

УДК 666.94017

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ И ПЛАСТИФИКАТОРА НА СВОЙСТВА БЕТОНА

Макарова С.С. к.т.н., доцент (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния минеральных наполнителей различной дисперсности совместно с суперпластификатором на физико-механические свойства бетона.

Колебания температуры, агрессивная среда, неправильная техническая эксплуатация, ошибки при расчетах конструкций могут привести к их непригодности раньше времени предусмотренного при проектировании.

Практическая необходимость ставит задачи постоянного повышения физико-механических свойств бетона, а основой этого является изучение зависимостей между структурой и характеристиками. Для получения бетона высокого качества с технологической точки зрения необходимо найти правильные зависимости между составляющими структурами, то есть подбором слагаемых смеси, параметрами процесса приготовления, что в результате обеспечивают качество, долговечность и требуемые свойства.

Современные тенденции развития в технологии бетонов основываются на уменьшении водоцементного отношения, за счет введения в состав бетонной смеси минеральных и химических добавок.

Для регулирования свойств бетона, бетонной смеси и экономии цемента применяют различные добавки. Это как химические, так и тонкомолотые материалы, которые активно участвуют в организации структуры бетонов.

В проведенных исследованиях была поставлена задача изучения влияния наполнителей разной дисперсности и количества и влияния суперпластификатора С-3 на прочностные и деформативные свойства бетона.

В опытах использовался портландцемент марки 400. Заполнитель – гранитный щебень фракции 5...10 мм и песок с модулем крупности

1,94. В качестве наполнителя использовался молотый кварцевый песок с удельной поверхностью $S_y = 100; 200; 300 \text{ м}^2/\text{кг}$ и пластификатор С-3.

Опыты проводились по плану «смесь – технология – свойства». В качестве независимых переменных приняты дисперсность наполнителя 100, 200, 300 $\text{м}^2/\text{кг}$, количество наполнителя 5, 10, 15% от массы цемента и количество пластификатора С-3 0; 0,3; 0,7% при расходе цемента $280 \text{ кг}/\text{м}^3$. Расчет моделей и их графическое отображение проводились в системе COMPEX.

Испытания проводились на образцах-кубах размером $100 \times 100 \times 100 \text{ мм}$ и образцах-призмах $100 \times 100 \times 400 \text{ мм}$ на 28 сутки нормального твердения и после тепловой обработки. Определилась кубиковая прочность R , призмная прочность R_{bn} и модуль упругости E_b . Состав бетона подбирался таким образом, чтобы обеспечить класс бетона В25 (М300).

