

удобоукладываемость, которая позволила бы достичь при ее уплотнении максимальной плотности за счет наименьшего усилия [3]. Для определения подвижности бетонной смеси в исследованиях, измеряли ее осадку по стандартному конусу.

По результатам экспериментальных исследований влияния рассматриваемых факторов на показатель подвижности бетонной смеси получены математические модели его изменения для двух технологий [2].

Как показал анализ результатов исследований, характер влияния исследуемых факторов, при различных технологиях приготовления бетонной смеси, практически одинаков.

При использовании как одной, так и другой технологии, фактором увеличивающим в наибольшей степени осадку конуса бетонной смеси, является уменьшение доли мелкого заполнителя. При приготовлении бетонной смеси с применением скоростного смесителя это значение может достигнуть 29см. Это объясняется меньшим количеством воды, необходимой для смачивания зерен крупного заполнителя. Вследствие этого образуется большое количество несвязанной воды, которая способствует высокой подвижности бетонной смеси. Практически, не сказывается на изменении осадки конуса смесей замена части цемента ферросилицием. Данный эффект объясняется близкими показателями некоторых физических характеристик этих компонентов. Такими, например, как размер их зерен. Как известно, микрокремнезем является активным веществом, способным вступать в химическую реакцию с водой. Количество частиц кремнезема, вступивших в реакцию с водой, значительно меньше, чем у того же количества цемента. Этим, вероятно, и можно объяснить некоторое увеличение ОК в результате увеличения количества микрокремнезема.

Введение фибры в бетонную смесь, практически, не изменяет ее осадку конуса. Это объясняется малым количеством фибры и наличием суперпластификатора. Необходимо отметить, что в случае с фиброй большое влияние на осадку конуса бетонной смеси оказывает качество введения, перемешивания и распределения фибры в смеси.

Составы, удовлетворяющие требованиям для устройства полов (по величине ОК), находятся в области с содержанием песка менее 60% от общего количества заполнителя в объеме смеси.

Водоотделение бетонной смеси является одной из форм расслоения бетонной смеси. От этой величины зависят технологические параметры укладки и уплотнения бетонной смеси при устройстве бетонных покрытий. Поэтому этот показатель также отнесен к технологическим.

Экспериментальные исследования позволили получить математические модели изменения  $V$  для смесей, приготовленных по двум технологиям [2].

Анализ экспериментальных данных показал следующее. При использовании «технологии 1» на водоотделение бетонной смеси оказывают влияние максимальные дозировки фибры ( $x_1^2$ ) и микрокремнезема ( $x_3^2$ ). При использовании «технологии 2» эти факторы исключены как незначимые. Во втором случае уменьшилось влияние и других исследуемых факторов на данное свойство. Анализ совместного влияния факторов на показатель водоотделения, так же как и на остальные исследуемые технологические и эксплуатационные показатели, проводился с использованием построенных

диаграмм [2].

Экспериментальные данные показывают, что максимальное водоотделение достигается при минимальном количестве микрокремнезема ( $x_3$ ) и максимальных значениях всех остальных факторов состава.

Повышенное водоотделение может отрицательно сказаться на эксплуатационных свойствах бетонных смесей. Поднимающаяся вода несет с собой значительное количество тонких частиц цемента, образуя слой цементного молока, которое значительно уменьшает прочность верхнего слоя. Однако, полное отсутствие водоотделения, также может негативно сказаться на свойствах бетона, т.к. при испарении излишнего количества воды происходит понижение водоцементного отношения, в результате чего повысится прочность конечного продукта. Согласно [4] водоотделение, получаемых нами бетонных смесей, не должно превышать 0.8%.

Как показывают результаты исследований, показатель водоотделения, не превышающий 0.8%, достигается при количестве суперпластификатора равном от 0.65 до 0.8% от массы цемента и при соотношении песок / щебень равном 50%. При этом в бетонную смесь должно вводиться не менее 300гр. полимерной фибры (на  $1\text{м}^3$  смеси). Для достижения данного уровня в смеси должно быть от 5 до 10% наполнителя, в данном случае – микрокремнезема.

На основании проведенного анализа экспериментальных данных можно сделать следующие основные **выводы**.

1. Характер влияния исследуемых факторов при различных технологиях приготовления бетонной смеси, на один из основных технологических показателей бетонной смеси - удобоукладываемость, одинаков.

