

зміна цих параметрів в майбутньому. Прогноз технічного стану конструкцій в певний період експлуатації визначається за вищенаведеною методикою з підставленням в розрахункові формули прогнозованих характеристик множини А (області якості конструкцій).

Запропонований підхід до прогнозування технічного стану будівельних конструкцій дає можливість більш точно описати їх подальшу роботу та надійно експлуатувати будівлі й споруди.

1. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Державний комітет будівництва і архітектури. – К., 1997.

2. СНиП II-22-81. Каменные и армокаменные конструкции / Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1983. – 40 с.

Отримано 16.05.2002

УДК 624.016.073.001.4

Э.Д.ЧИХЛАДЗЕ, д-р техн. наук, А.В.ЛОБЯК

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г.Харьков

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИБКИХ СТАЛЬНЫХ И СТАЛЕБЕТОННЫХ ПЛАСТИН, ОПЕРТЫХ НА СТАЛЕБЕТОННЫЙ ОПОРНЫЙ КОНТУР

Описываются выполненные экспериментальные исследования опертых на сталебетонный контур гибких стальных и сталебетонных пластин и приводится анализ полученных результатов. Оценено влияние работы бетонного слоя на характер напряженно-деформированного состояния образцов с различной податливостью контура. Приведены данные о несущей способности, характере деформирования и трещинообразования.

Нами выполнены экспериментальные исследования опертых на сталебетонный контур гибких стальных и сталебетонных пластин. Ранее проводились испытания жестких сталебетонных плит [1]. Представленные здесь исследования являются развитием вышеупомянутых работ. Эксперименты проводили в два этапа. На первом этапе испытывали образцы (серия М), составленные из тонкой стальной пластины и замкнутого сталебетонного опорного контура прямоугольного поперечного сечения (рис.1).

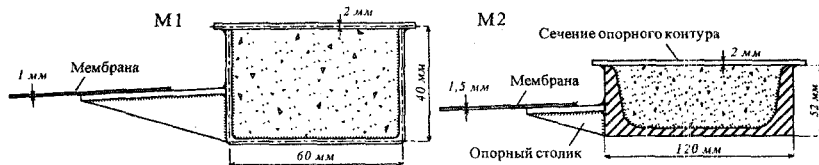


Рис. 1 – Схема поперечного сечения образцов серии М

На втором этапе экспериментальных исследований изучалась совместная работа гибкой сталебетонной пластины и сталебетонного опорного контура (рис.2). Объединение бетонного слоя со стальным листом в сталебетонной пластине осуществлялось анкерными связями, выполненными в виде зигзагообразной сетки из гладкой проволочной арматуры диаметром 2 мм. Сетка с шагом 100 мм и высотой 15 мм крепилась к стальному листу при помощи клея, в состав которого входят эпоксидные и аминовые смолы с добавлением стального порошка (ABRO® STEEL, part no. AS-224). Основные прочностные характеристики указанных образцов приведены в таблице.

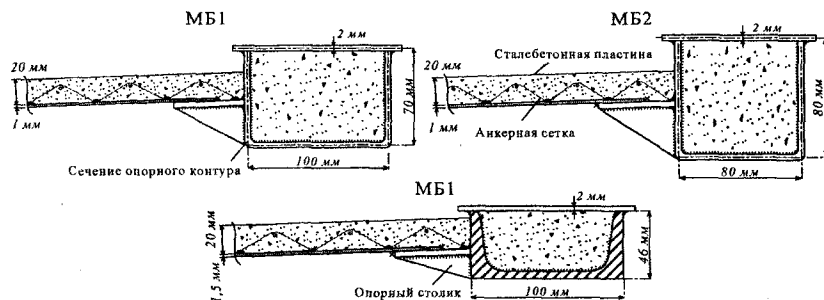


Рис. 2 – Схема поперечного сечения образцов серии МБ

Прочностные характеристики опытных образцов

Образец	Характеристики стали		Характеристики бетона			Податливости опорного контура	
	$\sigma_t$	$E_s$	$R_b$	$R_r$	$E_b$	$\bar{n}$	$\bar{k}$
M1	310	2,3×105	32,1	2,4	2,65×104	0,57×10-3	3,25
M2	235	2,2×105	30,6	2,2	2,65×104	55,4×10-3	11,66
МБ1	310	2,3×105	28,8	2,1	2,65×104	15,6×10-3	4,8
МБ2	310	2,3×105	34,5	2,7	3,05×104	24,5×10-3	5,6
МБ3	235	2,2×105	33,3	2,6	2,65×104	36,8×10-3	7,1

