

ВЛИЯНИЕ ЛОКАЛЬНЫХ ОГРАНИЧЕННЫХ ВМЯТИН НА ТРЕЩИНООБРАЗОВАНИЕ ПОЛОГИХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБОЛОЧЕК

Коломийчук Г.П. Ярцев А.В. (Одесса)

Для пологих несовершенных железобетонных оболочек малой и средней подъемистости определены границы упругого деформирования при двух граничных условиях с учетом локальных вмятин. Показано поведение оболочек в упругопластической стадии работы бетона и найдены нагрузки образования первой трещины.

Поведение гладких однородных оболочек положительной гауссовой кривизны под действием равномерно распределенной нагрузки зависит от параметра кривизны ($k = k_x + k_y$). Различают пологие оболочки по подъемистости так: $k \leq 60$ (малая); $60 < k \leq 200$ (средняя); $200 < k \leq 1000$ (большая); $k > 1000$ (очень большая) [1].

Рассмотрим прямоугольную в плане пологую оболочку с начальными несовершенствами формы в виде одной или нескольких локальных ограниченных вмятин (симметричный случай) [2]. Разрешающая система нелинейных алгебраических уравнений при разных контурных условиях получена в работе [3].

Для численного эксперимента выбираем отдельностоящую (шарнирное закрепление) и среднюю оболочку многоволнового покрытия (шарнирно-неподвижное закрепление). Параметр кривизны зададим в диапазоне $20 \leq k \leq 200$. Методика расчета пологих несовершенных железобетонных оболочек в геометрически и физически нелинейной постановке с учетом трещин дана в работах [4,5].

Деформирование симметричных моделей под действием равномерно распределенной нагрузки с учетом пластических деформаций в бетоне и образования первых трещин показано на рис.1. Здесь использованы следующие условные обозначения: \equiv - пластика в нижней зоне поперечного сечения оболочки; $|||$ - пластика в верхней зоне; $\#$ - пластика по всему сечению; \top - трещина.

Результаты расчетов, с определением нагрузок начала пластического деформирования (q_{pl}) в геометрически линейной (гл) и нелинейной (гн) постановках для двух вариантов контурных условий, приведены в таблицах 1, 2.

Таблица 1

\bar{E}_y	\bar{k}_y	$\frac{a}{b}$	Геометрически линейная теория		Геометрически нелинейная теория					
			$\bar{q}_{пл}^L$	точка кон.-разн. сетки	совершенная		вмятина(6,6)		вмятина(4,4)	
					$\bar{q}_{пл}^H$	точка кон.-разн. сетки	$\bar{q}_{пл}^{6,6}$	точка кон.-разн. сетки	$\bar{q}_{пл}^{4,4}$	точка кон.-разн. сетки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	10	1	34,955	7,7	23,783	2,2*	8,468	6,6	23,963	4,4
20	20	1	85,586	4,4	54,054	2,2*	27,477	6,6	36,036	4,4
30	30	1	135,135	4,4	90,090	2,2*	58,559	6,6	49,550	4,4
40	40	1	189,189	3,3	121,623	2,2*	90,090	6,6	67,568	4,4
50	50	1	225,225	3,3	148,649	2,2*	125,225	6,6	94,595	4,4
60	60	1	282,793	7,3	175,676	2,2*	162,162	6,6	126,126	4,4
70	70	1	337,834	7,3	207,207	2,2*	198,198	6,6	163,081	2,2*
80	80	1	382,883	7,3	234,235	2,2*	234,234	2,2*	189,189	2,2*
90	90	1	432,432	4,4*	256,757	2,2*	261,261	2,2*	216,216	2,2*
100	100	1	472,973	3,3*	283,784	2,2*	283,784	2,2*	238,739	2,2*

