

М.І. Завірохін, аспір.

Державний університет "Львівська політехніка"

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ВЕЛИЧИНИ ДЕФОРМАЦІЙ ТРИШАРОВИХ БАЛОК І ПЛАСТИН З ДИСКРЕТНИМ КОМІРЧАСТИМ ЗАПОВНЮВАЧЕМ

(Представлено д.т.н., проф. І.Г. Грабаром)

Наводяться результати експериментального визначення величини деформації тришарової балки і тришарових пластин при різних типах крайових умов. Заповнювач виготовлений з алюмінію, а зовнішні шари – зі сталюого оцинкованого листа. Показано схеми випробування. Описано методуку проведення експериментів. Надано результати експерименту в графічній та аналітичній формах, їх аналіз і висновки. Визначені числові значення максимального прогину для всіх типів закріплення зразків.

При проектуванні конструкцій з використанням дискретного комірчастого заповнювача [1] виникає необхідність дослідження характеру поведінки і жорсткісних параметрів тришарових механічних систем в умовах як статичних, так і динамічних навантажень. При визначенні жорсткісних характеристик заповнювачів прийняті певні припущення, згідно з [2, 3], що впливають на точність аналітичного розрахунку деформацій. Для перевірки теоретичних розрахунків величини прогину тришарових балок і пластин з дискретним комірчастим заповнювачем необхідно провести їх експериментальну перевірку.

Об'єктом випробувань є тришарові балки і пластини з дискретним комірчастим заповнювачем, що виготовлений з алюмінієвого сплаву АМц товщиною 0,5 мм. Зовнішні шари зразків виготовленні зі сталюого оцинкованого листа товщиною 0,7 мм.

Склеювання проводилось за ТУ 6-41-1499-89 типовим клеєм марки 88.

На кожную вершину заповнювача, що прилягає до зовнішнього шару, і на визначені місця несучих шарів наносився клей товщиною до 0,2 мм. Після витримки на протязі 20 хв. з'єднували елементи конструкції. Тиск величиною P = 50 кПа по площі зразка при склеюванні створювався статичним навантаженням.

Режим затвердіння: температура T = 20 °C, час витримки – 24 години.

Види випробувань, розміри і кількість зразків наведені в таблиці 1, схеми випробувань показано на рис. 1.

Таблиця 1

Види випробувань, розміри та кількість зразків для дослідів по визначенню деформацій тришарових балок і пластин

№ з/п	Вид зразка	Тип закріплення	Розміри зразків	Кількість зразків	Схема за рис. 1
1	Балка	Оперта по краях	30×150	3	а
2	Пластина	Оперта по чотирьох точках	150×150	4	б
3	Пластина	Оперта по двох протилежних краях	150×150	3	в
4	Пластина	Оперта по контуру	150×150	3	г

Геометричні параметри зразків вибрані з урахуванням таких умов:

- навантажена частина балки повинна складатися не менш чим з трьох комірок заповнювача і мати по одній комірці з кожного краю для закріплення;
- навантажена частина пластини повинна складатися не менш чим з однієї комірки, що не має сусідів з вільними краями.

Випробування проводились на універсальній розривній машині 1231У-10, що обладнана лічильником величини деформації з ціною поділки 0,2 мм, з використанням існуючої оснастки. Засоби вимірювання – штатні. Зразки встановлювали по центру шарової опори, що була закріплена на випробувальній машині, та навантажували зусиллям, величина якого фіксувалася з кроком деформації стиску 0,2 мм.

Балка, оперта по краям. Схема експерименту наведена на рис. 1, а. Результати випробувань – в таблиці 2, а графіки отриманих залежностей – на рис. 2.

Максимальний пружній прогин по середині балки має величину до 1 мм, що відповідає середньому навантаженню 12,5 Н.

Пластина, оперта по чотирьом точкам. Схема експерименту наведена на рис. 1, б. Результати випробувань – в таблиці 3, а графіки отриманих залежностей – на рис. 3.

