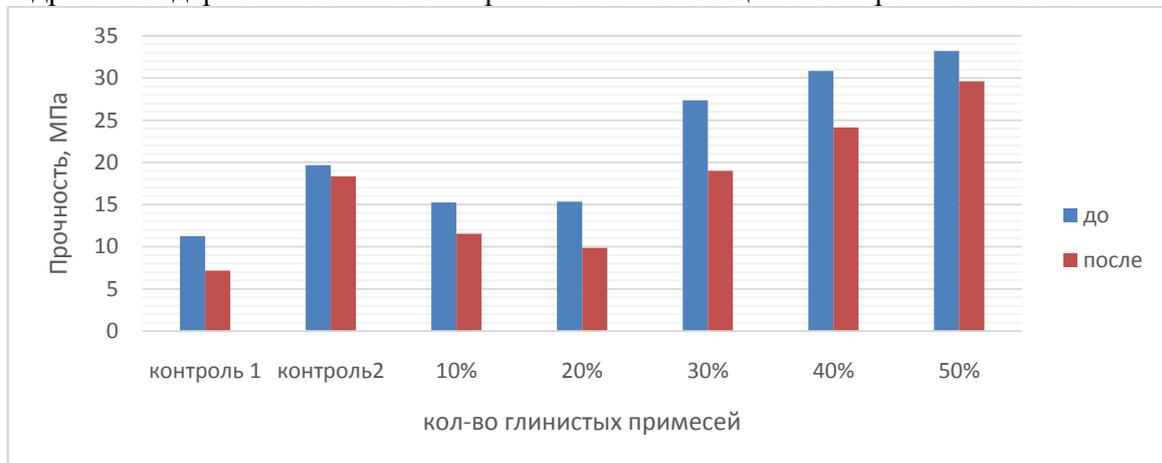


Рисунок 2

В таблице приведена потеря прочности после 25 циклов морозостойкости. В соответствии с ГОСТ 379-2015 потеря прочности не должна превышать 20%. Из спроектированных составов прошли только образцы с 50% глинистых примесей.

Таблица 1

	контр оль1	контр оль2	1 0%	2 0%	3 0%	4 0%	5 0%	бор овой	
до	11,25	19,7	5,25	5,35	7,35	0,83	3,2	21,9 7	
после	7,17	18,34	1,55	,85	9	1,2	4,14	9,6	15,5
потеря прочности, %	36,3	6,8	4,3	5,8	0,5	1,7	0,8	29,4	

В дальнейшем было принято решение частичной замена глинистых на микрокремнезем. Из графика представленного на рисунке 2, видно что введение микрокремнезема без добавления глинистых примесей, никак не повлияло на полученные результаты.

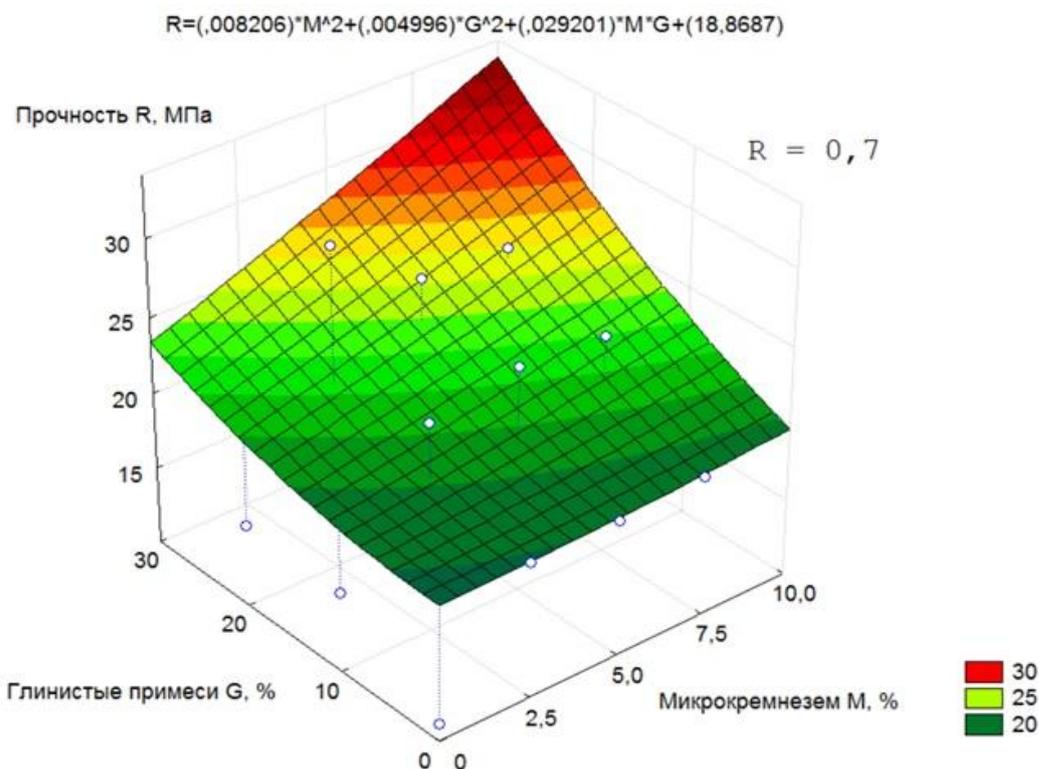


Рисунок 3

На данный момент эксперимент не закончен, образцы с добавлением микрокремнезема проходят испытания на морозостойкость, после чего будут подвержены испытанию на прочность для выявления наиболее оптимального состава.

Выводы по работе можно сделать следующие:

1. Использование в количестве до 30% дает существенный прирост прочности и при 50% проходит 25 циклов морозостойкости.
2. Добавление микрокремнезема значительно увеличивает прочность образцов.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МЕЛКОШТУЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ БЕТОННОГО ЛОМА

Бровкина Н.Г. – к.т.н., ведущий инженер ЗАО «БКЖБИ №2»

Боровиков А.С. – студент группы С-23, Назаров Д.М. – студент группы С-23

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Проблема переработки и повторного использования строительных отходов, и в первую очередь бетонного и железобетонного лома, становятся актуальными для крупных городов России. Решение данной проблемы позволит получить дешевые материалы для нового строительства, улучшить экономическую обстановку, сохранить природные ресурсы.

В основе работы положена теория контактно-конденсационного твердения, в основе которой лежит идея о том, что дисперсные вещества в силу своей энергетической нестабильности обладают конденсационной способностью, снижаемой по мере уменьшения свободной энергии этих веществ. Необходимым условием контактного твердения является достаточная степень сближения макрочастиц, что достигается давлением прессования в пределах 20 – 1000 МПа и больше.

