

## ПРОЧНОСТЬ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО БЕТОНА НА КРУПНОМ ЗАПОЛНИТЕЛЕ ИЗ БЕТОННОГО ЛОМА

**В. В. Мальцев, А. И. Мырадов**

Алтайский государственный технический университет  
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

*Исследована прочность бетона на крупном заполнителе из бетонного лома с пластифицирующими (Glenium 115, С-3) и минеральными (высококальциевая зола 10-30%, микрокремнезем 2,5-7,5%) добавками. Установлены зависимости прочности прироста прочности от дозирования минеральных добавок, найдено решение проблемы низкой прочности бетона на крупном заполнителе из бетонного лома.*

**Ключевые слова:** бетонный лом, вторичный бетон, растворная часть, минеральные добавки, прочность камня.

### **Введение**

Одним из путей решения проблемы утилизации отходов бетонной и железобетонной промышленности является повторное использование крупной части дробленого бетона в производстве строительных материалов, в частности применение его в качестве крупного заполнителя для бетона [1]. Однако в связи с наличием пор и капилляров в растворной составляющей вторичного бетона, приготовление с ним бетонной смеси требует повышенного содержания воды затворения, что приводит к снижению прочности.

### **Материалы и методы исследования**

В настоящей работе исследовалась прочность многокомпонентного бетона на крупном заполнителе из растворной части бетонного лома. Поставщиком бетонного лома является организация по переработке бракованных и некондиционных изделий на предприятии «ЖБИ Сибири». В условиях лаборатории АлтГТУ производилось отсеивание крупной растворной части фракции 5-20 мм (рисунок 1) от мелкой и пылевидной составляющей, а так же для удаления лишних примесей (остатков металла, строительного мусора и т.д.). Отсеянная часть лома применялась в качестве крупного заполнителя при получении бетонных образцов, которые являлись предметом исследования.

При приготовлении бетонной смеси так же использовались пластифицирующие добавки Glenium 115 и С-3, вводимые в количестве 0,8% от массы вяжущего, а так же тонкодисперстные минеральные добавки: высококальциевая зола ТЭЦ-3 города Барнаул (10, 20, 30% по массе вяжущего) и микрокремнезем (2,5; 5; 7,5%). Из полученной бетонной смеси формовались образцы – кубы

10×10×10 см. Данные образцы подвергались тепловлажностной обработке при температуре 60°C по режиму 3+6+3, после чего продолжали набирать прочность в нормальных условиях в течение 28 суток.

Испытания проводились как сразу после ТВО, так и по достижению 28 суток твердения после ТВО, а так же твердели в течение 28 суток в нормальных условиях.

### **Результаты и их обсуждение**

На первом этапе эксперимента сравнивались свойства бетона на природном заполнителе (контроль) с бетоном на крупном заполнителе из вторичного бетона (лом бетона ЖБИ Сибири фракции 5-20). Образцы испытывались на прочность после 28 суток твердения в нормальных условиях, а так же после ТВО и дальнейшего набора прочности в нормальных условиях в течение 28 суток. Результаты представлены на рисунке 2.

Как видно из данного рисунка, образцы с заменой природного щебня на вторичный не показывают запроецированную марку и имеют прочность на 23-25% ниже, во первых, из-за низкой прочности крупного заполнителя, во вторых, из-за повышенного количества воды затворения, т.к. пористость бетонного лома намного выше, чем у природного щебня.

Для решения этой проблемы было принято решение использовать пластифицирующие добавки Glenium 115 и С-3 в количестве 0,8% по массе вяжущего. Результаты испытания на прочность приведены на рисунке 3.

Результаты, показанные на данном рисунке, были весьма ожидаемы, и достигнуты за счет водоредуцирующего эффекта пластифицирующих добавок.



