

## ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОВРЕЖДЕННОСТИ БЕТОНА НА МОМЕНТЫ РАЗРУШЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ БАЛОК

**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 моментов разрушения изгибаемых железобетонных элементов по нормальным сечениям.

Повышение эффективности бетонных и железобетонных изделий и конструкций связано с реализацией потенциальных возможностей бетона как сложноорганизованного композиционного материала. Управление процессами организации структуры композиционных строительных материалов (КСМ) на различных уровнях неоднородностей связано с изменением качественного и количественного составов минерального вяжущего [1, 2, 3, 4, 5]. Введение в состав бетонной смеси в качестве наполнителя молотого кварцевого песка позволяет наряду с понижением материалоемкости изделий обеспечивать требуемые свойства бетона [1].

Проведенные исследования на образцах небольших размеров (призмы, кубики). [1, 2, 3, 4, 5] не позволяют сделать выводы о влиянии изменения в составе бетона количества и качества (дисперсности) минерального наполнителя на прочностные характеристики изгибаемых элементов, в частности – моменты разрушения.

При анализе результатов, полученных в монографии [1], выделены оптимальные количество и дисперсность минерального наполнителя (молотого кварцевого песка). В связи с этим в данной работе приняты: дисперсность – 100, 200, 300 м<sup>2</sup>/кг и количество наполнителя – 8, 10, 12% от количества цемента с целью изучения влияния этих показателей на изменение предельных моментов железобетонных изгибаемых элементов (балок).

С целью исследования влияния количества и качества минерального наполнителя на изменение предельных моментов были изготовлены 9 железобетонных балок различных составов с таким расходом материалов на 1 м<sup>3</sup>: цемент – 350 кг, песок – 700 кг, щебень – 1100 кг, В/Ц = 0,4. В качестве наполнителя применялся мелкий кварцевый

0,4. 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. Опытные изгибаемые элементы армировались сварными пространственными каркасами с продольной рабочей арматурой периодического профиля класса А400С и диаметром 10 мм (рис. 1).

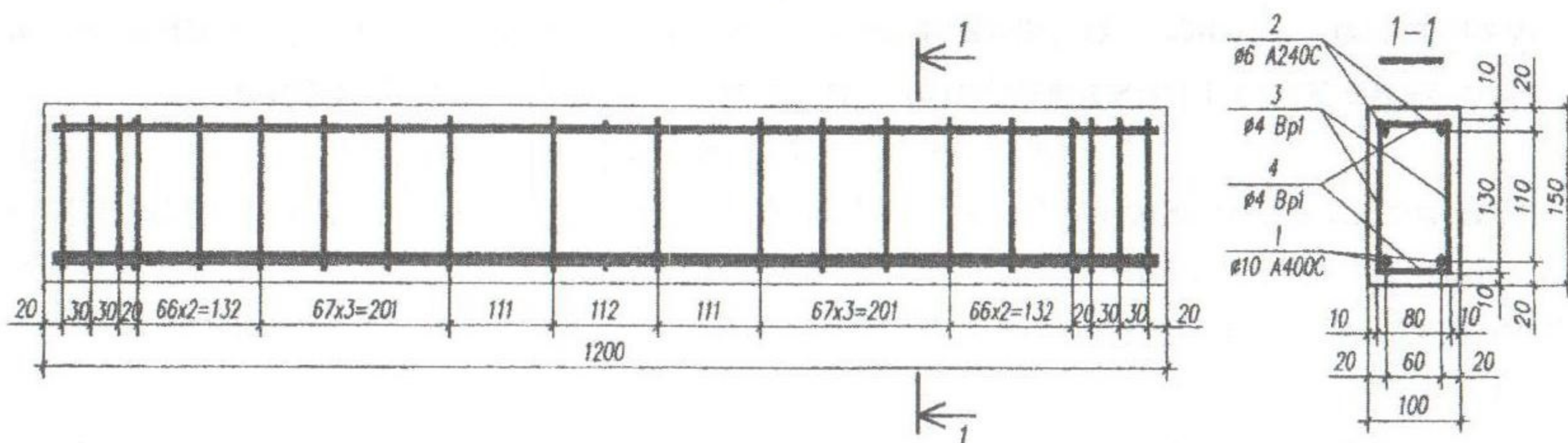


Рис. 1. Схема армирования

Балки испытывались на изгиб по статической схеме как однопролетные, свободно опертые, загруженные сосредоточенными силами, расположенными в третях пролета. Схема нагружения представлена на рис. 2.