Целью данной работы является получения мелкоштучного материала из мелкозернистых отходов бетонного лома, методом гиперпрессования по технологии контактного твердения.

В работе использовались следующие сырьевые материалы: бетонный лом ЖБИ «Сибири», портландцемент ЦЕМ II/A-Ш 32,5Н ОАО «Искитимцемент», боровой песок, известняк, доменный гранулированный шлак (ДГШ).

Предварительно лом был подроблен в щековой дробилке, фракция ниже 0-5 мм была подвергнута помолу в шаровой мельнице до прохождения материала через сито 1,25 мм. Добавки проходили через сито №063.

Испытания на прочность проводились на образцах-цилиндрах с диаметром 50 мм, высотой 50 мм, запрессованные при 60, 80 и 100 МПа. Влажность формования 7-10%, в зависимости от давления прессования.

На начальном этапе эксперимента было рассмотрено изменение прочности запрессованного бетонного лома без добавок в течение 28 суток. На графике кинетики набора прочности молотого лома ЖБИ «СИБИРИ» (рисунок 1) видно, что с ростом времени прочность образцов-цилиндров растет по логарифмической зависимости при всех давлениях. С увеличением давления прессования прочность растет линейно. Вследствие этого, лучшая прочность при сжатии равна 12 МПа на 28 сутки при удельном давлении прессования 100 МПа.

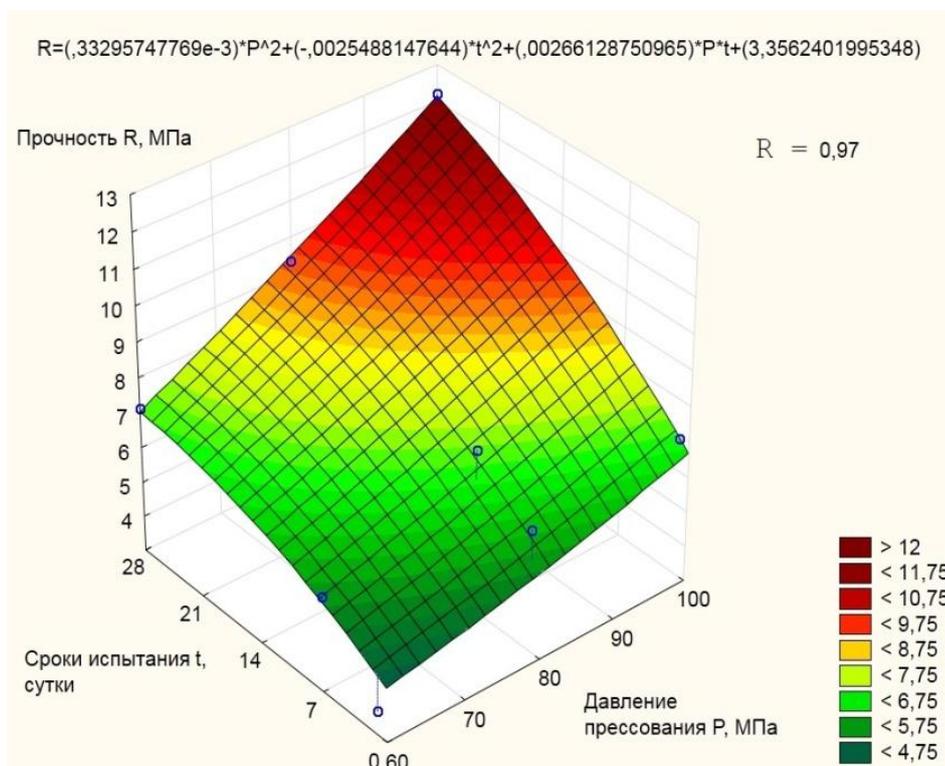


Рисунок 1– Кинетика набора прочности бетонного лома ЖБИ «Сибири»

В рамках проведения второго этапа эксперимента определялось влияние добавок на прочность образцов. Исследования показали, что с введением ДГШ, Известняка и заменой лома 5% ПЩ при высоких давлениях 80 и 100 МПа можно получить марки кирпича по прочности М200 (рисунки 2, 3). Оптимальное содержание добавок 10 – 30%, поскольку с увеличением их присутствия прочность начинает падать при давлении 60 МПа. Чтобы получить марку М200 в образцах, содержащие в составе боровой песок (рисунок 4), лом был заменен 15% ПЩ.

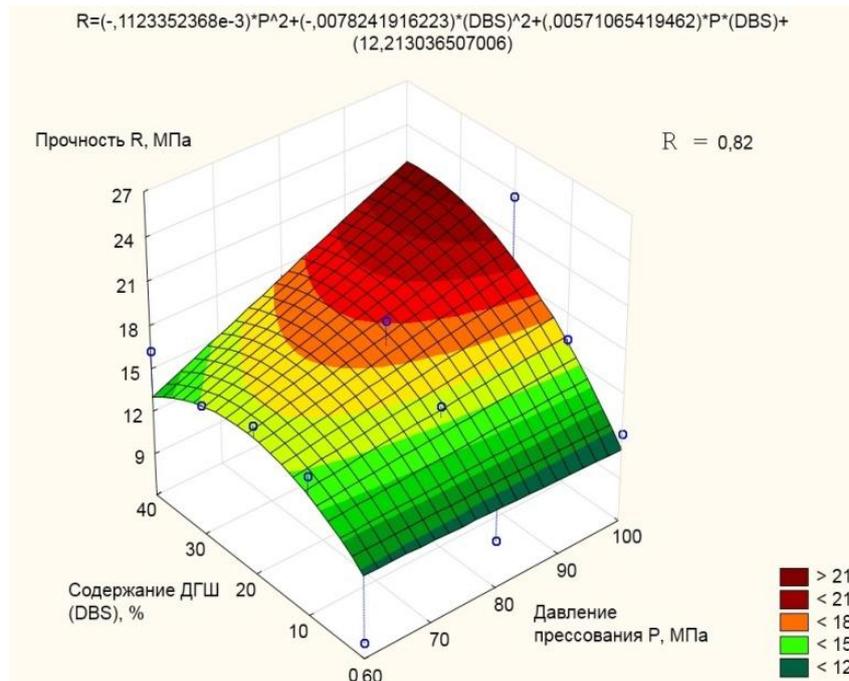


Рисунок 2– Зависимость прочности образцов-цилиндров на 28 сутки НУ от содержания ДГШ и давления прессования с заменой лома 5% ПЦ

