

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ КОЛИЧЕСТВА И
КАЧЕСТВА МИНЕРАЛЬНОГО НАПОЛНИТЕЛЯ НА
ПРИЗМЕННУЮ ПРОЧНОСТЬ БЕТОНА И НАЧАЛЬНЫЙ
МОДУЛЬ УПРУГОСТИ ПУТЕМ МОДЕЛИРОВАНИЯ
СИСТЕМ «СМЕСИ, ТЕХНОЛОГИЯ – СВОЙСТВА»**

Олейник Н.В. (*Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса*)

Приводятся результаты экспериментально–теоретических исследований влияния структурных факторов (количества и дисперсности минерального наполнителя) на изменение прочности и начального модуля упругости бетона путем моделирования систем «смеси, технология – свойства».

Физико-механические свойства композиционных материалов в значительной мере зависят от степени дефектности их структуры. Эти дефекты, разделенные на технологические (или наследственные) и эксплуатационные, имеют собственную историю развития: от зарождения до превращения в необратимую развивающуюся трещину. Наследственные дефекты являются не только ответственными за обеспечение требуемых физико-механических характеристик, но и определяют кинетику развития эксплуатационных дефектов и, следовательно, эксплуатационную долговечность композитных материалов и конструкций.

С целью определения влияния количества и дисперсности минерального наполнителя на изменение прочности и начального модуля упругости бетона был проведен эксперимент, состоящий из девяти опытов. В качестве переменных приняты дисперсность наполнителя ($S_y = 200 \pm 100 \text{ м}^2/\text{кг}$) и количество наполнителя ($H=10 \pm 2\%$) от массы вяжущего. Состав бетонной смеси на 1 м^3 : Ц=350кг; Щ=110кг; П=717кг; В=140кг.

В экспериментальных исследованиях в качестве вяжущего для бетона использовался портландцемент с удельной поверхностью около $300 \text{ м}^2/\text{кг}$, приготовленный совместным помолом клинкера ЗАО «Одессацемент» и 4% от массы цемента двуводного гипса. Это вызвано избеганием влияния на экспериментальные данные различных наполнителей, которые добавляются на заводах при производстве цемента, учесть которые не представляется возможным. В качестве наполнителя

применялся мелкий кварцевый песок, предварительно размолотый в шаровой мельнице до заданной удельной поверхности. Введение наполнителя непосредственно в состав бетонной смеси было выполнено в процессе ее приготовления.

В качестве мелкого заполнителя для бетона опытных образцов использовался природный песок, предварительно промытый, просушенный и просеянный через сито 5 мм. В качестве крупного заполнителя использовался щебень фракции 5–20 мм, предварительно промытый, просушенный и просеянный.

Для определения разрушающих нагрузок, механических и деформационных свойств бетона были изготовлены и испытаны 9 серий образцов: кубы (10x10x10см) и призмы (10x10x40см). В результате испытаний призм были получены следующие результаты:

Таблица 1

Основные характеристики бетона

№ состава	H, %	S_y , м ² /кг	R, МПа	R_b , МПа	K_{mn} , %	$E_b \times 10^3$, МПа
1	8	100	37,89	27,14	71,6	29,06
2		200	39,64	29,12	73,5	32,31
3		300	43,86	33,58	76,6	41,19
4	10	100	41,48	31,95	77,0	35,19
5		200	42,09	32,07	76,2	39,38
6		300	43,94	34,34	78,2	40,19
7	12	100	38,79	29,58	76,3	37,24
8		200	42,16	31,00	73,5	40,70
9		300	42,59	32,67	76,7	38,83

В натурном эксперименте варьировались следующие факторы состава: количество наполнителя $X_1 = 8 \pm 2\%$ и его дисперсность $X_2 = 200 \pm 100$ м²/кг.

Модель со всеми значимыми оценками коэффициентов, описывающая влияние дисперсности и количества наполнителя на призмную прочность бетона (МПа), имеет вид ($S_0 = 1$ МПа):

$$R_b = 32,79 + 0,57x_1 - 2,27x_1^2 - 0,84x_1x_2 + 1,99x_2 \quad (1)$$

Нормализация факторов и расчет экспериментально-статистической модели проведены по стандартным методикам [4].