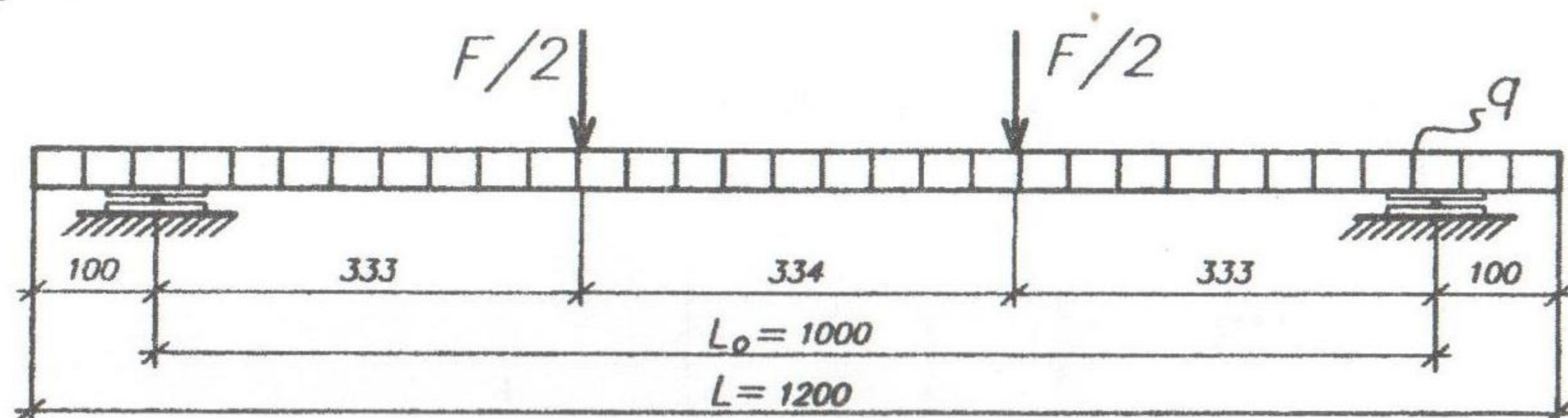


Рис. 2. Схема нагружения

Для определения коэффициентов технологической поврежденности на двух гранях каждой балки были начерчены линии: в зоне чистого изгиба – по три вертикальные, в зоне совместного действия изгибающего момента и поперечной силы – по четыре наклонные, а также выделены участки  $15 \times 15$  см на боковых гранях балок на участках, граничащих с арматурой (рис. 3 а, б).

Количественная оценка технологической поврежденности определялась измерением длин поверхностных трещин курвиметром с точностью до 1 мм. Коэффициент технологической поврежденности по площади ( $Kn_s$ ) определялся как отношение суммы длин поверхностных

трещин ( $T_0$ ), измеренных в пределах участка  $10 \times 10$  см, к площади этого участка ( $S$ ).

$$Kn_s = \sum T_0 / S, [\text{см}/\text{см}^2] \quad (1)$$

Физический смысл заключается в оценке удельной длины поверхностных трещин, проявленных на единице поверхности.

Коэффициент технологической поврежденности по линии ( $Kn_l$ ) принят как отношение длины характерной линии ( $L$ ), пересекающей структурные блоки, ограниченные технологическими трещинами, к сумме длин этих примыкающих трещин ( $T_0$ ) с одной стороны:

$$Kn_l = L / \sum T_0, [\text{см}/\text{см}] \quad (2)$$

Физический смысл заключается в оценке удельной длины поверхностных трещин, проявленных на единице длины. При введении коэффициента технологической поврежденности по линии ( $Kn_l$ ) придерживались наглядности, то есть, с увеличением поврежденности (уменьшением структурных блоков (ячеек) и, следовательно,  $\sum T_0$ , приходящихся на характерную линию ( $L$ )), увеличивается  $Kn_l$ .