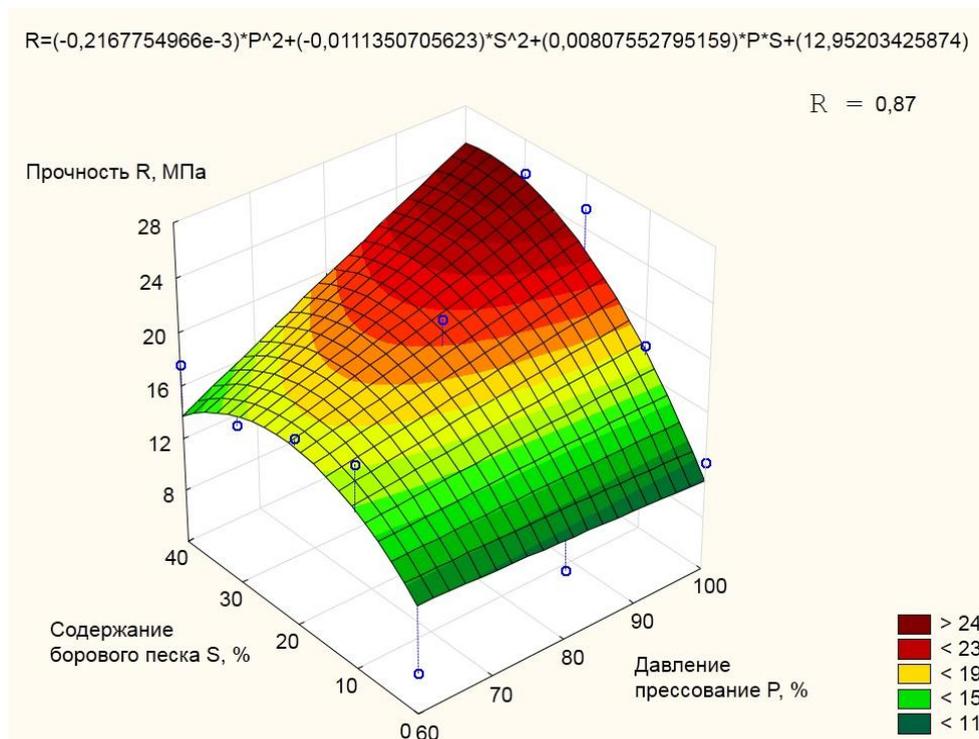


Рисунок 4 – Зависимость прочности образцов-цилиндров от содержания борового песка и давления прессования с заменой лома 15% ПЦ

Выводы:

1. Гиперпрессованный лом без добавок набирает прочность в течение времени и имеет марку на 28 сутки М100.
2. Оптимальное содержание добавок в составах 10 – 30%.
3. Для получения высоких марок нужно вводить цемент от 5 до 15% от лома.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ СОХРАНЯЕМОСТИ УДОБОУКЛАДЫВАЕМОСТИ В ВЫСОКОЗОЛЬНЫХ БЕТОННЫХ СМЕСЯХ

Буйко О.В. – к.т.н., доцент, Кириченко Е.И. – студент группы С-23

Логинова А.К. – студент группы С-23

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Смешанные цементно-зольные вяжущие при высоком содержании в них высококальциевой золы привлекательны для производства с экономической точки зрения, но имеют ряд технологических недостатков. Одной из проблем являются короткие сроки сохранения удобоукладываемости бетонных смесей. Возможный путь решения задачи – применение замедляющих схватывание добавок.

В настоящее время сложно представить процесс производства бетонных смесей без использования химических и минеральных добавок. Применение химических добавок при производстве бетона позволяет значительно снизить расход цемента, изменить удобоукладываемость бетонной смеси, повысить прочностные и эксплуатационные характеристики. Кроме того, для современного строительства является актуальной разработка и внедрение ресурсосберегающих технологий, например, применение промышленных отходов в качестве сырья для производства строительных материалов. Но такие материалы имеют ряд особенностей, которые снижают их популярность среди производителей ЖБИ.

Золы ТЭЦ получили наибольшее распространение в качестве техногенных активных минеральных добавок в бетон или портландцемент. Применение в портландцементных бетонах высококальциевых зол (ВКЗ) от сжигания бурогоугольных зол ТЭЦ целесообразно с экономической точки зрения, однако приводит к ряду технологических проблем.

В первую очередь это связано с нестабильностью химического состава ВКЗ. Второй момент – это СаО, который при введении золы в бетонную смесь оказывает существенное влияние на её реологические характеристики.

Существует ряд химических добавок, позволяющих регулировать сроки структурообразования цементного камня и бетонов. Они могут быть использованы в смешанных композициях с ВКЗ.

Целью данной работы являлось исследование влияния органических добавок – замедлителей на скорость структурообразования и изменение реологических характеристик высокозольных портландцементных композиций (таблица 1) и бетонных смесей на их основе. Как добавки – замедлители применялись такие органические кислоты, как винная (ВК) и лимонная (ЛК).

Таблица 1 Сроки схватывания не смешанных зольных и портландцементных композиций

Состав вяжущего		ВК,%	ЛК,%	Водовяжущее отношение	Сроки схватывания	
ПЦ,%	ВКЗ,%				Начало	Конец
	100			0,2	7мин	14мин
100				0,3	50мин	3ч 10мин
	100	0,1		0,2	5мин	17мин
100		0,1		0,2	2ч13мин	4ч37мин
	100		0,1	0,2	1ч3мин	1ч30мин
	100		0,5	0,2	1ч30мин	1ч52мин
	100		1	0,2	2ч24мин	3ч8мин

В эксперименте исследовались составы на основе портландцемента ЦЕМ Ic заменой его на бурогоугольную золу от 30 до 60 % от массы (таблица 2). Дозировки добавок-замедлителей были выбраны с учетом того, что их высокие концентрации в смесях могут привести к

замедлению не только процессов схватывания, но и твердения, то есть оказать заметное влияние на прочностные характеристики затвердевших материалов.