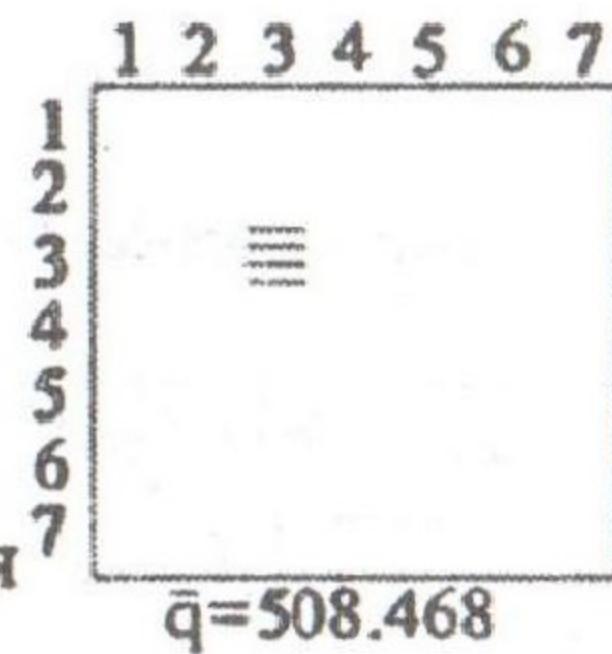
Примечание: * - пластика в верхней зоне; $v = 0,2$; закрепление (1)

Таблица 2

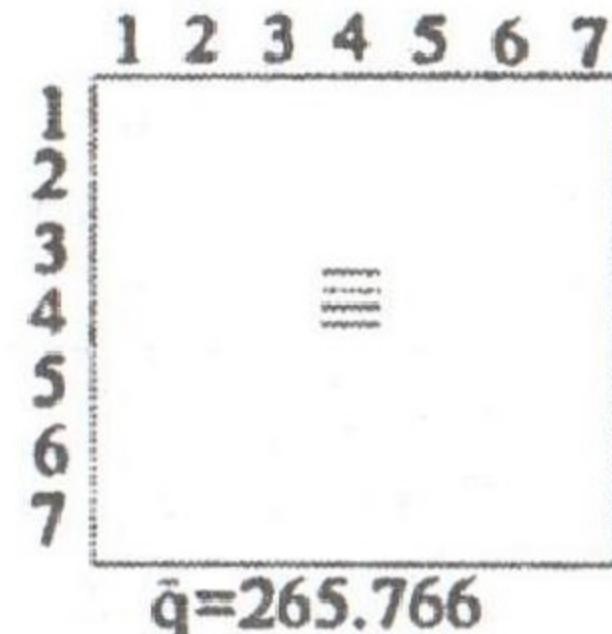
\bar{E}_y	\bar{k}_y	$\frac{a}{b}$	Геометрически линейная теория		Геометрически нелинейная теория					
			$\bar{q}_{пл}^L$	точка кон.-разн. сетки	совершенная		вмятина(6,6)		вмятина(4,4)	
					$\bar{q}_{пл}^H$	точка кон.-разн. сетки	$\bar{q}_{пл}^{6,6}$	точка кон.-разн. сетки	$\bar{q}_{пл}^{4,4}$	точка кон.-разн. сетки
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
10	10	1	34,595	7,7	28,829	7,7	10,631	6,6	19,099	4,4
20	20	1	85,505	4,4	79,640	4,4	29,369	6,6	30,991	4,4
30	30	1	133,694	4,4	127,928	4,4	55,678	6,6	45,045	4,4
40	40	1	180,000	3,3	173,333	3,3	86,306	6,6	62,162	4,4
50	50	1	229,369	3,3	222,523	3,3	118,739	6,6	84,685	4,4
60	60	1	281,982	3,3	275,495	3,3	153,153	6,6	111,712	4,4
70	70	1	337,117	3,3	330,631	3,3	189,189	6,6	144,144	4,4
80	80	1	394,234	3,3	388,288	3,3	229,910	6,6	181,081	4,4
90	90	1	454,054	3,3	447,748	3,3	267,387	6,6	221,622	4,4
100	100	1	512,613	4,4*	508,468	3,3	311,171	6,6	265,766	4,4