Данная модель имеет максимум $R_{b,max} = 34,78$ МПа в точке с координатами $x_1 = -0,06x_2 = 1$ и минимум $R_{b,min} = 27,12$ МПа в точке с координатами

$$x_1 = x_2 = -1.$$

Диаграммы, построенные по модели (1) и отображающие влияние варьируемых факторов состава на призменную прочность в зоне экстремальных значений (то есть проходящих через точки максимума и минимума) показаны на рис. 1.

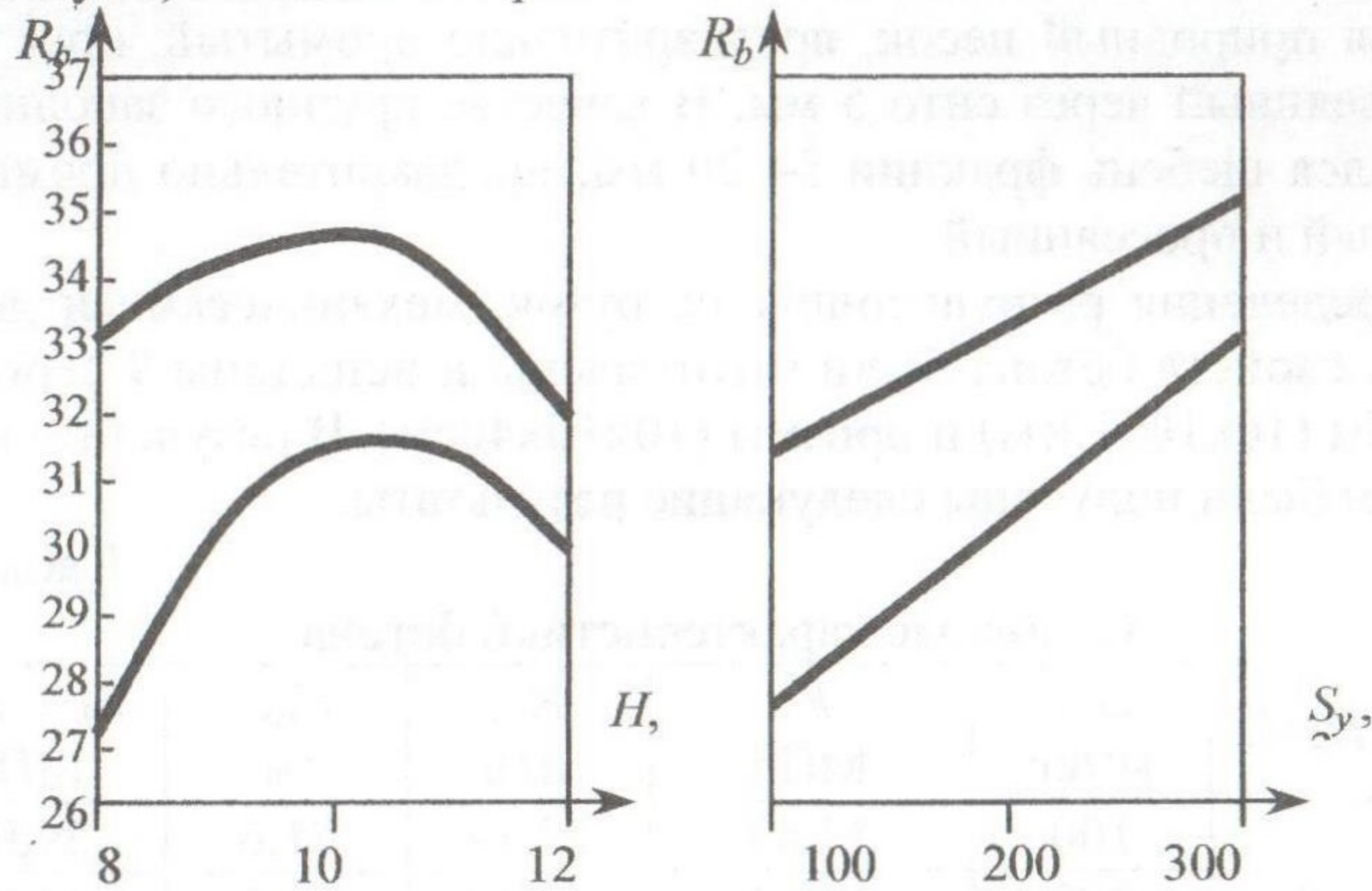


Рис.1. Диаграммы, проходящие через экстремальные точки, и отображающие влияние дисперсности и количества наполнителя на призменную прочность бетона