Рисунок 1 – Крупный заполнитель из отсева бетонного лома

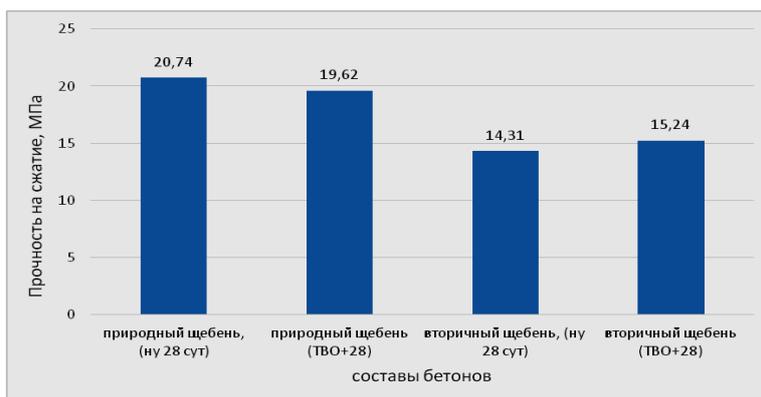


Рисунок 2 – Равнение прочности бетонных образцов на крупном заполнителе из природного и вторичного щебня на 28 суток твердения в нормальных условиях, а так же после ТВО и дальнейшего набора прочности в течении 28 суток

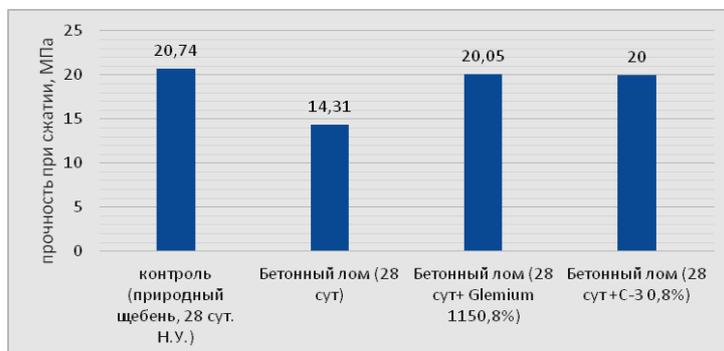


Рисунок 3 – Сравнение прочности бетонных образцов на крупном заполнителе из природного и вторичного щебня на 28 суток твердения в нормальных условиях с введением в состав смеси добавок пластификаторов

Однако прирост прочности весьма незначителен, и полученный из таких составов бетонный камень едва показывает марку М200, практически не давая запаса прочности. В поисках решения данной проблемы было решено в состав бетонной смеси кроме пластифицирующих добавок (Glenium и С-3) вводились добавки высококальциевой золы (10, 20, 30%) и микрокремнезема (2,5-5-7,5%), с целью добиться некоторого прироста прочности. Заформованные образцы подверга-

лись тепловлажностной обработке и испытывались сразу после ТВО, а так же на 28 суток после ТВО. В результате взаимодействия свободной извести, содержащейся в составе ВКЗ и тонкодисперсного микрокремнезема. При твердении образцов синтезировался гель С-S-H, дающий дополнительную прочность. Рисунки 4-7 иллюстрируют результаты испытания образцов с содержанием ВКЗ и микрокремнезема.