Примечание: * - пластика в верхней зоне; $v = 0,2$; закрепление (1)

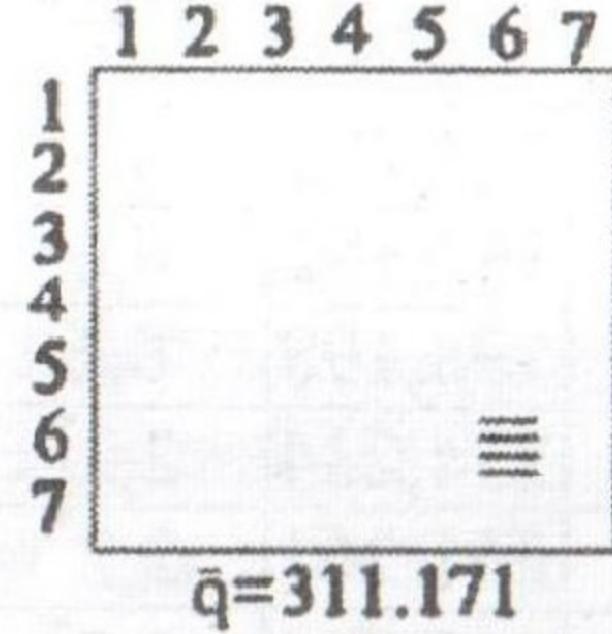
a) средняя оболочка:
 $\bar{k}=200$;
 $v=0.2$;
 $a/b=1$;
 совершенная



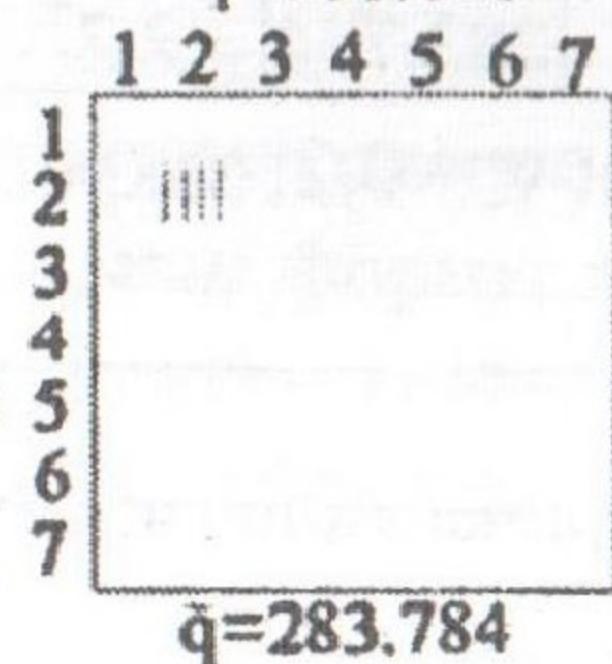
б) средняя оболочка:
 $\bar{k}=200$;
 $v=0.2$;
 $a/b=1$;
 вмятина(4,4)