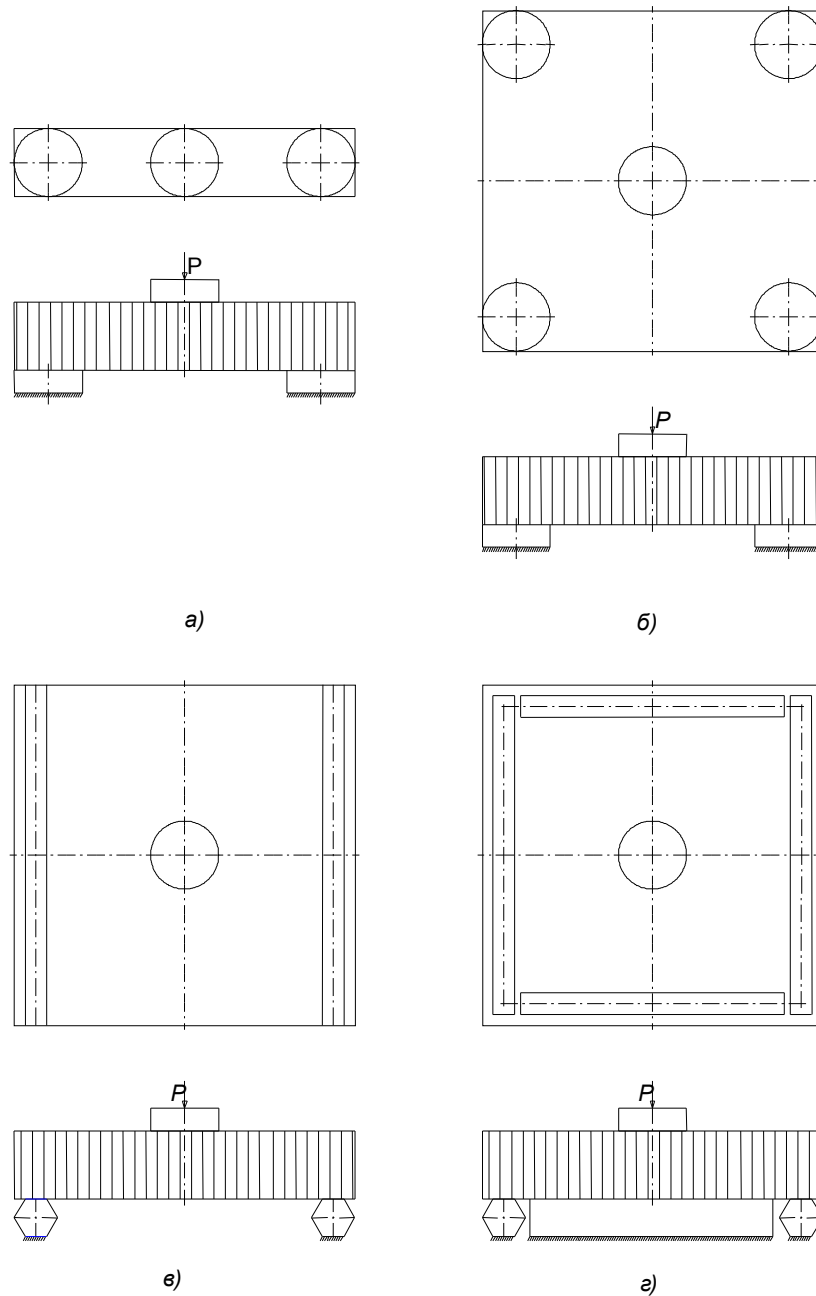


Рис. 1. Схема випробувань з визначення деформацій:
 а – балка, оперта по краях; б – пластина, оперта по чотирьох точках;
 в – пластина, оперта по двох протилежних краях; г – пластина, оперта по контуру

Пластина, оперта по двом протилежним краям. Схема експерименту наведена на рис. 1, в. Результати випробувань – в таблиці 4, а графіки отриманих залежностей – на рис. 4.

Пластина, оперта по контуру. Схема експерименту наведена на рис. 1, г. Результати випробувань – в таблиці 5, а графіки отриманих залежностей – на рис. 5.

Для пластини, опертої по чотирьом точкам, максимальний пружний прогин в точці перетину діагоналей має величину до 2,4 мм, що відповідає середньому навантаженню 580 Н.

Для пластини, опертої по двом протилежним краям, максимальний пружний прогин в точці перетину діагоналей має величину до 3,6 мм, що відповідає середньому навантаженню 290 Н.

Для пластини, опертої по двох протилежних краях, максимальний пружний прогин в точці перетину діагоналей має величину до 3,6 мм, що відповідає середньому навантаженню 290 Н.

Для пластини, опертої по контуру, максимальний пружний прогин в точці перетину діагоналей має величину до 5 мм, що відповідає середньому навантаженню 950 Н.