Таблица 2 Сроки схватывания смешанных цементно-золевых композиций

Состав вяжущего		Водовязущее отношение	Сроки схватывания	
ПЦ,%	ВКЗ,%		Начало	Конец
70	30	0,3	47мин	2ч 05мин
60	40	0,4	43мин	2ч 15мин
50	50	0,5	40мин	1ч 55мин
40	60	0,6	20мин	53мин

Результаты эксперимента на вяжущем, представленные в таблице 1 и 2, показали, что органические кислоты, особенно лимонная кислота, позволяют существенно увеличить длительность промежутка времени до начала структурообразования в чистозольных системах. Винная кислота оказала существенное замедляющее влияние на не смешанное портландцементное вяжущее. Комплексное цементно-золевое вяжущее при относительно небольшом количестве ВКЗ (до 40%) обладает практически такими же сроками схватывания, как и «чистый» портландцемент и не требуют дополнительного замедления схватывания. При увеличении в составе вяжущего количества ВКЗ происходит пропорциональное сокращение времени как до начала, так и до конца процесса начального структурообразования.

Таблица 3 Сохраняемость удобоукладываемости бетонной смеси П2 (В25)

Вяжущее,%		Добавки,%		В/В	Δ ОК во времени							
ПЦ	ВКЗ	ВК	ЛК		0 мин		15 мин		30 мин		45 мин	
					см	%	см	%	см	%	см	%
100	0	0	0	0,5	8	100	7	87,5	6,3	78,75	5,5	68,75
50	50	0,1	0	0,48	8,5	100	5	58,8	2,5	29,4	0	0
50	50	0	0,1	0,46	6,25	100	3,5	56	1,5	24	0	0

Анализ сохраняемости удобоукладываемости бетонных смесей проводился с учетом результатов, полученных при исследовании золевого и цементно-золевого вяжущего. Для исследования был выбран состав, содержащий 50% портландцемента и 50% ВКЗ, как наиболее приемлемый и с экономической, и с технологической точки зрения. Расход материалов для бетонных смесей был принят с учетом получения марки по подвижности смеси П2 и П4, при проектной марке бетона М350 (В25).

Результаты эксперимента на бетонных смесях П2 (В25) показали, что при замене половины портландцемента на буроугольную золу дозировка добавок-замедлителей приемлемая в составах на вяжущем, является недостаточной для сохранения требуемой подвижности бетонной смеси в течение хотя бы 45 минут (таблица 3, рисунок 1).

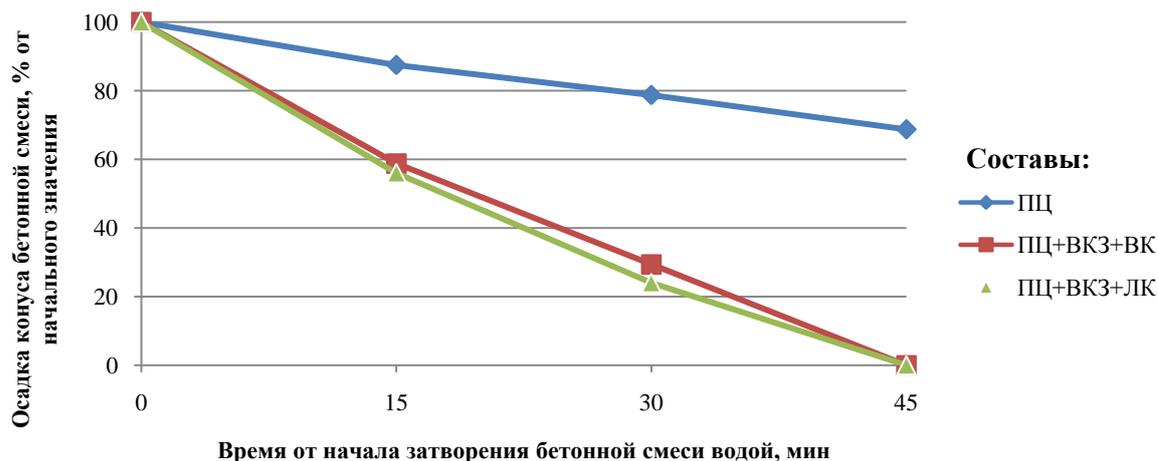


Рисунок 1 Сохраняемость удобоукладываемости бетонной смеси П2 (В25) на цементно-зольном вяжущем, в зависимости от наличия и вида замедляющей добавки

Таблица 4 Сохраняемость удобоукладываемости бетонной смеси П4 (М350)

Вяжущее, %		Добавки, %				В/В	Δ ОК во времени, (см/%)							
ПЦ	ВКЗ	ВК	ЛК	С-3	0 мин		15 мин		30 мин		45 мин			
					см		%	см	%	см	%	см	%	
100	0	0	0	0	0,5	17	100	16	94	14	82	10	58,8	
50	50	0	0,1	0	0,5	16	100	11	68,8	9	56,3	5,5	34,4	
50	50	0,1	0	0	0,5	16	100	10	62,5	6	37,5	1	6,3	
50	50	0	0,1	0,5	0,41	16	100	9	56,3	6,5	40,6	0,8	5	
50	50	0,1	0	0,5	0,44	16	100	10,5	65,6	9	56,3	2,8	17,5	

Более подвижная бетонная смесь (П4) при наличии в ней тех же замедлителей теряет свою удобоукладываемость не так значительно, как бетонная смесь П2. Через 30 минут от начала затворения бетонная смесь П2 имела около 30% от начальной осадки конуса, а бетонная смесь П4 через те же 30 минут – около 40 – 60% (рисунок 1, 2).

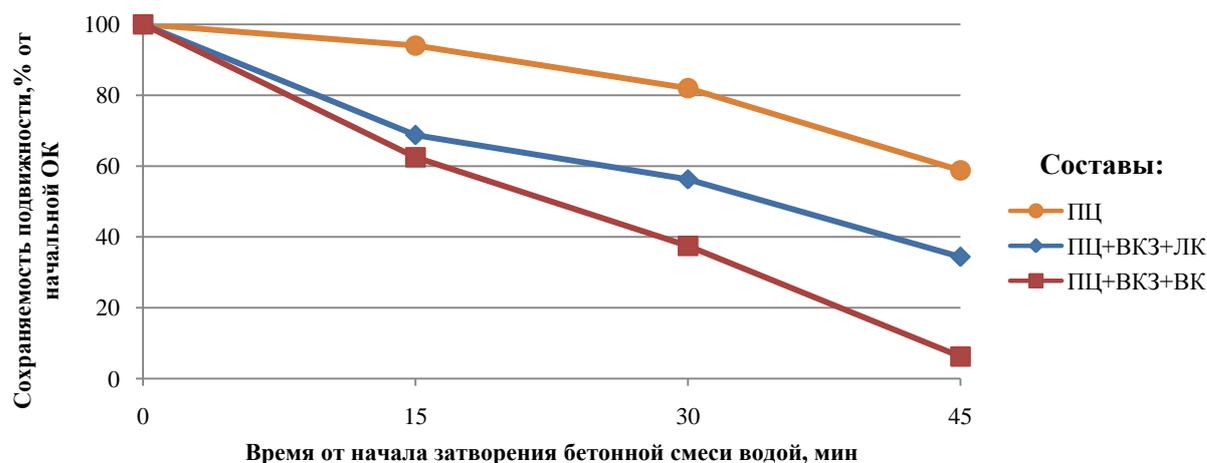


Рисунок 2 Сохраняемость удобоукладываемости бетонной смеси П4 (В25) на цементно-зольном вяжущем, в зависимости от наличия и вида замедляющей добавки