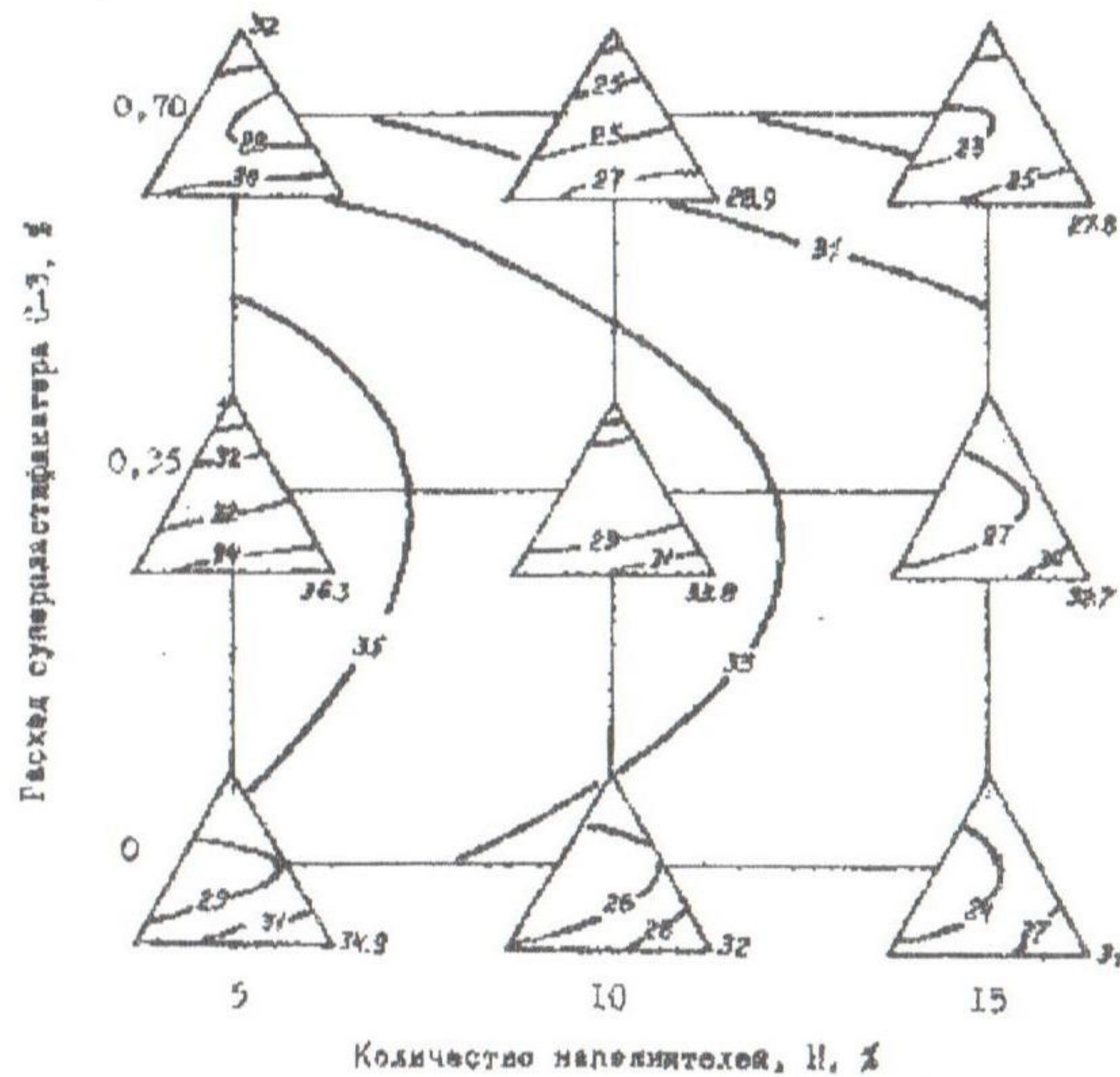


Рис. 1. Влияние наполнителя и С-3 на R бетонов после тепловой обработки

На рис. 1 представлено влияние количества и дисперсности наполнителя на кубиковую прочность R в зависимости от расхода С-3 при тепловой обработке. В координатах расход С-3 и количества наполнителя проводился анализ влияния этих факторов на изменение R .

Прочность эталонных образцов при расходе цемента $260 \text{ кг}/\text{м}^3$ составила $R = 31,8 \text{ МПа}$. Применение наполнителей позволяет

повысить прочность бетона при сжатии по сравнению с эталонными образцами для каждого расхода С-3 на 15%.

Опыты показали, что изменение дисперсности при одинаковых расходах наполнителя и равных расходах С-3 R может изменяться от 10 до 30%.

На изменение прочностных показателей оказывает влияние и фракционный состав наполнителя. Так при расходе С-3 = 0,35% максимальные значения R достигаются при использовании наполнителя с $S_y = 100 \text{ м}^2/\text{кг}$. При расходе С-3 = 0,7% и количестве наполнителя 5% по массе, оптимальный состав наполнителя включает в себя фракцию $S_y = 200 \text{ м}^2/\text{кг}$. По мере увеличения количества наполнителя до 10 и 15% по массе оптимальный состав смещается в зону уменьшения дисперсности.

Опыты показали, что применение наполнителей позволяет получить бетон марки 300 (В25) при расходе С-3 = 0,35% и количества наполнителя 5% с дисперсностью 100 $\text{м}^2/\text{кг}$ или их оптимальном соотношении, определенным по треугольной диаграмме.