ПРОЧНОСТЬ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО БЕТОНА НА КРУПНОМ ЗАПОЛНИТЕЛЕ  
ИЗ БЕТОННОГО ЛОМА

$$R_{сж} = (-0,071) * MK^2 + (-0,016) * BK3^2 + (1,513) * MK / BK3 + (1,005) * MK + (0,768) * BK3 + (4,100)$$

$$R = 0,997$$

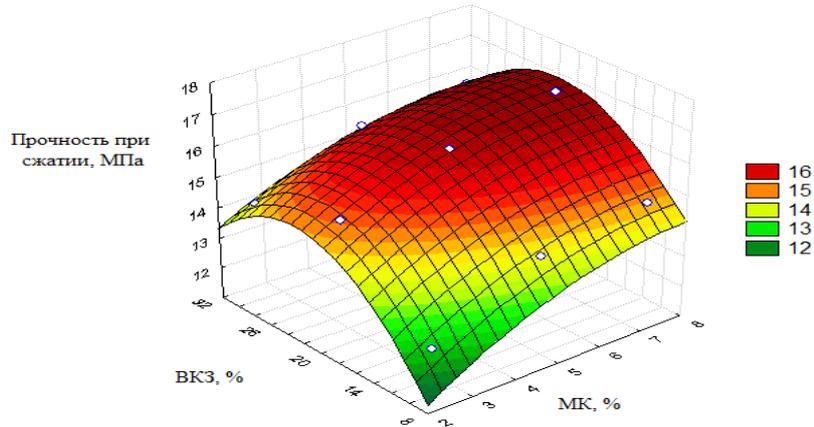


Рисунок 4 – Зависимость прочности многокомпонентного бетона с добавкой Glenium 115 (0,8%) от содержания МК и BK3 после ТВО

$$R_{сж} = (-0,484) * MK^2 + (-0,035) * BK3^2 + (-0,012) * MK * BK3 + (5,248) * MK + (1,637) * BK3 +$$

$$R = 0,958$$

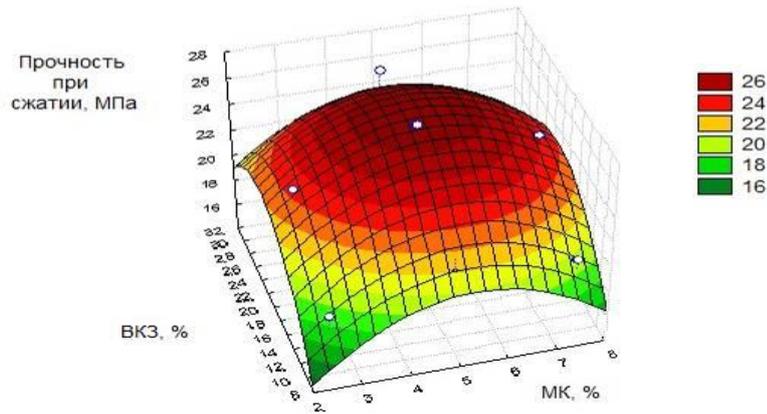


Рисунок 5 – Зависимость прочности многокомпонентного бетона с добавками золы, микрокремнезема (7,5%) и пластификатора Glenium 115 (0,8%) после ТВО и дальнейшего набора прочности в течении 28 суток

$$R_{сж} = (-0,106) * MK^2 + (-0,014) * BK3^2 + (3,475) * MK / BK3 + (1,525) * MK + (0,706) * BK3 + (0,896)$$

$$R = 0,975$$

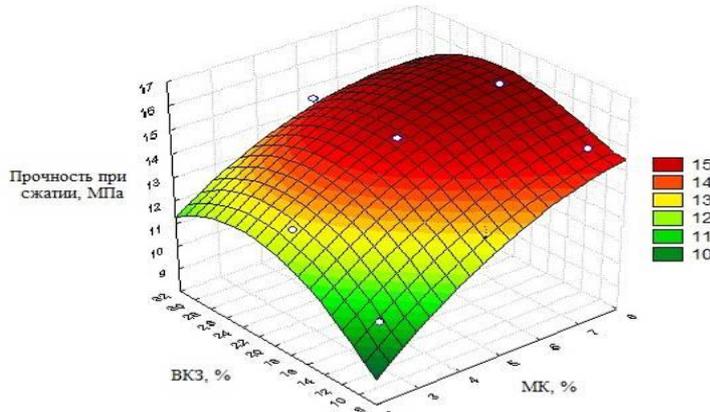


Рисунок 6 – Зависимость прочности многокомпонентного бетона с добавкой Glenium 115 (0,8%) от содержания МК и BK3 после ТВО