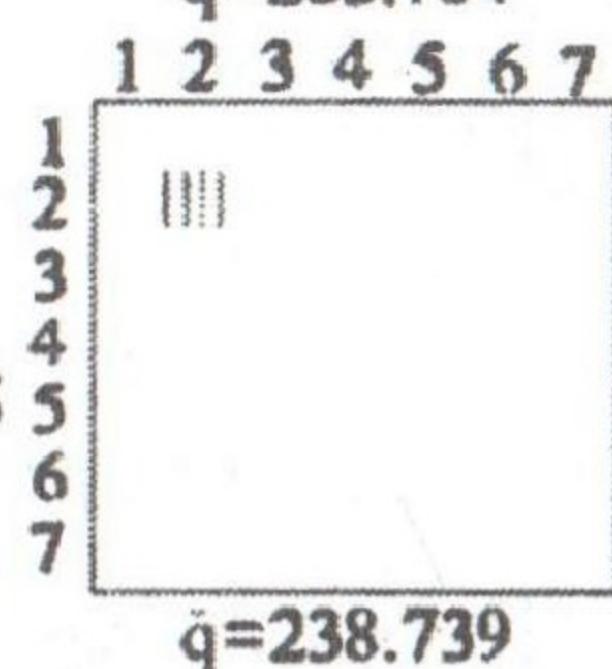
в) средняя оболочка:
 $\bar{k}=200$;
 $v=0.2$;
 $a/b=1$;
 вмятина(6,6)



г) отдельно стоящая оболочка:
 $\bar{k}=200$; $v=0.2$;
 $a/b=1$;
 совершенная



д) отдельно стоящая оболочка:
 $\bar{k}=200$; $v=0.2$;
 $a/b=1$;
 вмятина(4,4)



е) отдельно стоящая оболочка:
 $\bar{k}=200$; $v=0.2$;
 $a/b=1$;
 вмятина(6,6)