Рис. 2. Влияние дисперсности и количества наполнителя на призменную прочность бетона.

Как видно из диаграмм, большее влияние на данный показатель ка-

чества бетона оказывает дисперсность наполнителя (влияния данного фактора на треть выше, чем влияние изменения количества наполнителя).

Диаграмма в виде квадрата, построенная по модели (1) и отображающие влияние варьируемых факторов состава на призменную прочность показана на рис. 2.

Как видно из диаграммы, увеличение дисперсности наполнителя от 100 до 300 м²/кг увеличивает призменную прочность на 4 – 5 МПа практически не зависимо от его дозировки. Увеличение же дозировки наполнителя от 8% до 10 – 10,5 % также повышает призменную прочность. Дальнейшие же рост дозировки (до 12%) вновь снижает призменную прочность независимо от дисперсности наполнителя.

Модель, описывающая влияние дисперсности и количества наполнителя на модуль упругости (ГПа), имеет вид ($S_3 = 1,2$ ГПа):

$$E_b = 38,25 + 2,37x_1 - 1,70x_1^2 - 2,63x_1x_2 + 3,12x_2 \quad (2)$$

Данная модель имеет максимум $E_{b,max} = 41,38$ ГПа в точке с координатами $x_1 = -0,08$, $x_2 = 1$ и минимум $E_{b,min} = 28,43$ ГПа в точке с координатами $x_1 = x_2 = -1$.

Диаграммы, построенные по модели (2) и отображающие влияние варьируемых факторов состава на модуль упругости в зоне экстремальных значений показаны на рис. 3.