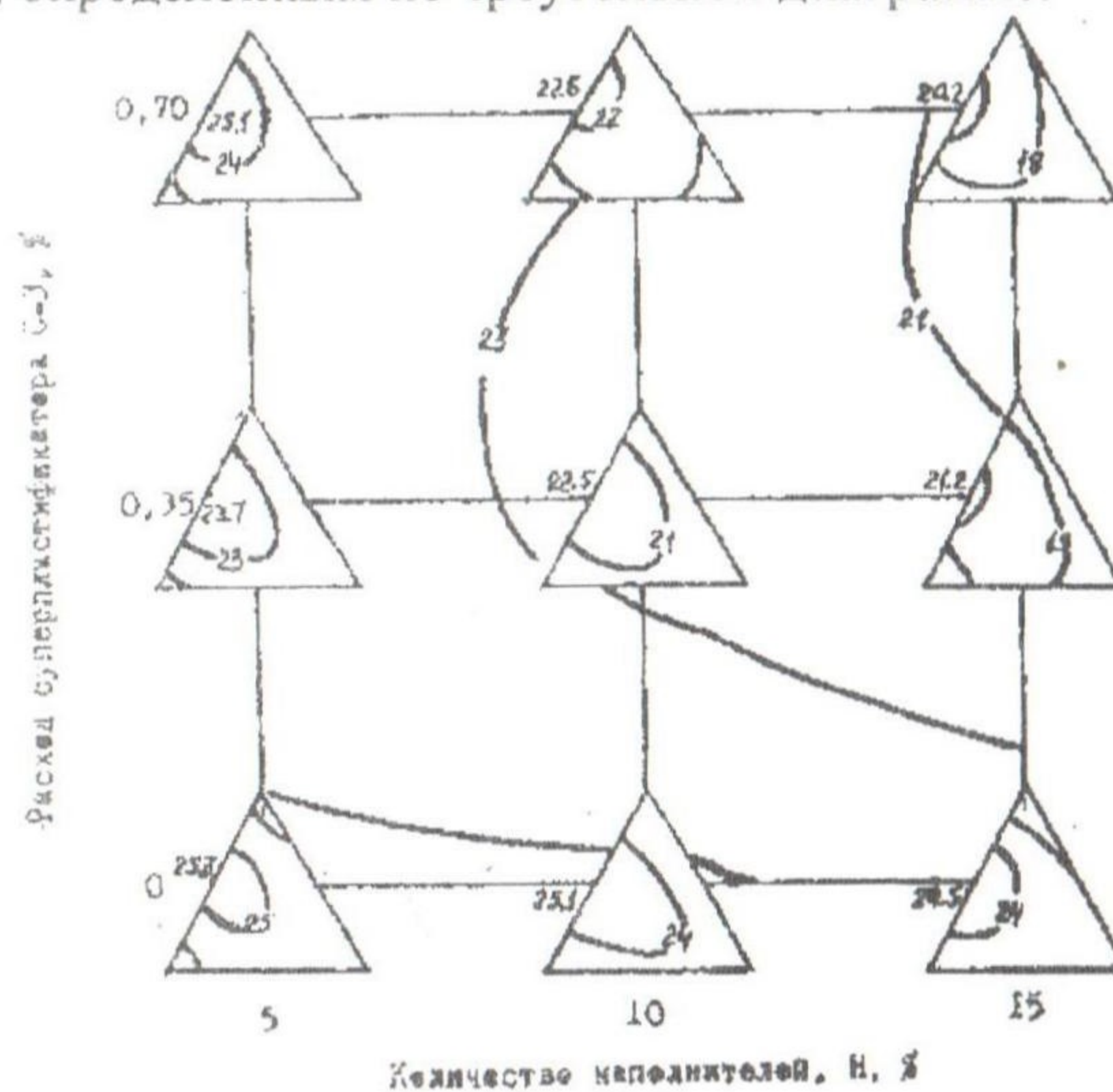


Рис. 2. Влияние наполнителя и С-3 на $R_{\text{в0}}$ бетонов после тепловой обработки

Аналогичные зависимости получены для призмочной прочности R_{bn} , рис. 2. Призмочной прочности эталонных составов ($R_{bn} = 24 \text{ МПа}$) введение наполнителей практически не снижает R_{bn} . Наблюдается смещение фракционных составов наполнителей для достижения максимальных значений призмочной прочности.