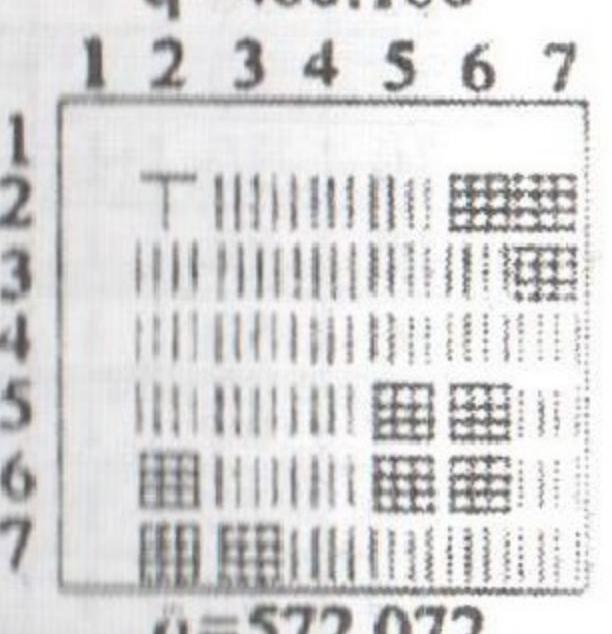
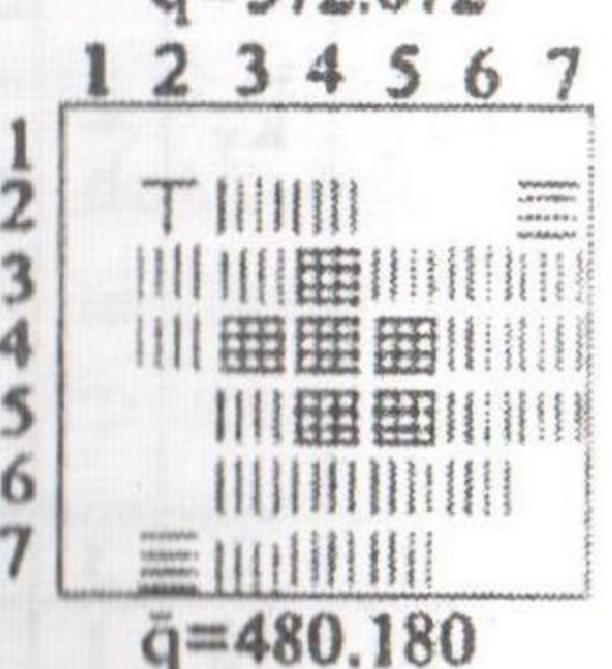
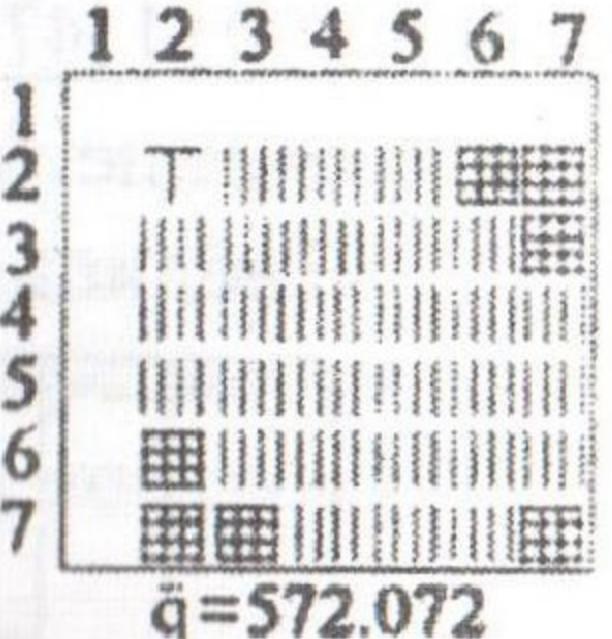
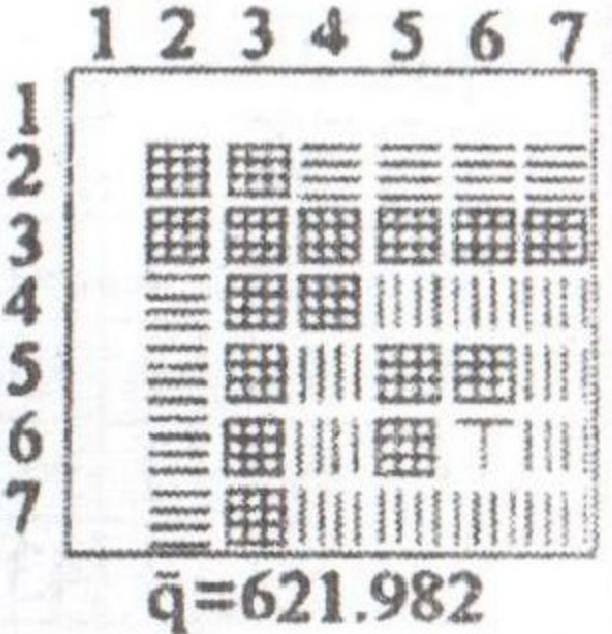