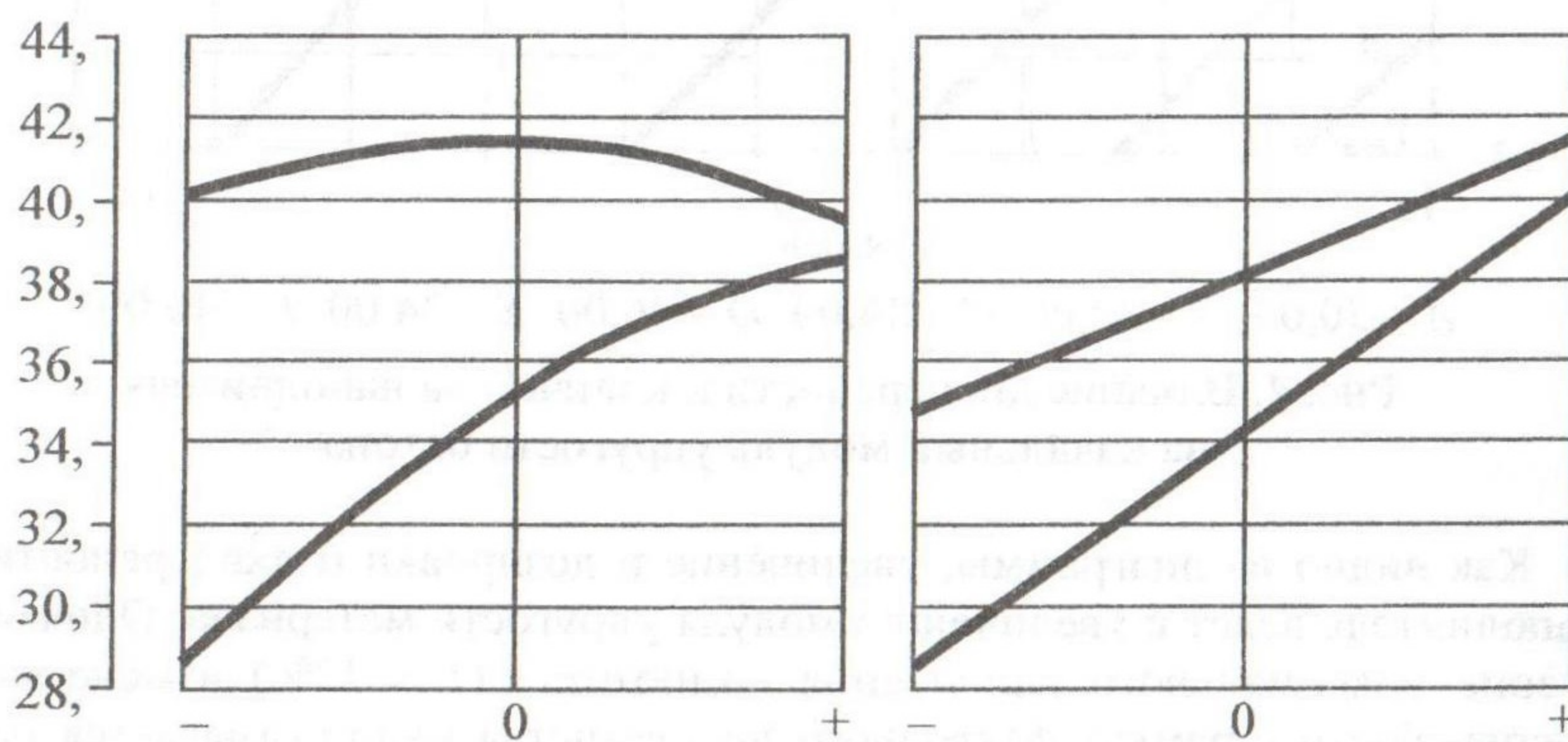


Рис. 3. Диаграммы, проходящие через экстремальные точки, и отображающие влияние дисперсности и количества наполнителя на начальный модуль упругости бетона.

Как видно из диаграммы, изменение дисперсности наполнителя

сказывается на модуле упругости более ощутимо, чем изменение его дозировки. Однако в зоне минимальных значений данного показателя ранги влияния факторов практически выравниваются. В зоне же максимальных значений модуля упругости варьирование количества наполнителя в пределах факторного пространства мало сказывается на данном показателе качества. Диаграмма в виде квадрата, построенная по модели (2) и отображающая влияние варьируемых факторов состава на начальный модуль упругости бетона показана на рис. 4.