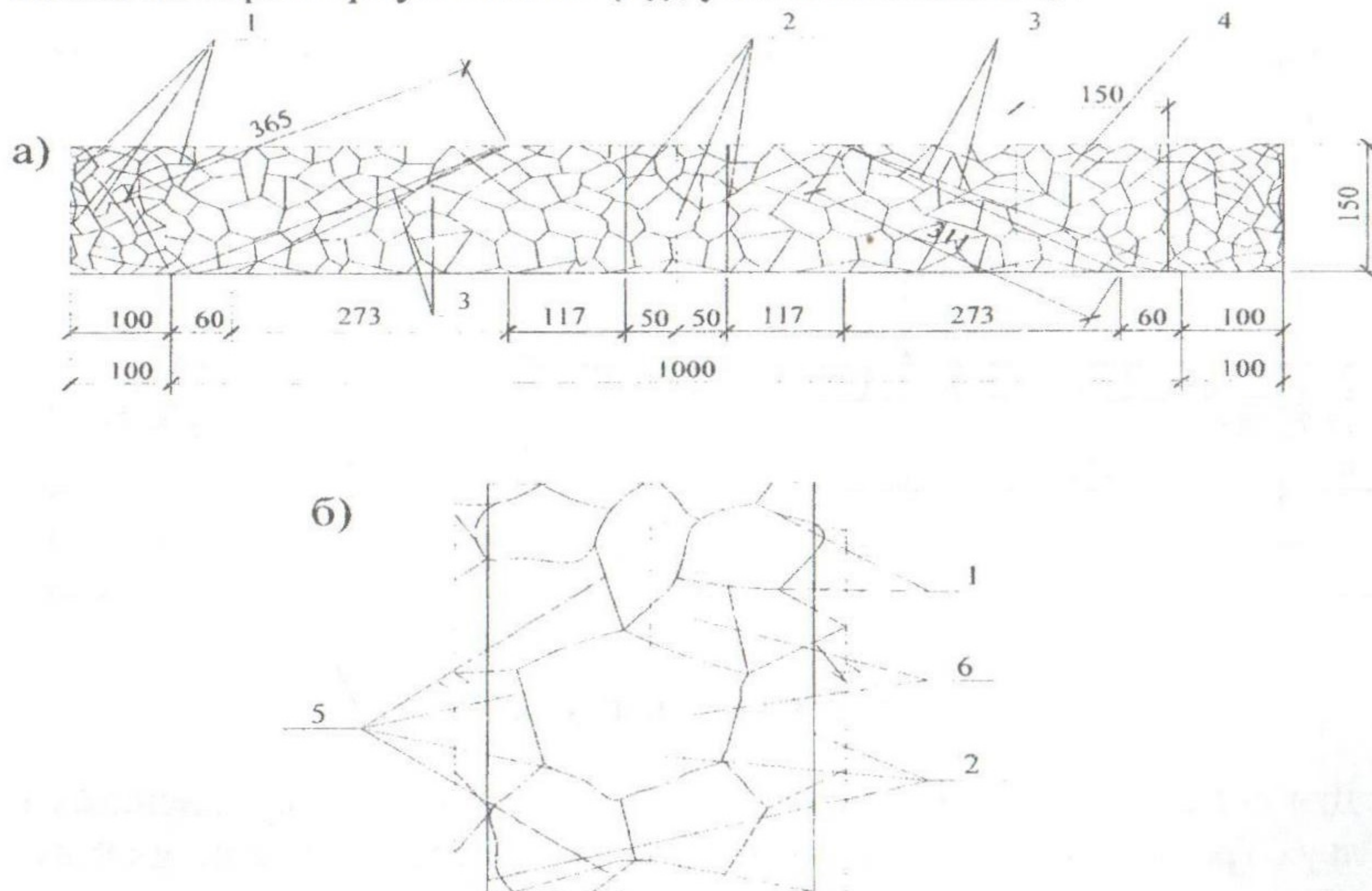


Рис. 3. Методика оценки технологической поврежденности по железобетонным балкам: а) расположение характерных линий и площади на образце-балке с проявленным характером поврежденности; б) фрагмент определения коэффициента поврежденности по характерной линии (в поперечном сечении); 1 – технологические трещины; 2, 3 – поперечные и наклонные характерные линии для определения коэффициента поврежденности по линии ( $Kn_l$ ); 4 – площадь для определения коэффициента поврежденности по площади ( $Kn_s$ ); 5 – технологические трещины, образующие ячейки, которые пересекает характерная поперечная линия ( $L$ ); 6 – структурные блоки.