Выбор размеров поперечных сечений опорного контура, стального листа и сталебетонной пластины выполнялся на основе рекомендаций [2]. При этом вначале определялись размеры контура соответствующие принятому в этих работах критерию оптимизации: одновременное достижение пластических деформаций в плите и контуре. Наиболее близкая к оптимальной была принята податливость контура образца МБ2. Размеры поперечных сечений в остальных образцах соответствовали определению «жесткий контур» или «гибкий контур», а границей деления являлось оптимальное решение, полученное

в результате расчета. Относительные параметры  $\bar{n}$  и  $\bar{k}$  (см. таблицу), определяющие жесткость контура, определялись следующими зависимостями [2].

$$\bar{n} = (EI)_k / E\delta a^3; \quad \bar{k} = (EA)_k / E\delta a,$$

где  $(EI)_k$  и  $(EA)_k$  – соответственно приведенная изгибная и продольная жесткости контура;  $(E\delta a^3)$  и  $(E\delta a)$  – соответственно приведенные (в случае сталебетонной пластины) жесткости пролетной части.

В настоящих экспериментальных исследованиях опытные образцы собирались на подмостях, с последующим подъемом на испытываемую установку, что соответствовало первоначально плоской поверхности пластины. Поверхность пластины после ее установки соответствовала зависимости:  $z = f_0 \left(1 - x^4/a^4\right) \left(1 - y^4/a^4\right)$ , где  $f_0$  – начальная стрела в центре покрытия;  $x, y$  – текущие координаты;  $a$  – половина стороны квадратной пластины.

Испытательная установка представляет собой самоуравновешенную систему, состоящую из пространственной рамы, на стойках которой жестко крепился опорный контур, и нагружаемой рамы, к которой прикреплялся домкрат, передающий нагрузку на пластину через штамп с размерами  $100 \times 100$  мм (рис.3). Под штамп подкладывалась прокладка из плотной, маслостойкой резины толщиной 10 мм.

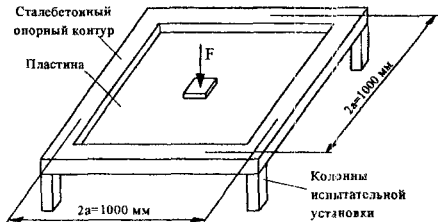


Рис.3 – Схема испытательной установки

В ходе испытаний фиксировались перемещения пластины и опорного контура в вертикальной и горизонтальной плоскостях, определяемых при помощи индикаторов часового типа и прогибомеров. Деформации измерялись с помощью тензодатчиков с базой 20 мм, установленных на стали и с базой 50 мм – на бетоне.

Совместный анализ характера деформирования стальных (серия М) и сталебетонных (серия МБ) пластин позволяет оценить влияние бетона на деформативность пластины при различной податливости контура. Зависимости изменения прогибов в центре пластин при одинаковой нагрузке от относительных жесткостей контура приведены на рис.4.

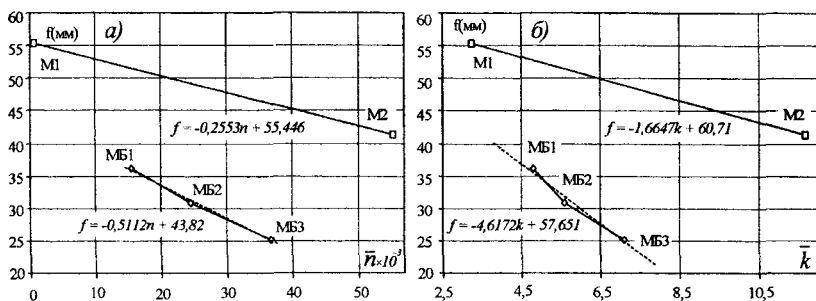


Рис. 4 – Графики зависимостей изменения прогибов мембраны от относительной изгибной (а) и продольной (б) жесткости опорного контура