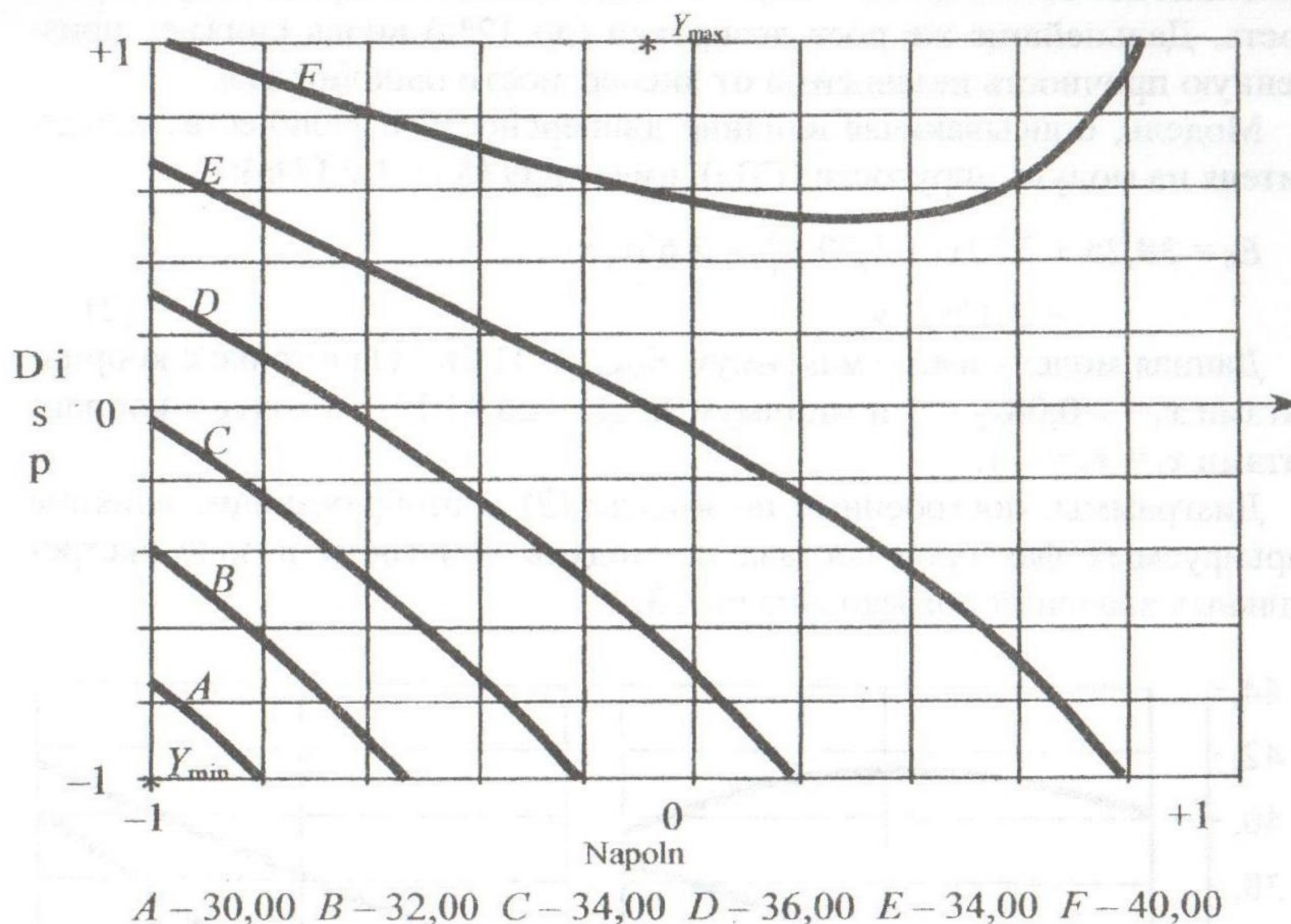


Рис. 4. Влияние дисперсности и количества наполнителя на начальный модуль упругости бетона.

Как видно из диаграммы, увеличение и дозировки и дисперсности наполнителя ведет к увеличению модуля упругости материала. Однако в зоне максимального наполнения композита (11 – 12%) изменение дисперсности в рамках факторного пространства мало сказывается на анализируемом показателе.

Выводы

Проведенными исследованиями установлено, что технологическая поврежденность оказывает существенное влияние на прочностные и деформативные свойства бетона.

Литература

1. Дорофеев В.С., Выровой В.Н. Технологическая поврежденность строительных материалов и конструкций: Монография. – О.: Город мастеров, 1998. – 168 с.
2. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А.В. Сиренко. - К.: Будивэльнык, 1991. – 144 с.
3. Технологическая наследственность композиционных строительных материалов и конструкций: Учеб.пособие / В.С. Дорофеев. – К.: УМК ВО, 1992. – 52с.
4. Вознесенский В.А., Ляшенко Т.В., Огарков Б.Л. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. Под ред. Вознесенского В.А. – К.: Вища школа, 1989. – 328 с.
5. Макарова С.С. Влияние наполнителей на технологическую поврежденность и формирование свойств конструкционных бетонов: Дис... канд. техн. наук: 05.23.05. – Одесса, 1993. – 146 с.
6. Гладышев Б.М. Механическое взаимодействие элементов структуры и прочность бетонов: Монография. – Х.: Вища шк. Изд-во при Харьк. ун-те, 1987. – 168 с.
7. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Залесов А.С., Дорофеев В.С. Технологическая поврежденность композиционных строительных материалов и конструкций// Транспортное строительство. – 1990. – №7. – С. 39 – 40.