Максимальное значение R_{bn} и $C-3 = 0,35\%$ достигается при смесях наполнителя $S_y = 100 \text{ м}^2/\text{кг}$ и $S_y = 200 \text{ м}^2/\text{кг}$ в пропорции 1:1 практически для всех расходов наполнителя. При расходе пластификатора $C-3 = 0,7\%$ происходит смещение в пропорции 2:1.

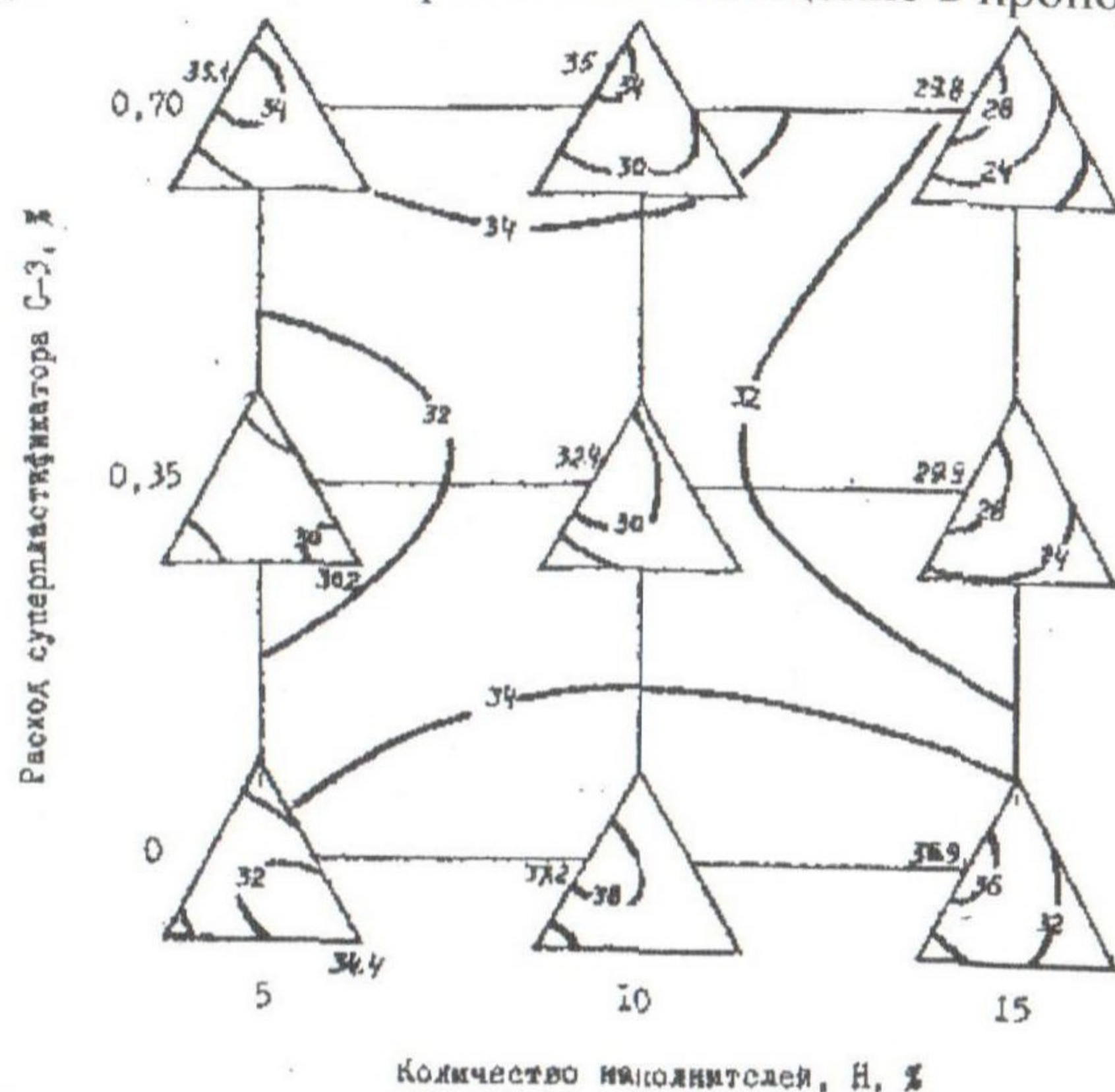


Рис. 3. Влияние наполнителя и С-3 на E_b бетонов после тепловой обработки

Такие же зависимости от изучаемых факторов были построены для модуля упругости E_b , рис. 3.