2. Как при использовании одной, так и при использовании другой технологий приготовления бетонной смеси, допустимое ( $\leq 0.8\%$ ) водоотделение достигается при средних уровнях всех четырех исследуемых факторов состава, а именно: количество фибры -  $0.3\text{кг}/\text{м}^3$ , количество суперпластификатора - 0,65% от массы цемента, количество микрокремнезема - 5% от массы цемента и при доли кварцевого песка равной 50% от общего количества заполнителя.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Москаленко В.И. Анализ технологий ремонта и устройства бетонных полов. В сб. науч. трудов «Строительство, материаловедение, машиностроение» Днепропетровск, ПГАСА, 2007, -С.298-302.
2. Меньлюк А.И., Попов О.А., Москаленко В.И. Влияние технологии приготовления дисперсно-армированной бетонной смеси на ее технологические свойства. Харьков
3. Neville A.M. Properties of concrete. – London, 1988. –779 p.
4. ДСТУ Б В.2.7-96-2000 Смесей бетонные Технические условия.

УДК 69.025:691.161.5

#### ПРОЧНОСТНЫЕ СВОЙСТВА ДРСНО-АРМИРОВАННОГО БЕТОНА ДЛЯ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ ПОКРЫТИЙ

*В.И. Москаленко инж.*

ООО «Промбудремонт» г. Донецк

При устройстве бетонных полов промышленных зданий одними из важных свойств являются их прочностные характеристики. Экспериментальными исследованиями, проводимыми на кафедре технологии и механизации строительства, было определено влияние технологий приготовления дисперсно-армированной бетонной смеси на основные эксплуатационные характеристики дисперсно-армированного бетона. Уровни варьируемых факторов представлены в [1].

В качестве таких характеристик приняты: прочность при сжатии и прочность при изгибе. Для оценки исследуемых показателей качества бетона  $Y_i$  были получены неполные кубические модели. Модели получены путем математической обработки результатов экспериментов.

Расчет моделей и их анализ проводились по разработанной в ОГАСА системе COMPEX-99.

По экспериментальным данным определения прочности при сжатии бетонов ( $R_c$ ), полученных с использованием скоростного смесителя (технология 1), построена экспериментально-статистическая модель, которая имеет вид 1. Модель 2 показывает влияние исследуемых факторов состава бетонной смеси полученного с использованием «технологии 2» - с использованием смесителя гравитационного типа.

$$R_c = 45.96 + 2.74x_2 - 6.76x_2^2 + 3.01x_1x_3 - 4.08x_2x_4 + 7.81x_3 - 3.02x_1x_4 + 10.71x_4 - 3.68x_4^2 - 1.97x_3x_4 \quad (1)$$

$$R_c = 45.66 + 2.79x_2 - 7.07x_2^2 + 2.51x_1x_3 - 3.19x_2x_4 + 7.18x_3 - 2.72x_1x_4 + 10.51x_4 - 3.77x_4^2 - 2.06x_3x_4 \quad (2)$$

Как видно из полученных моделей, значения коэффициентов моделей, практически, не отличаются друг от друга. Как в одном, так и в другом случае из четырех факторов состава наибольшее влияние на  $R_c$  оказывает наличие в бетоне крупного заполнителя. Причем, введение его максимального количества уменьшает значение данной прочности, независимо от технологии приготовления бетонной смеси.

Вторым, по величине влияния, фактором является количество микрокремнезема, вводимого в бетонную смесь. Его положительное влияние можно объяснить поведением микрокремнезема как наполнителя в бетонной смеси. Этот наполнитель не дает образовываться, в теле бетона, мелким порам. Таким образом, увеличивается плотность бетона и, вследствие этого, его прочность при сжатии. Из моделей также видно, что введение максимального количества микрокремнезема в бетонную смесь становится нецелесообразным, т.к. в данном случае оказываемое им влияние на прочность – минимально.

Как показывает анализ полученных моделей для первой и второй технологий, введение полимерного волокна не оказало заметного влияния на

прочность образцов при сжатии (в обоих случаях). Об этом говорит то, что из моделей, как самые незначимые, исключены коэффициенты с фактором  $x_1$  (полимерная фибра). Вероятно, это происходит потому, что бетон не в состоянии передать статические усилия на волокна, в связи с неодинаковыми значениями модулей упругости волокна и матрицы, а также низкой прочностью поверхности раздела волокно-матрица [2]. Из-за того, что коэффициенты растяжения волокон и матрицы - различны, возникающие при сжатии растягивающие напряжения вызывают отслоение волокна и приводят к разрушению бетона [3]. Однако, следует отметить, что совместное введение фибры и микрокремнезема ( $x_1$  и  $x_3$ ) увеличивает прочность при сжатии. Но степень увеличения – незначительна.