В таблице 1 приведены дисперсность и количество молотого кварцевого песка в процентах от массы цемента для каждого исследуемого состава, а также полученные по образцам – балкам коэффициенты технологической поврежденности. В таблицу 2 сведены величины внутренних усилий трещинообразования и разрушения балок.

Таблица 1

Коэффициенты технологической поврежденности ( $Kn_S$ ,  $Kn_L$ ), определённые по балкам

№ состава	Количество наполнителя $H$ , %	Дисперсность, $m^2/kg$	Поперечное сечение ( $L_l = 15$ см)	Наклонное сечение ( $L_l = 36,5$ см)	Наклонное сечение ( $L_l = 31,1$ см)	Площадь ( $S = 225$ $cm^2$ )
			$Kn_L$ , см/см	$Kn_L$ , см/см	$Kn_L$ , см/см	$Kn_S$ , см/см <sup>2</sup>
1	8	100	0,381	0,400	0,415	1,21
2		200	0,312	0,388	0,393	1,13
3		300	0,271	0,306	0,329	0,76
4	10	100	0,300	0,280	0,303	0,96
5		200	0,278	0,314	0,326	0,94
6		300	0,261	0,273	0,290	0,61
7	12	100	0,307	0,347	0,354	1,15
8		200	0,321	0,353	0,364	0,99
9		300	0,310	0,279	0,292	0,72

На рис. 4 представлены зависимости предельных моментов экспериментальных балок от технологической поврежденности, определенных по поперечным и наклонным сечениям балок, а также выделенным площадям и выраженной через коэффициент технологической поврежденности  $Kn_S$  и  $Kn_L$ .

Анализируя влияние технологической поврежденности на моменты

разрушения экспериментальных балок, прослеживается следующая тенденция: максимальные значения момента наблюдаются для наклонных сечений при  $Kn_l = 0,275 - 0,32$ , для поперечных – при  $Kn_l = 0,261$  и для выделенных площадей  $Kn_s = 0,7 - 0,8$ . Минимальные значения – для наклонных сечений при  $Kn_l = 0,4 - 0,415$ , для поперечных – при  $Kn_l = 0,381$  и для выделенных площадей  $Kn_s = 1,21$ .

Таблица 2

Моменты трещинообразования и разрушения экспериментальных балок

№ состава	$H, \%$	$S_y, \text{м}^2/\text{кг}$	$M_u^{\text{расч.}}, \text{Н} \times \text{м}$	$M_{\text{срс}}^{\text{эксп.}}, \text{Н} \times \text{м}$	$M_u^{\text{эксп.}}, \text{Н} \times \text{м}$	$\frac{M_u^{\text{эксп.}}}{M_u^{\text{расч.}}}$
1	8	100	6832,02	2096	11190	1,64
2		200	6861,88	1833	11239	1,64
3		300	6880,53	1546	11988	1,74
4	10	100	6882,88	2009	11588	1,68
5		200	6884,82	1551	11655	1,69
6		300	6905,54	1462	11822	1,71
7	12	100	6859,68	1462	11239	1,64
8		200	6874,62	1509	11855	1,72
9		300	6888,48	1636	11655	1,69