Дополнительное введение в бетонную смесь П4 суперпластификатора С-3 для снижения водовяжущего отношения привело к изменению эффективности замедлителей: в суперпластифицированных смесях более высокую величину сохраняемости обеспечила

добавка не лимонной, а винной кислоты (таблица 4, рисунок 3). Однако, общее время допустимой величины удобоукладываемости также не превысило 30 минут.

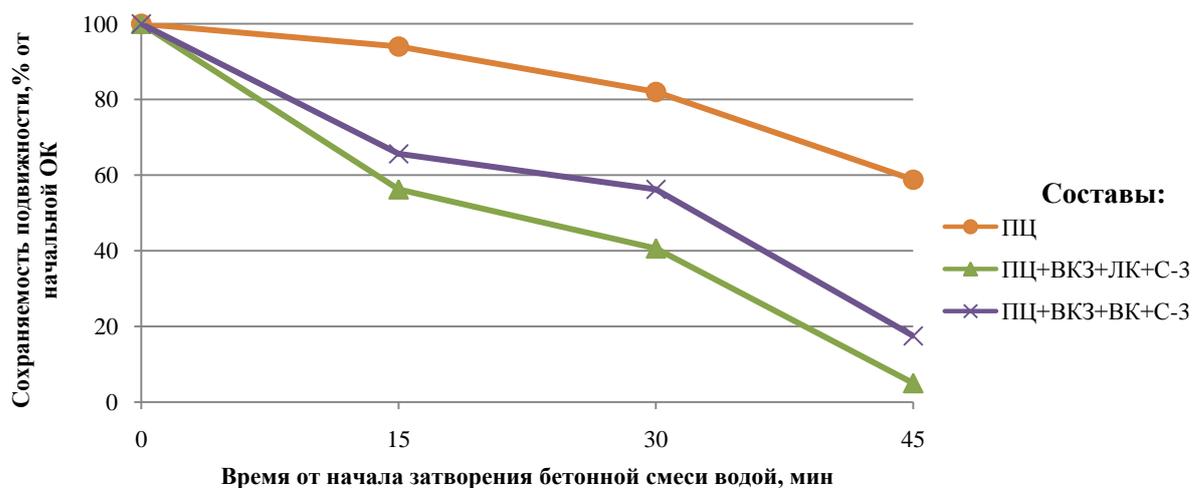


Рисунок 3 Сохраняемость удобоукладываемости пластифицированной бетонной смеси П4 (В25) на цементно-зольном вяжущем, в зависимости от наличия и вида замедляющей добавки

Таким образом, в результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Смешанное цементно-зольное вяжущее при содержании в нем ВКЗ более 40% для получения требуемой продолжительности схватывания требует введения замедляющей добавки.
2. Органические замедлители – лимонная и винная кислоты, оказывают различное по эффективности влияние на высококальциевую золу.
3. Дозировка добавок-замедлителей приемлемая в составах на вяжущем, является недостаточной для сохранения требуемой подвижности цементно-зольной бетонной смеси.
4. Меньшая потеря удобоукладываемости наблюдается у более подвижных бетонных смесей на смешанном цементно-зольном вяжущем, особенно при их дополнительном пластифицировании. Наличие суперпластификатора в смеси меняет эффективность добавок-замедлителей.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВТОРИЧНОГО ЩЕБНЯ НА СВОЙСТВА БЕТОНА

Овчаренко Г.И.- д.т.н., профессор, Мырадов А.И. – студент группы С-23

Веснин В.В. – студент группы С-23

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

Проблема утилизации строительных отходов остро стоит в современном обществе.

Одним из путей ее решения этой проблемы является их переработка с повторным внедрением в производство строительных материалов. Так отходы бетонной промышленности дробятся и используются в качестве заполнителей в производстве бетона и железобетона, что и было взято за основу данной работы.

Целью работы является разработка составов бетона с использованием заполнителей из вторичного бетона и внедрения его в производство. В качестве сырьевых материалов использовались щебень, щебень из вторичного бетона, обской песок, Высоко кальциевая зола, и микрокремнезем. Все испытания проводились согласно ГОСТ 8269.0-97, ГОСТ 10180-2012.

Данные по исследованию характеристик щебня показали, что щебень из вторичного бетона уступает природному щебню в марке по дробимости однако остальные параметры сопоставимы. Основные данные по эксперименту приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели качества крупного заполнителя.

характеристика	результат	
	природный	вторичный
истинная плотность	2,73	2,68
насыпная плотность	1,51	1,51
дробимость	1000	300
пустотность	44,69	30,86

Для исследования влияния вторичного щебня на свойство бетона формовались образцы – кубы размеров 10x10x10 см., набирали прочность в течении 28 суток в нормальных условиях, а так же подвергались тепловлажностной обработке и для дальнейшего набора прочности в нормальных условиях в течении 28 суток после ТВО. Образцы испытывались на прочность на 1, 3, 7 и 28 сутки. Результаты испытаний приведены на рисунке 1.