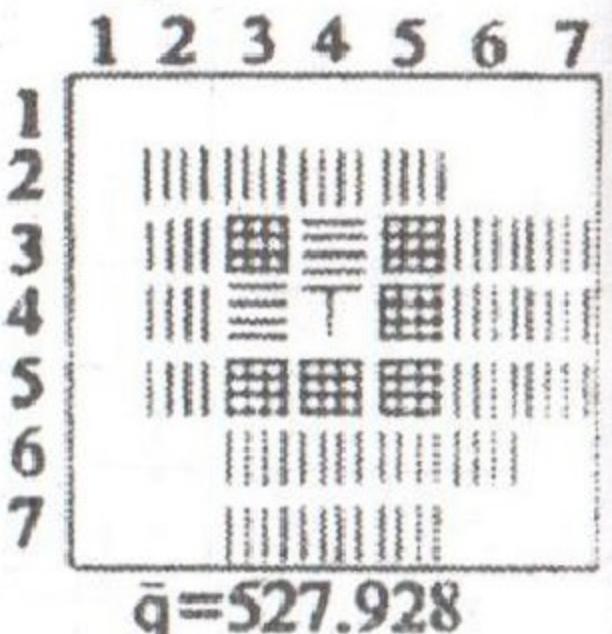
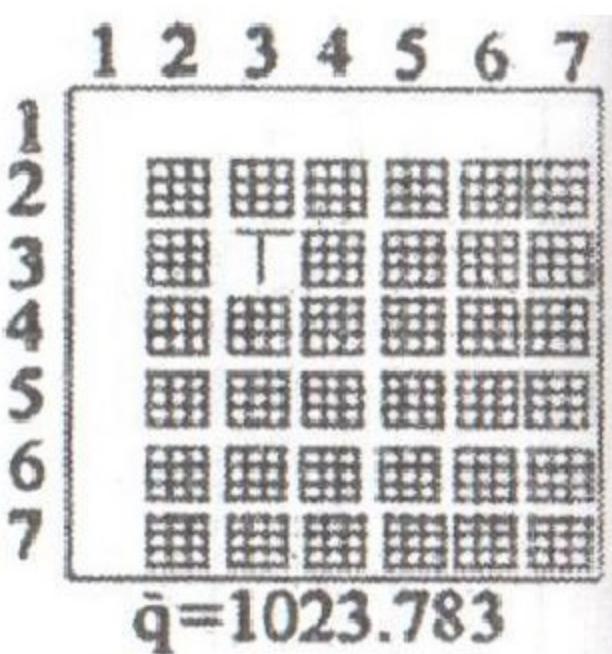
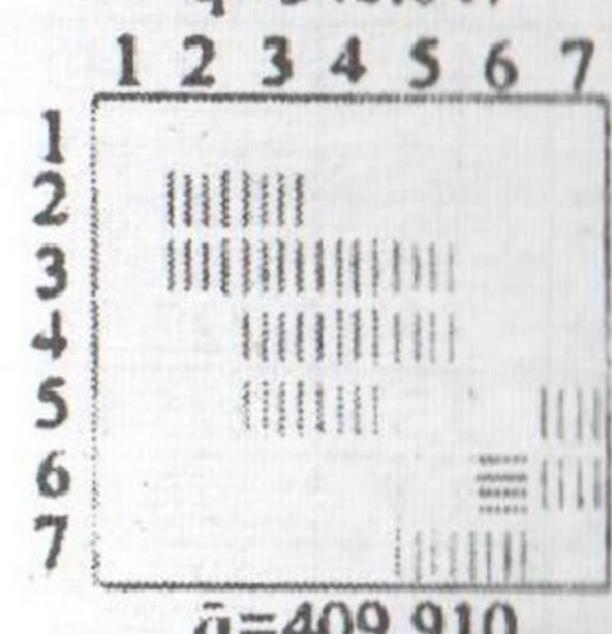
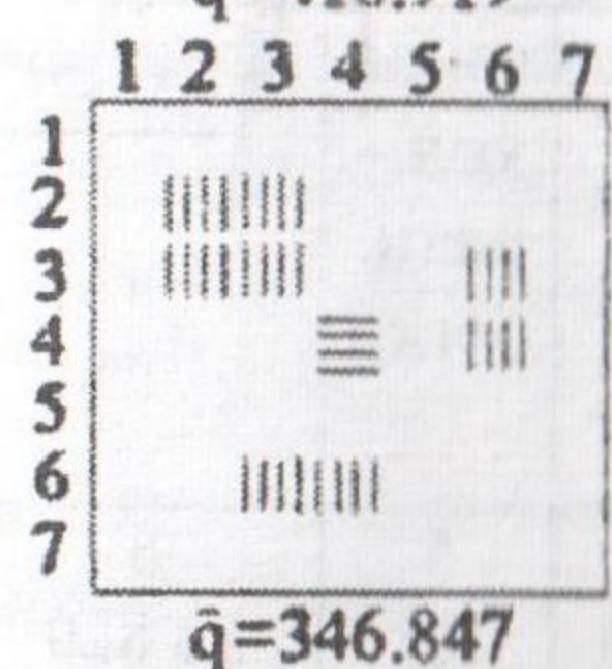
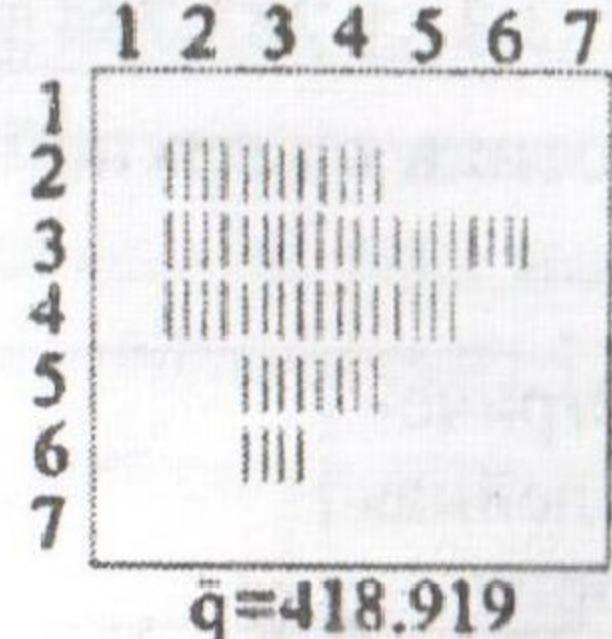