Диаграммы изменения прочности бетона при сжатии, построенные по моделям 1 и 2 представлены на рисунках 1 и 2.

Анализ диаграмм подтверждает вывод, сделанный при анализе аналитических зависимостей. При использовании и первой и второй технологий введение синтетических волокон ( $x_1$ ) не приведет к сколько-нибудь заметному повышению  $R_c$  материала при действии статических нагрузжений. Данное утверждение справедливо как для первой, так и для второй технологий.

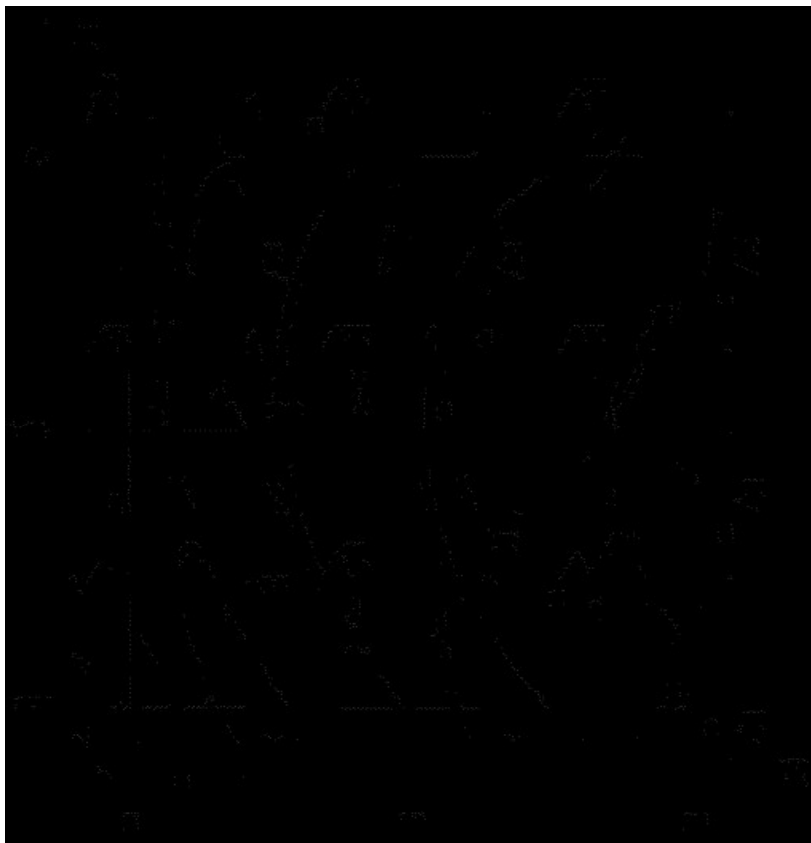
Введение микрокремнезема положительно сказывается на данном показателе качества.

Как видно из рисунков 5 и 6, максимальные значения прочности достигаются при средних дозировках суперпластификатора, максимальном количестве количестве щебня и микрокремнезема, и минимальном количестве фибры.

Экспериментально-статистические модели 3 и 4 получены для исследуемых технологий по результатам определения прочности при изгибе ( $R_i$ ) образцов дисперсно-армированного бетона.

$$R_i = 8.14 + 0.35x_1 - 0.48x_2^2 + 0.21x_1x_3 - 0.20x_2x_4 + 0.70x_3 - 0.37x_1x_4 + 0.59x_4 - 0.99x_4^2 \quad (3)$$

$$R_i = 7.57 + 0.66x_1 + 0.32x_1x_2 - 0.23x_3x_4 + 0.50x_3 + 0.39x_3^2 + 0.46x_4 - 1.09x_4^2 \quad (4)$$