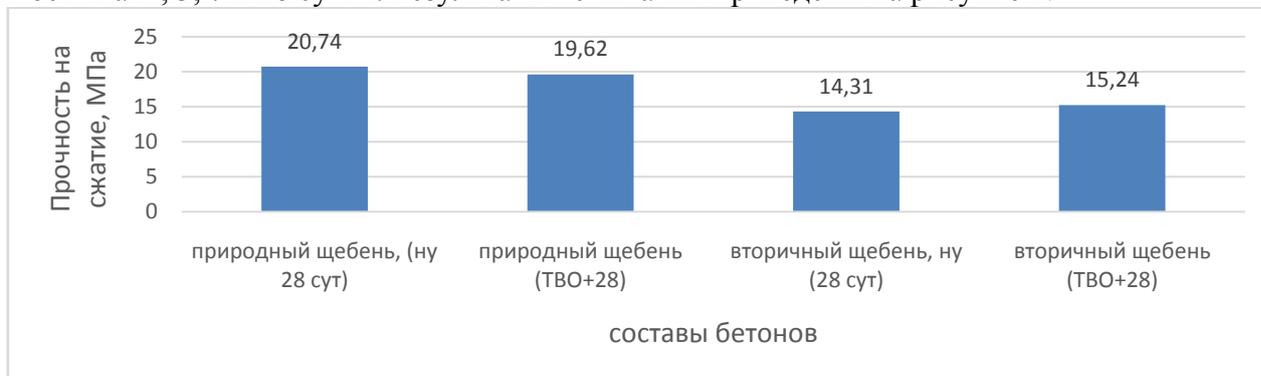


Рисунок 1 – Сравнение прочности бетонных образцов на крупном заполнителе из природного и вторичного щебня на 28 сутки.

На рисунке 1 видно, что при замене природного щебня на вторичный прочность бетона падает, так, при проектируемой марке М200, образцы на заполнителе из вторичного бетона дают марку 150 после ТВО, а при твердении в нормальных условиях еще более низкую марку.

Для решения этой проблемы было принято решение использовать пластифицирующие добавки а так же минеральные добавки такие как высококальциевая зола в количестве 10, 20 и 30% по массе вяжущего, и микрокремнезем в количестве 2,5; 5; 7,5% по массе вяжущего.

Первым этапом исследовалось влияние пластификаторов Glenium 115 и С-3 на свойства бетонов. Результаты показаны на рисунке 2.



Рисунок 2 – влияние пластифицирующих добавок на прочность бетона.

Как видно из данного рисунка образцы с добавкой 0,8% пластификатора показывают марочную прочность к концу твердения.

На втором этапе эксперимента в состав бетонной смеси кроме пластифицирующих добавок (добавкой Glenium) вводились добавки золы (10, 20, 30%) и микрокремнезема (2,5 - 5-7,5%), заформованные образцы подвергались тепловлажностной обработке и испытывались сразу после ТВО. Данные испытаний приведены на рисунках 3 и 4.

На данных рисунках наглядно видно, что при увеличении содержания МК прочность увеличивается, однако увеличение количества золы более 20% негативно влияет на прочностные характеристики бетона и наблюдается перегиб. Так в обоих случаях наибольшая прочность достигается при содержании 20% ВКЗ и 7,5% МК.

Зависимость прочности многокомпонентного бетона с добавлением Glenium 115 (0,8%) от содержания МК и ВКЗ

$$R_{сж} = (-0,071) * МК^2 + (-0,016) * ВКЗ^2 + (1,513) * МК / ВКЗ + (1,005) * МК + (0,768) * ВКЗ + (4,100)$$

$$R = 0,997$$

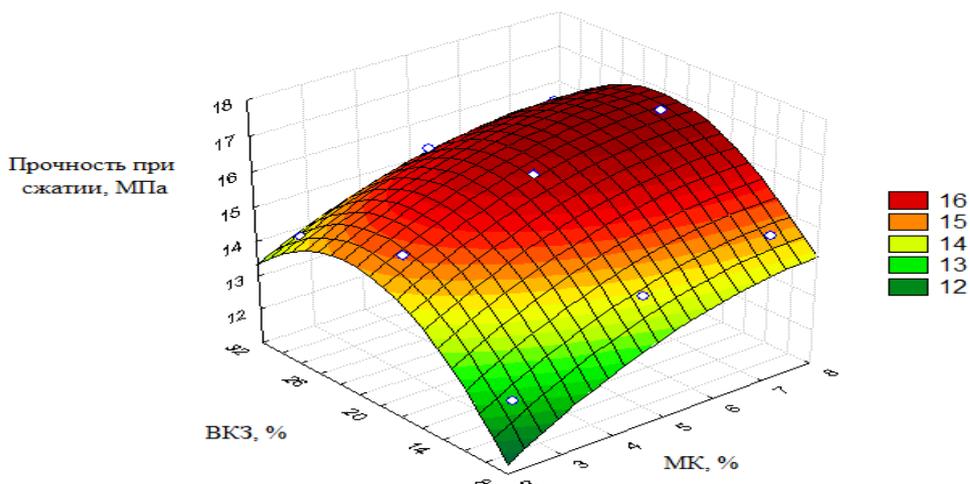


Рисунок 3 – Зависимость прочности многокомпонентного бетона с пластификатором Glenium 115 (0.8%) от содержания микрокремнезема и ВКЗ.

На основе данных опытов можно сделать выводы о том, Применение вторичного бетона в качестве крупного заполнителя позволяет получить бетон заданной марки, используя пластифицирующую добавку. На ранних сроках твердения образцы с добавкой Glenium 115 показывают большую прочность чем контрольные образцы, однако к концу твердения марки достигает только образцы с добавлением 0,8% Glenium 115. При введении в состав бетона микрокремнезема и золы все образцы на первые сутки после ТВО показывают прочность больше контроля. Пластифицирующая добавка Glenium 115 дает прочность чуть более высокую чем добавка С-3. Применение бетонного лома в качестве крупного заполнителя целесообразно.

Зависимость прочности многокомпонентного бетона с добавкой С-3 (0,8%) от содержания МК и ВКЗ
 $R_{сж} = (-0,106) * МК^2 + (-0,014) * ВКЗ^2 + (3,475) * МК/ВКЗ + (1,525) * МК + (0,706) * ВКЗ + (0,896)$
 $R = 0,975$

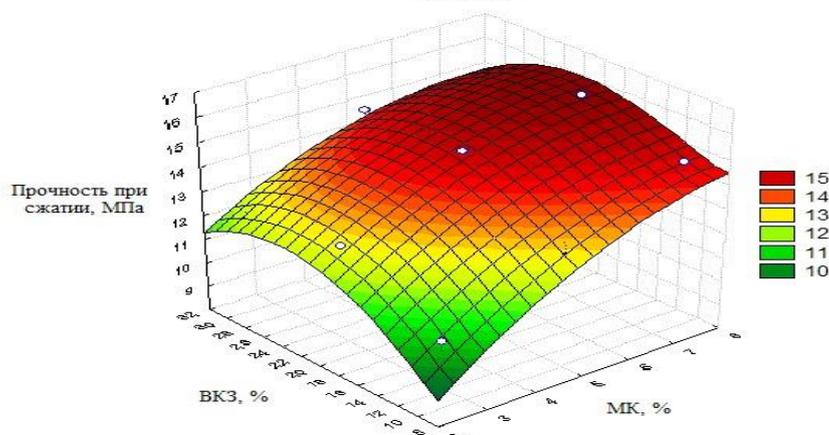


Рисунок 3 – Зависимость прочности многокомпонентного бетона с пластификатором С-3 (0,8%) от содержания микрокремнезема и ВКЗ.