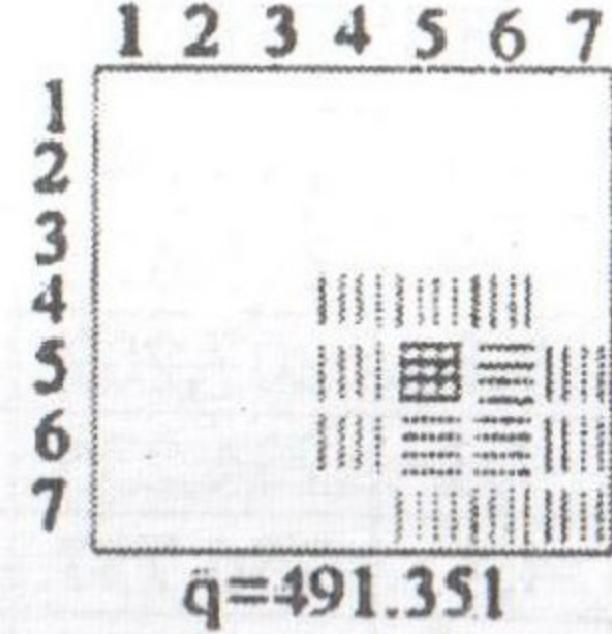
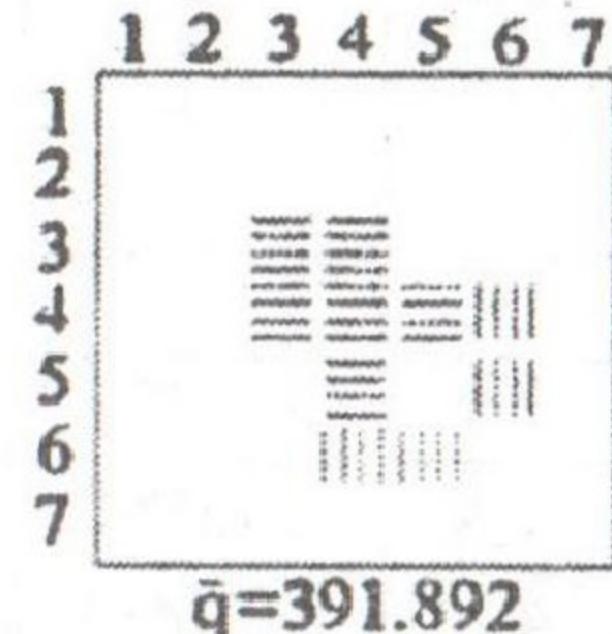
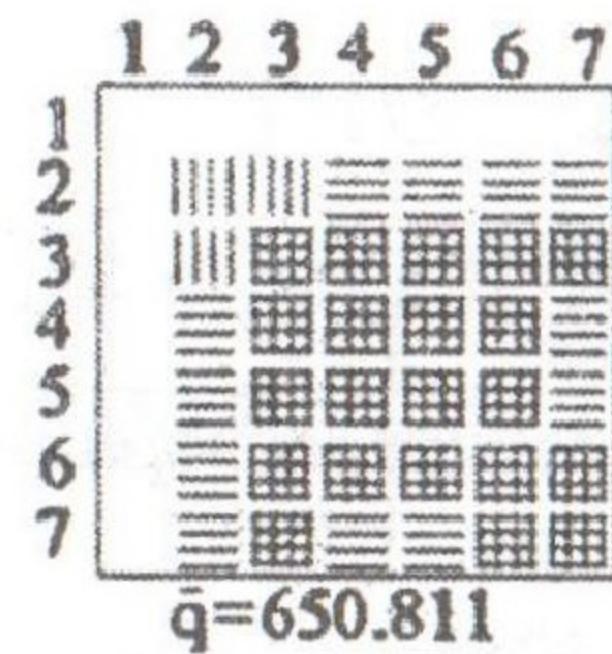
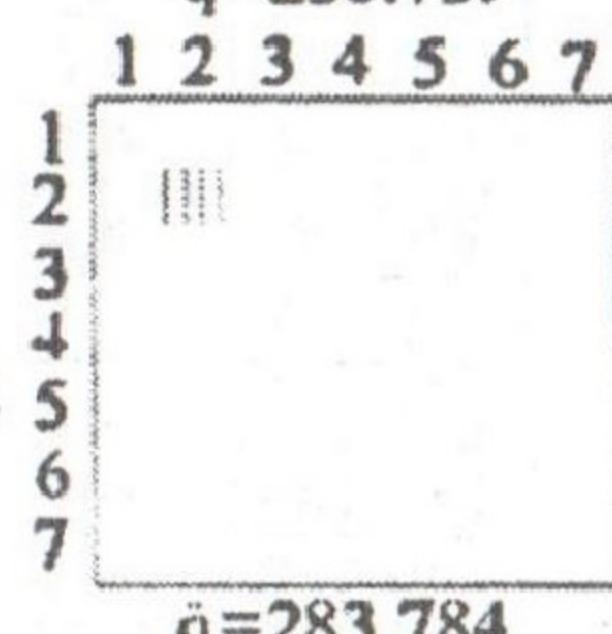