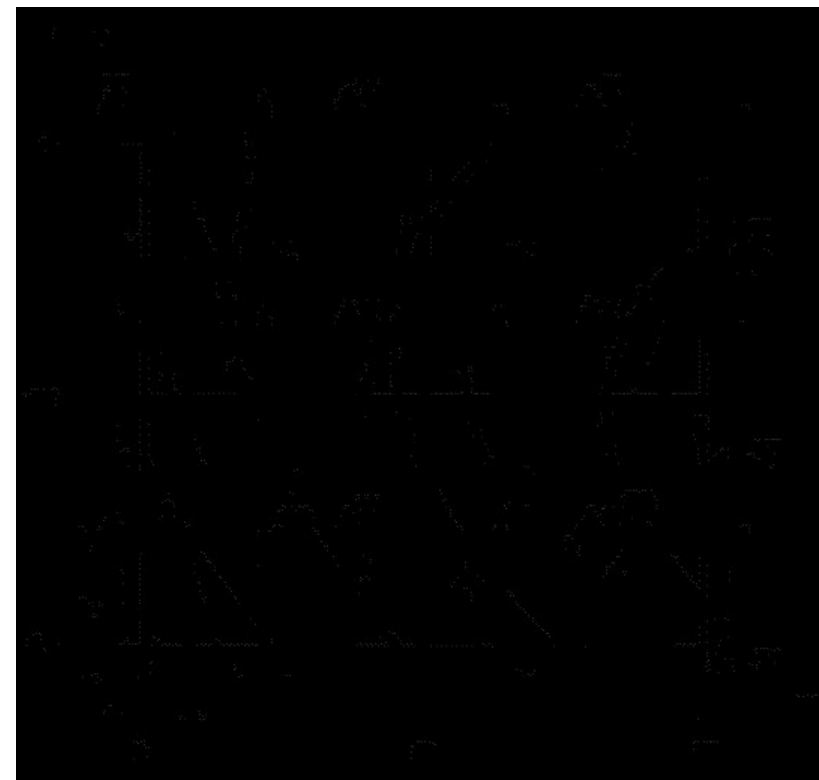


*Рис. 1. Диаграммы изменения значений прочности бетона при сжатии при использовании «технологии 1».*

Из представленных моделей ((3) - технология 1) и ((4) - технология 2) видно, что коэффициенты отличаются друг от друга значительно больше, чем в моделях свойств рассмотренных выше.

На основании моделей можно сделать вывод, что при использовании «технологии 2» введение фибры оказывает почти вдвое большее влияние на  $R_b$ , чем при «технологии 1» (коэффициенты влияния 0,35 и 0,66 соответственно). Это говорит о более качественном распределении фибры в

теле бетона при использовании для его приготовления гравитационного смесителя.



*Рис. 2. Диаграммы изменения значений прочности бетона при сжатии при использовании «технологии 2».*

При использовании и одной и другой исследуемых технологий, введение микрокремнезема ( $x_2$ ) увеличивает данный эксплуатационный показатель. Отличием полученных моделей друг от друга является то, что при использовании «технологии 2» введение максимального количества микрокремнезема оказывает небольшое положительное влияние на прочность при изгибе. При использовании технологии 1, эффект настолько незначителен, что, при обработке данных вычислительной машиной, коэффициент при  $x_2$  был исключен.

Анализ полученных моделей показывает, что для первой и второй технологий введение в бетонную смесь суперпластификатора, практически не оказывает влияния на прочность при изгибе.

Ни рис. 3 и рис. 4 представлены диаграммы изменения прочности при изгибе образцов полученных по исследуемым технологиям.