ГИПЕРПРЕССОВАННЫЙ ЦЕМЕНТНО-ИЗВЕСТНЯКОВЫЙ КИРПИЧ

Жданова Н.В. – к.т.н., доцент, Дисенов Р.А. – студент группы С-23,

Усольцев И.А. – студент группы С-23

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова (г. Барнаул)

На действующем предприятии по добыче известняка для производства извести накапливается большое количество отсева дробления, который можно использовать при производстве строительных материалов. По заявке данного предприятия разрабатывалась технология производства гиперпрессованных изделий.

Цель данной работы заключалась в исследовании влияния различных марок портландцемента (ПЦ), режимов твердения, процентного содержания цемента и давления прессования на свойства образцов.

В работе использовались следующие сырьевые материалы: портландцемент марок ЦЕМ I 32,5Н, ЦЕМII/A-III 32,5Н, известняковый отсев фракции 0-5 мм Камышенского месторождения Петропавловского района Алтайского края.

В ходе работы изготавливались образцы-цилиндры диаметром и высотой 50 мм. Формование осуществлялось при разном удельном давлении прессования: 40-100 МПа. Содержание ПЦ в составах варьировалось от 10 до 20 %. Твердение образцов осуществлялось при тепло-влажностной обработке (ТВО) по режиму 3-6-3 при температуре 80 °С, а также в нормальных условиях (температура 20 °С, влажность 90 %). Испытания образцов производилось сразу после ТВО и на 28 сутки нормального твердения.

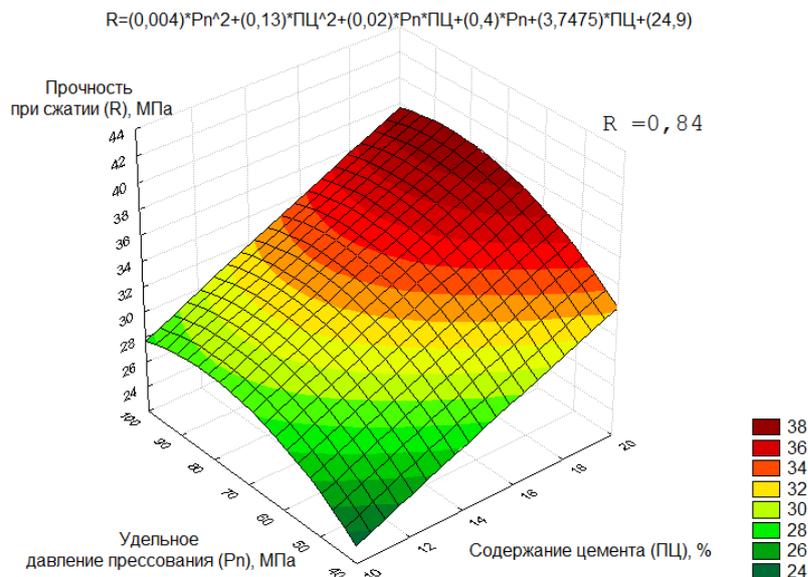


Рисунок 1 – Зависимость прочности при сжатии от содержания цемента марки ЦЕМШ/А-Ш 32,5Н и удельного давления прессования при нормальных условиях твердения

Испытание образцов, изготовленных на ЦЕМШ/А-Ш 32,5Н и твердевших в нормальных условиях, показывает, что наибольшее влияние на прочность образцов оказывает количество вяжущего вещества, при этом увеличение удельного давления прессования до 100 МПа приводит к снижению прочности (рисунок 1). Наибольшая прочность достигается при удельном давлении прессования 80 МПа и составляет 42,5 МПа.

Полученные результаты испытания аналогичных составов после ТВО, показывают, что при максимальном содержании ПЦ и максимальном удельном давлении прессования достигается и максимальная прочность, составившая более 36 МПа (рисунок 2).

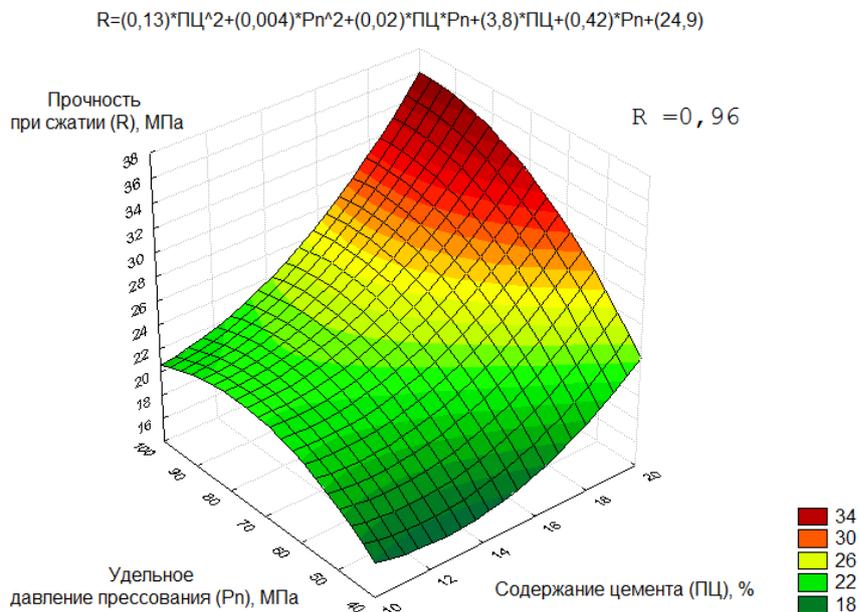


Рисунок 2 – Зависимость прочности при сжатии от содержания цемента ЦЕМШ/А-Ш 32,5Н и удельного давления прессования после ТВО