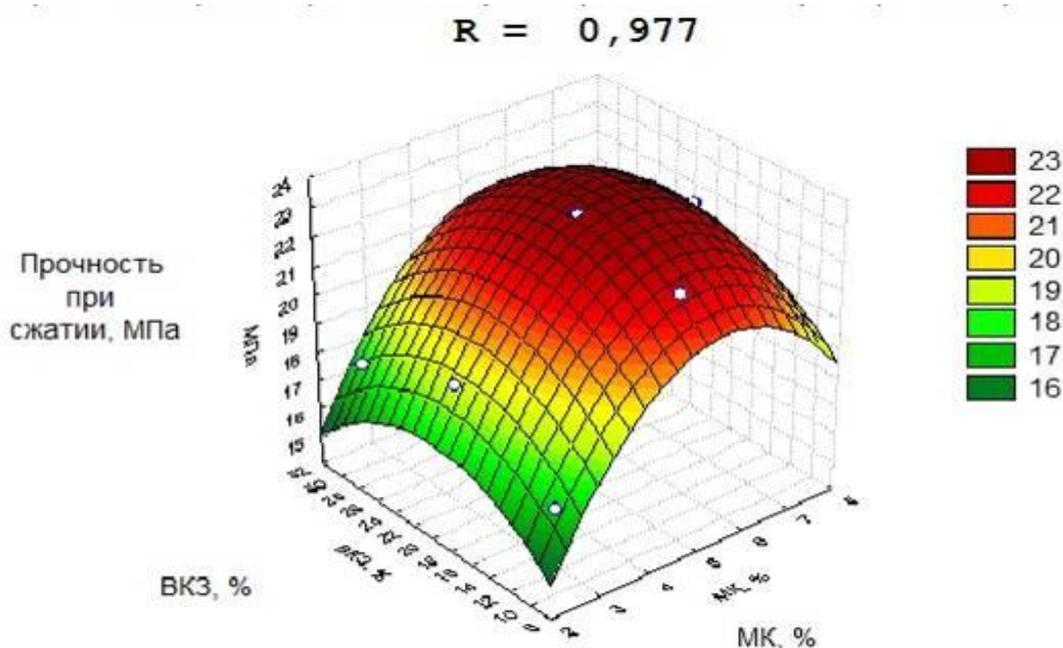


Рисунок 7 – Зависимость прочности многокомпонентного бетона от содержания МК и ВКЗ в составе вяжущего

Данные графики иллюстрируют, как менялась прочность образцов прошедших ТВО в зависимости от содержания в них ВКЗ и МК образцов с добавкой Glenium. На рисунках наглядно видно, что образцы с минеральными добавками после ТВО показывают большую прочность по сравнению с контролем; увеличение дозировки МК ведет к увеличению прочности.

Однако введение в состав смеси ВКЗ 30% приводит к снижению прочности, а наибольший прирост дает содержание ВКЗ 20%.

Испытание образцов на 28 суток после ТВО показало, что образцы показали проектную прочность, кроме составов 2,5% МК, 10% ВКЗ и 7,5% МК, 10% ВКЗ. А наибольший прирост примерно 25% показал состав 5% МК, 20% ВКЗ и составил 26,6 МПа.

При использовании пластификатора С-3 картина несколько иная. При испытании образцов сразу после ТВО так же все

образцы показали прочность выше контрольной, (кроме состава 2,5% МК, 10% ВКЗ). Однако после испытания на 28 суток после ТВО только 5 составов из 9 показали проектную прочность.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мирзалиев, Р. Р. Оценка формы зерен щебня, полученного дроблением вторичного бетона / Р. Р. Мирзалиев // Труды всероссийской научно-практической конференции «Транспорт – 2012». – Ростов-на-Дону. – 2012. – С. 167-169.

**Мальцев В.В.** – аспирант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: artem.viktorov2011@yandex.ru.

**Мырадов А.И.** – студент ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: Qt-rote\*\*\*userqt@mail.ru.