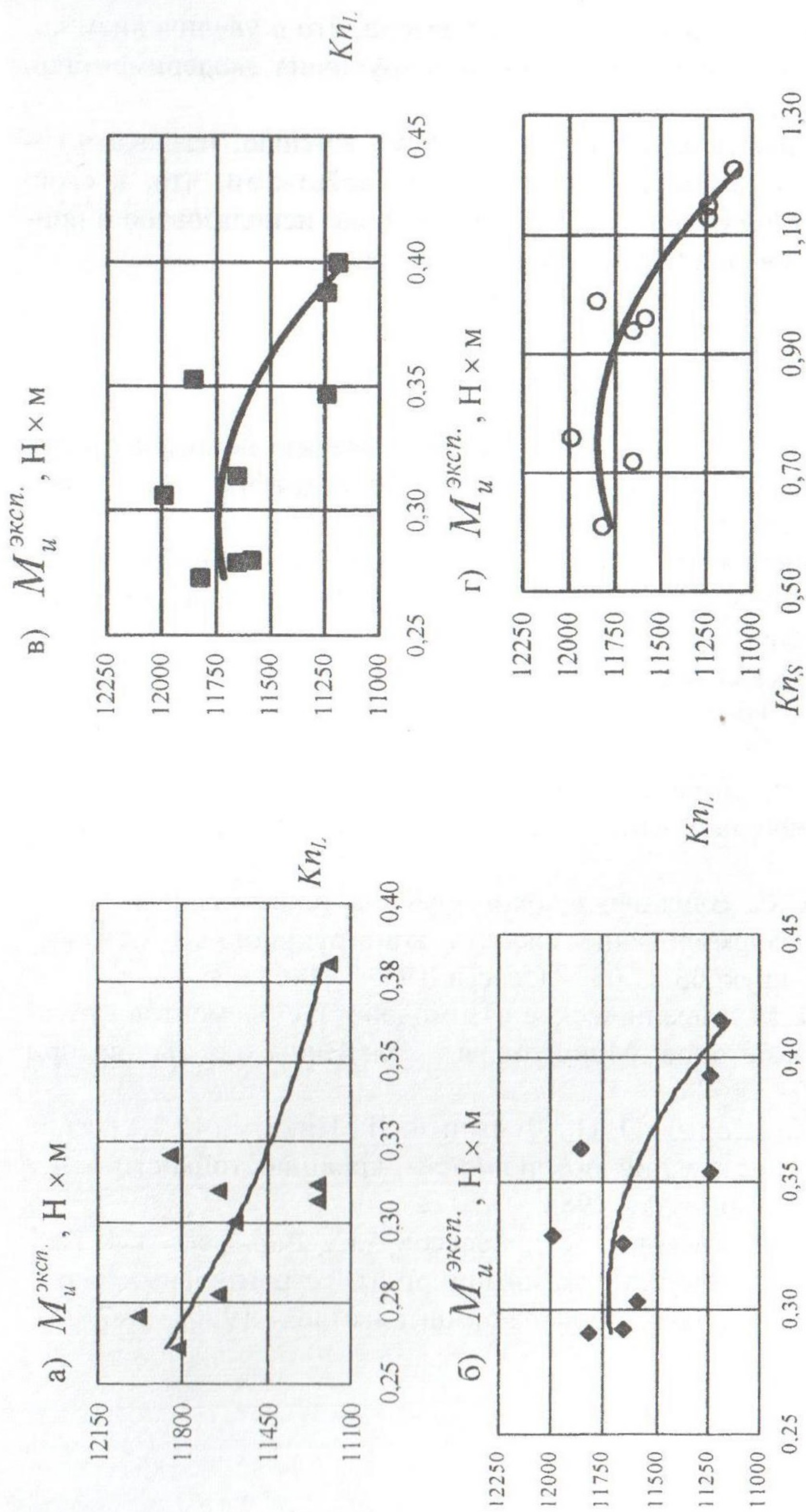


Рис. 4. Влияние на моменты разрушения технологической поврежденности, выраженной через коэффициент  $Kn_I$ , определенный в поперечных (а) и наклонных сечениях балок 31,1 см (б) и 36,5 см (в); а также через коэффициент  $Kn_S$ , определенный по выделенным площадям (г) экспериментальных балок.

## *Выводы*

Из вышеизложенного можно сделать вывод, что с увеличением коэффициентов поврежденности моменты разрушения экспериментальных балок уменьшаются.

Сделанные выводы позволяют, по нашему мнению, назначать составы с заранее заданными прочностными свойствами, что, в свою очередь, поможет более полно и целенаправленно использоваться в применении материалов для изгибаемых элементов.

## *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. Выровой В.Н., Дорофеев В.С. Технологическая механика композиционных материалов. – Киев: Общество “Знание” Украины, 1991г. – 19 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. Залесов А. С., Кодыш Э. Н., Лемыш Л. Л., Никитин И. К. Расчет железобетонных конструкций по прочности, трещиностойкости и деформациям. – М.: Стройиздат, 1988. – 320 с.
8. 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.