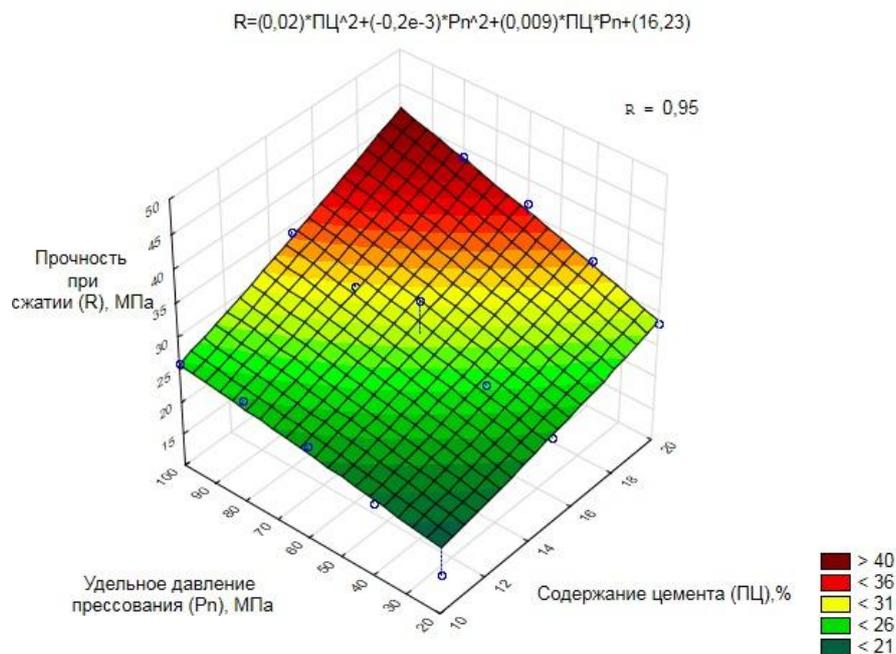


Рисунок 3- Зависимость прочности при сжатии от содержания цемента марки ЦЕМ I 32,5Н и удельного давления прессования при нормальных условиях твердения

При замене ПЦ ЦЕМШ/А-Ш 32,5Н на ЦЕМ I 32,5Н зависимость прочности при сжатии от количества цемента и удельного давления прессования носит линейный характер (рисунок 3). Максимальная прочность достигается при 20 % содержании ПЦ и удельном давлении прессования 100 МПа и составляет 41 МПа.

Аналогичная зависимость наблюдается при твердении образцов, изготовленных на ЦЕМ I 32,5Н, в условиях ТВО (рисунок 4). Но влияние содержания ПЦ на прочность имеет более выраженный характер. Это объясняется большим количеством гидросиликатов кальция, образовавшихся в результате твердения.

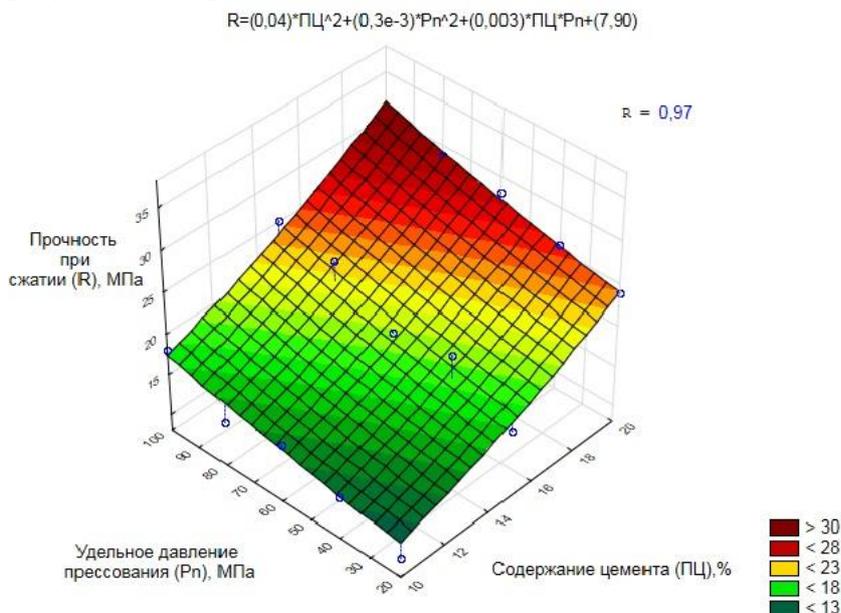


Рисунок 4- Зависимость прочности при сжатии от содержания цемента ЦЕМ I 32,5Н и удельного давления прессования после ТВО

При сравнении фактических показателей прочности при сжатии гиперпрессованных образцов на разных марках цемента (рисунок 5), твердевших в нормальных условиях в

течение 28 суток, установлено, что портландцемент марки ЦЕМ II/A-Ш 32,5Н обеспечивает более высокие результаты при различных удельных давлениях прессования.

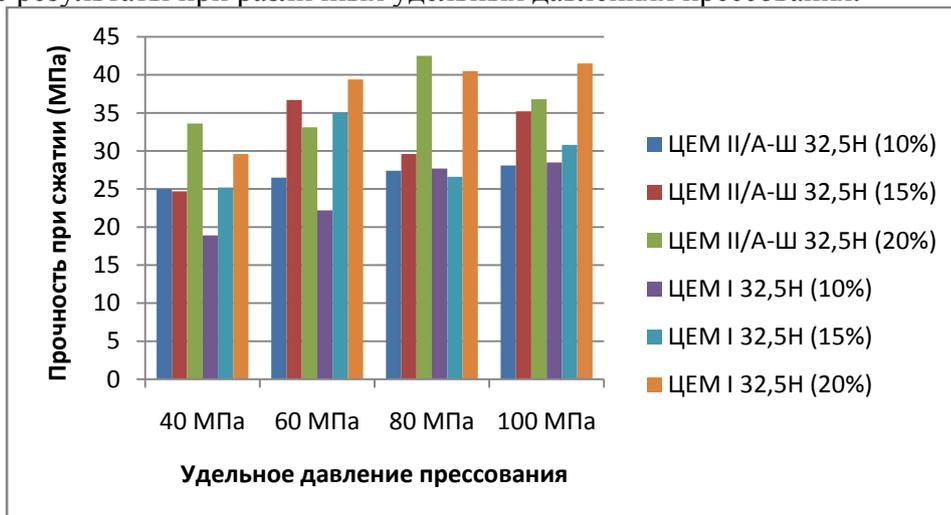


Рисунок 5- Прочность при сжатии образцов, изготовленных на различных видах цемента при разных удельных давлениях прессования

Таким образом, в результате исследований установлено, что для получения гиперпрессованного кирпича марки по прочности не менее М250 необходимо использовать портландцемент марки ЦЕМ II/A-Ш 32,5Н в количестве 10 %, при увеличении содержания ПЦ до 20 % можно достичь марки М400 при удельном давлении прессования 80 МПа.