Анализ полученных зависимостей свидетельствует о том, что на изменение E_b оказывает влияние как количество, так и дисперсность кварцевых наполнителей и пластификатора С-3. Максимальное значение при принятых расходах С-3 достигается при 10% наполнителей по массе. Модуль упругости в среднем для эталонных образцов составил 31,1 МПа.

Отклонение от значения модуля упругости эталонных образцов при использовании наполнителя и С-3 составляет незначительную величину ($\pm 5 - 10\%$).

Значительное влияние на изменение модуля упругости оказывает дисперсность наполнителей и смеси фракций. На рис. 4 представлено влияние количества и дисперсности наполнителя и С-3 на прочность при сжатии R образцов на 28 суток естественного твердения. Увеличение значений R происходит при количестве наполнителя 5 и 15% по сравнению с эталонным значением R повышается до 15% при

расходе $C-3 = 0,35\%$. Изменение дисперсности при одинаковых количествах наполнителя и равных расходах $C-3$ прочность бетона может увеличиваться до 20 и более процентов.

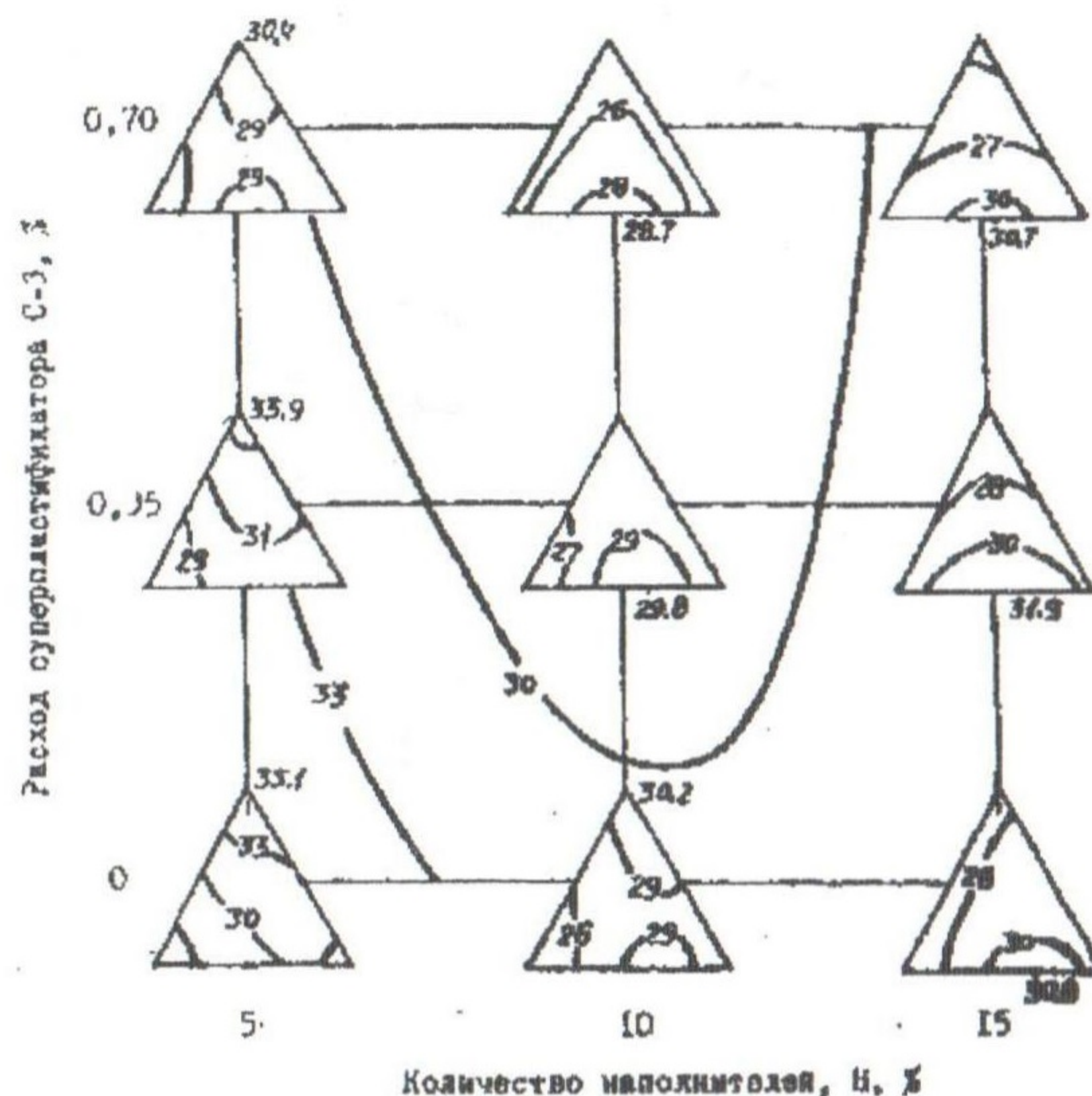


Рис. 4. Влияние наполнителя и $C-3$ на R бетонов при нормальных условиях твердения

Также оказывает влияние и фракционный состав наполнителей. Максимальные значения R при $C-3 = 0,35\%$ и $0,7\%$ можно достичь при использовании 5% наполнителя с $S_y = 200 \text{ м}^2/\text{кг}$, а также при 15% наполнителя и смеси двух фракций с $S_y = 100$ и $300 \text{ м}^2/\text{кг}$ в соотношении $1:1$. Опыты показали, что наибольшее значение прочности при сжатии можно достичь при расходе $C-3 = 0,35$ и 5% наполнителя с дисперсностью $S_y = 200 \text{ м}^2/\text{кг}$.

Изучались также зависимости для призмочной прочности бетона, твердеющего в естественных условиях.

Наблюдается смещение фракционных составов наполнителей для максимального достижения значений R_{bn} . Так максимальные значения R_{bn} для $C-3 = 0,35\%$ достигается при 5% наполнителя и смеси фракций с $S_y = 100 \text{ м}^2/\text{кг}$ и $S_y = 200 \text{ м}^2/\text{кг}$ в соотношении $1:1$. При расходе $C-3 = 0,7\%$ происходит смещение в пропорции $2:1$.