Рис.1

Выводы: 1. Наличие локальных вмятин качественно и количественно меняет картину деформирования пологой оболочки под действием равномерно распределенной нагрузки.

2. Геометрически линейная постановка для отдельностоящих оболочек завышает нагрузки начала пластического деформирования и образования трещин.

Литература

1. Рекомендации по расчету подкрепленных оболочек положительной кривизны на устойчивость. – Свердловск: УралПромстройНИИ проект, 1974.
2. Коломийчук Г.П., Ярцев А.В. Устойчивость упругих оболочек двойкой кривизны с ограниченными локальными несовершенствами. Вестник Одесской государственной академии строительства и архитектуры, 2000. Выпуск №2.-с.172-175.
3. Коломийчук Г.П. Устойчивость несовершенных пологих железобетонных оболочек. Резервы прочности бетонных и железобетонных конструкций. – К.:УМК ВО, 1989. –с.111-115.
4. Прокопович И.Е., Айзен Б.М. О несущей способности сферических железобетонных оболочек. Строительная механика и расчет сооружений, 1985.- №5.-с.16-19.
5. Малахова Н.А., Коломийчук Г.П. Построение методики расчета пологих несовершенных железобетонных оболочек в геометрически нелинейной постановке с учетом трещин. (ПРЕДСО-90)/ВНИИГ, 1991.с.150-152