На этих же рисунках приведены уравнения, описываемые полученные по данным эксперимента функции. Такие же уравнения строились для каждого шага нагрузки. Результаты сравнительного анализа показывают, что прогибы сталебетонных пластин по сравнению со стальными (мембраны) меньше на величину близкую к 40%. Аналогично оценивалось влияние бетона на распределение деформаций в листе. Оказалось, что деформации сталебетонной пластины в центральной области по сравнению с мембраной уменьшились на 19, а в угловых зонах – до 70 %. Появление пластических деформаций в листе наблюдалось при нагрузках: М1 – 40,6 кН; М2 – 21,4 кН; МБ1 – 31,4 кН; МБ2 – 33,5 кН. Образец МБ3 до разрушения не доводился. После нагружения до 33,0 кН он был снят с испытаний и вскрыт для изучения картины трещинообразования.

В образце с более податливым опорным контуром (М1) по сравнению с образцом М2, наблюдалось образование по диагонали мембраны волн, берущее свое начало в углах покрытия, что являлось следствием возникновения сжимающих деформаций в направлениях перпендикулярном диагоналям. При этом максимальные сжимающие деформации в углах мембраны образца М1 составили 32% от максимальных растягивающих. В образце М2, с более жестким контуром, это же отношение составляло 16%. Кроме того, при испытании экспериментальных образцов установлено, что с увеличением податливости опорного контура область с максимальными деформациями в стальном листе и бетоне смещается к угловым зонам.

Как показывают результаты измерений деформаций бетона (рис.5), разрушение последнего в направлении перпендикулярном диагонали в центральной области пластин МБ1 и МБ2 происходит при нагрузках 7-25 кН, а в направлении диагонали в угловых зонах – при

нагрузке 27-32 кН. Характерной особенностью полученной после вскрытия образца МБ3 картины, являлось наличие диагональных и кольцевых трещин, привязанных к местам прикрепления анкерной сетки к листу.

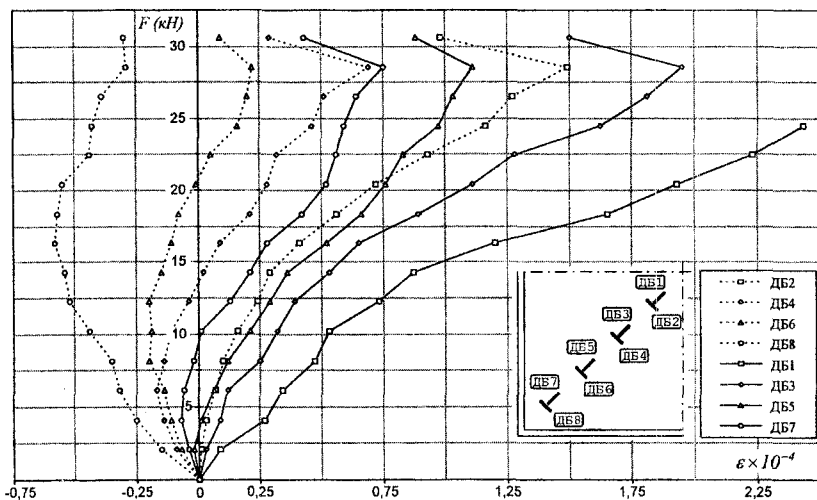


Рис. 5 – График зависимостей изменения продольных (ДБ1, ДБ3, ДБ5, ДБ7) и поперечных (ДБ2, ДБ4, ДБ6, ДБ8) деформаций бетона от нагрузки образца МБ1

Полученные значения деформаций и перемещений сталебетонного опорного контура свидетельствуют о работе его элементов на внецентренное сжатие в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В образце М1 вслед за появлением пластических деформаций в мембране происходило выпучивание сжатой зоны опорного контура в сечениях, расположенных посередине пролета. Значительное перераспределение усилий между мембраной и контуром в образце М1 явилось причиной того, что этот образец выдержал самую большую нагрузку. В остальных образцах растягивающие и сжимающие деформации в сечениях опорного контура в момент появления пластических деформаций в мембране составляли величину, меньшую 20% от последних.

1. Чихладзе Э.Д., Арсланханов А.Д. Экспериментальные исследования сталебетонных плит // Изв. вузов. Строительство и архитектура. – 1991. – №5. – С. 125–128.

2. Рекомендации по проектированию мембранных покрытий на прямоугольном плане для реконструируемых зданий и сооружений. – М.: ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко, 1989. – 90 с.

Получено 17.05.2002