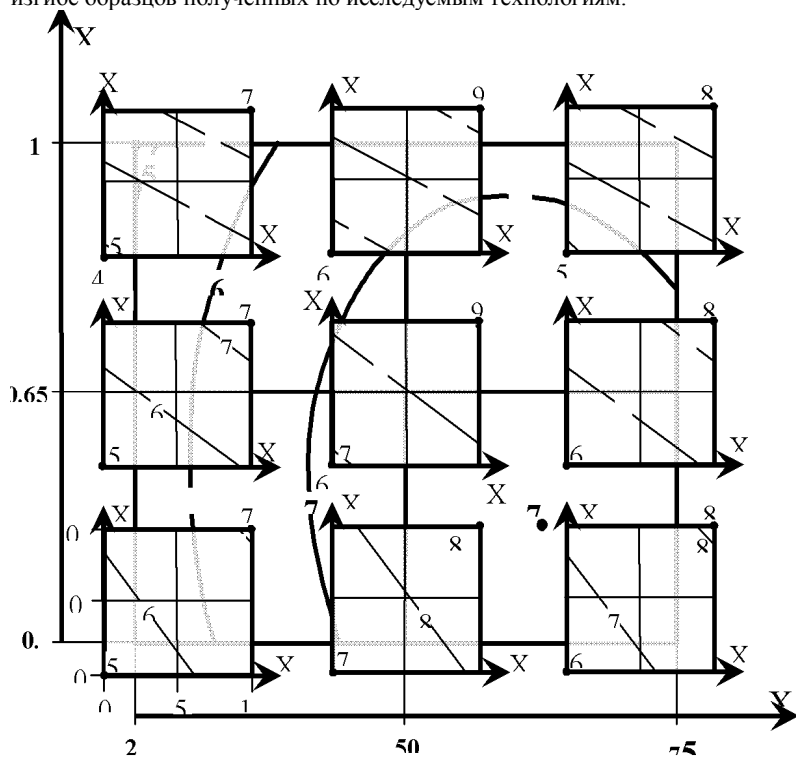


Рис. 3. Диаграммы изменения значений прочности бетона при изгибе при использовании «технологии 1».

Анализ этих диаграмм показывает, что при изготовлении дисперсно-армированного бетона и по технологии 1, и по технологии 2 прочность на изгиб более чувствительна к дозировке полимерной фибры, чем прочность при сжатии. Введение добавки микрокремнезема также ведет к увеличению прочности при изгибе. При введении обеих добавок на максимальном уровне ( $x_1=x_3=1$ )  $R_i$  в 28-суточном возрасте возрастает примерно на 15% по сравнению с составами без этих добавок. При этом, введение добавок с использованием «технологии 1» линейно изменяет уровень данного показателя. При использовании способа приготовления бетона с применением «технологии 2» влияние вводимых добавок не

изменяется по качеству воздействия. Но характер этих воздействий - не линейный. Максимальные значения данной прочности достигаются при

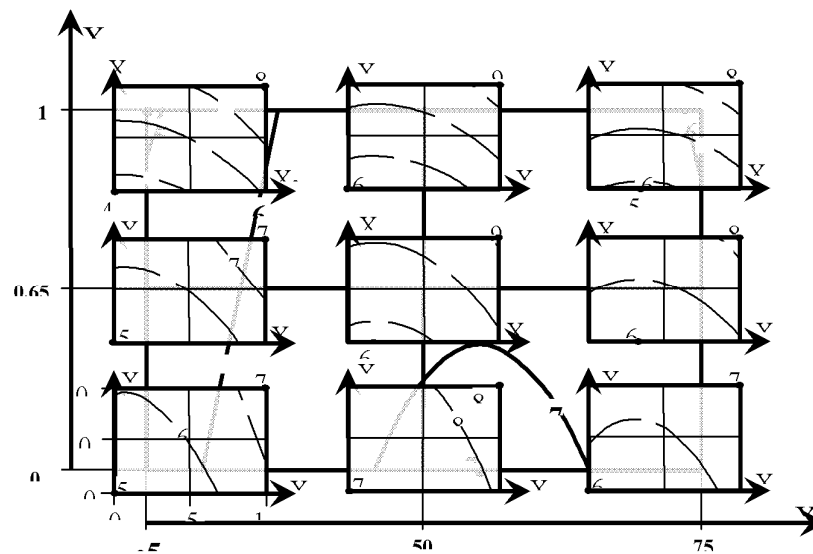


Рис. 4. Диаграммы изменения значений прочности бетона при изгибе при использовании «технологии 2».

наибольших дозировках модифицирующих добавок (фибра и микрокремнезем) и небольшом (рис.7) или минимальном (рис. 8) количестве суперпластификатора. Причем, это справедливо для всех исследуемых технологий.

На основании проведенного анализа экспериментальных данных можно сделать основной вывод, что разработанный способ приготовления дисперсно-армированной бетонной смеси, практически, не изменяет прочностные характеристики полученного бетона.

#### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Меньлюк А.И., Попов О.А., Москаленко В.И. Влияние технологии приготовления дисперсно-армированной бетонной смеси на ее технологические свойства. Харьков
2. Neville A.M. Properties of concrete. – London, 1988. –779 p.
3. Рабинович Ф.Н. Композиты на основе дисперсно армированных бетонов: Вопросы теории и проектирования, технология, конструкции: Монография. - М.: АСВ, 2004. - 560с.

УДК 624.131.55