При определении модуля упругости для бетона естественного твердения также установлено, что максимальное значение достигается при 10% наполнителя. Отклонения от среднего значения в большую

сторону 12 – 15%, в меньшую 8 – 10%. Оказывает также влияние, как на кубиковую и призмную прочность так и на модуль упругости дисперсность наполнителя и смещение фракций, а также количество С-3.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Применение минеральных наполнителей в сочетании с суперпластификаторами позволяет управлять прочностными характеристиками бетонов. Для каждого состава необходимо свое оптимальное количество наполнителей по дисперсности, количеству и суперпластификатора.

2. Используя суперпластификатор и минеральные добавки, можно уменьшить водоцементное отношение, что позволяет увеличить прочностные характеристики бетонов, особенно высоких марок.

3. Применяя пластификатор и минеральные добавки и повышая плотность смеси, можно прогнозировать увеличение сопротивления таких бетонов тепловлажностным воздействиям и агрессивных сред.

1. Солматов В.И., Выровой В.Н., Дроздов В.С., Сиренко Л.В. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости – К. Будівельник, 1991. – 144 с.

2. Дорофеев В.С., Выровой В.Н., Макарова С.С. Анализ механизмов формирования макроструктуры бетонов. Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури. 2002. С. 47-54.

3. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Абакумов В.В. и др. Методические указания по моделированию систем «смеси – технология – свойства» с использованием ЭВМ в курсовом и дипломном проектировании. Одесса, ОИСИ, 1985. – 64 с.

4. Десов А.Е. Некоторые вопросы структуры, прочности и деформации бетона // В кн. Структура, прочность и деформации бетонов // М. Стройиздат, 1996, 4-58 с.

5. Ратушняк Г.С., Тадеуш Ценжак, Закормченый. Бетони високої міцності – проблеми розвитку и виготовлення Ж. Будівництво України, 2001, № 4, 21-24 с.