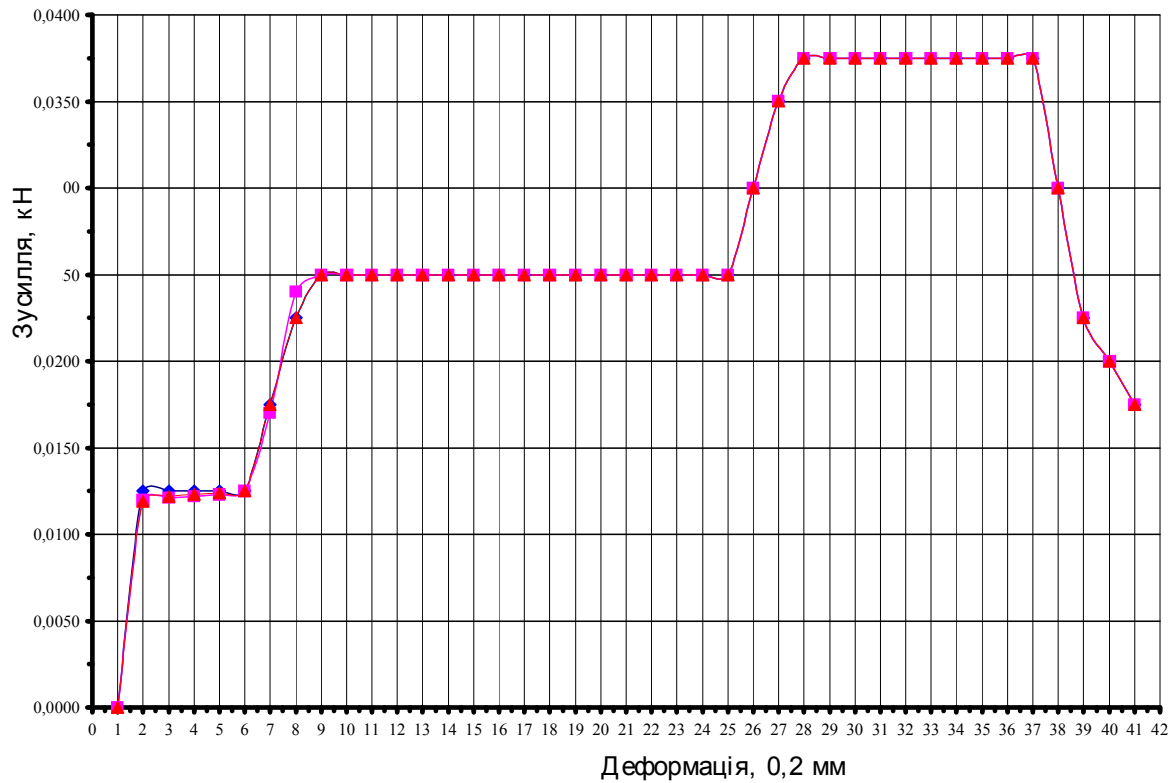


Рис. 2. Графік залежності деформації в середині балки від зусилля, зразки № 1–3

Таблиця 2

Результати випробувань опертої балки

Деформація, мм	0,0000	0,2000	0,4000	0,6000	0,8000	1,0000	1,2000	1,4000	1,6000	1,8000
Робоче зусилля, кН, для зразка	№ 1	0,0000	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	0,0125	0,0175	0,0225	0,0250
	№ 2	0,0000	0,0120	0,0121	0,0122	0,0123	0,0125	0,0170	0,0240	0,0250
	№ 3	0,0000	0,0119	0,0122	0,0123	0,0124	0,0125	0,0175	0,0225	0,0250
Деформація, мм	2,0000	2,2000	2,4000	2,6000	2,8000	3,0000	3,2000	3,4000	3,6000	3,8000
Робоче зусилля, кН, для зразка	№ 1	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250
	№ 2	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250
	№ 3	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250
Деформація, мм	4,0000	4,2000	4,4000	4,6000	4,8000	5,0000	5,2000	5,4000	5,6000	5,8000
Робоче зусилля, кН, для зразка	№ 1	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0300	0,0350	0,0375	0,0375
	№ 2	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0300	0,0350	0,0375	0,0375
	№ 3	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0250	0,0300	0,0350	0,0375	0,0375
Деформація, мм	6,0000	6,2000	6,4000	6,6000	6,8000	7,0000	7,2000	7,4000	7,6000	7,8000
Робоче зусилля, кН, для зразка	№ 1	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0300	0,0225
	№ 2	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0300	0,0200
	№ 3	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0375	0,0300	0,0200

Таблиця 3

Результати випробувань пластини, опертої по чотирьох точках

Деформація, мм	0,00	0,20	0,40	0,60	0,80	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80
Робоче зусилля, кН, для зразка	№ 1	0,00	0,05	0,08	0,15	0,21	0,22	0,28	0,36	0,46

	№ 2	0,00	0,05	0,10	0,20	0,20	0,30	0,35	0,35	0,40	0,50
	№ 3	0,00	0,08	0,10	0,12	0,15	0,25	0,30	0,32	0,35	0,45
	№ 4	0,00	0,05	0,07	0,13	0,15	0,27	0,27	0,29	0,34	0,47
Деформація, мм		2,00	2,20	2,40	2,60	2,80	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80
Робоче зусилля, кН, для зразка	№ 1	0,52	0,55	0,55	0,55	0,55	0,54	0,51	—	—	—
	№ 2	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	0,50	0,50	—	—	—
	№ 3	0,55	0,58	0,58	0,58	0,58	0,52	0,50	0,50	0,50	0,50
	№ 4	0,56	0,59	0,59	0,59	0,59	0,53	0,50	0,50	0,50	0,50
Деформація, мм		4,00	4,20	4,40	4,60	4,80	5,00	5,20	5,40	5,60	5,80
Робоче зусилля, кН, для зразка	№ 1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	№ 2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	№ 3	0,50	0,50	—	—	—	—	—	—	—	—
	№ 4	0,50	0,50	0,50	0,42	0,32	0,31	0,30	0,30	0,30	0,30
Деформація, мм		6,00	6,20	6,40	6,60	6,80	7,00	7,20			
Робоче зусилля, кН, для зразка	№ 1	—	—	—	—	—	—	—			
	№ 2	—	—	—	—	—	—	—			
	№ 3	—	—	—	—	—	—	—			
	№ 4	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30			

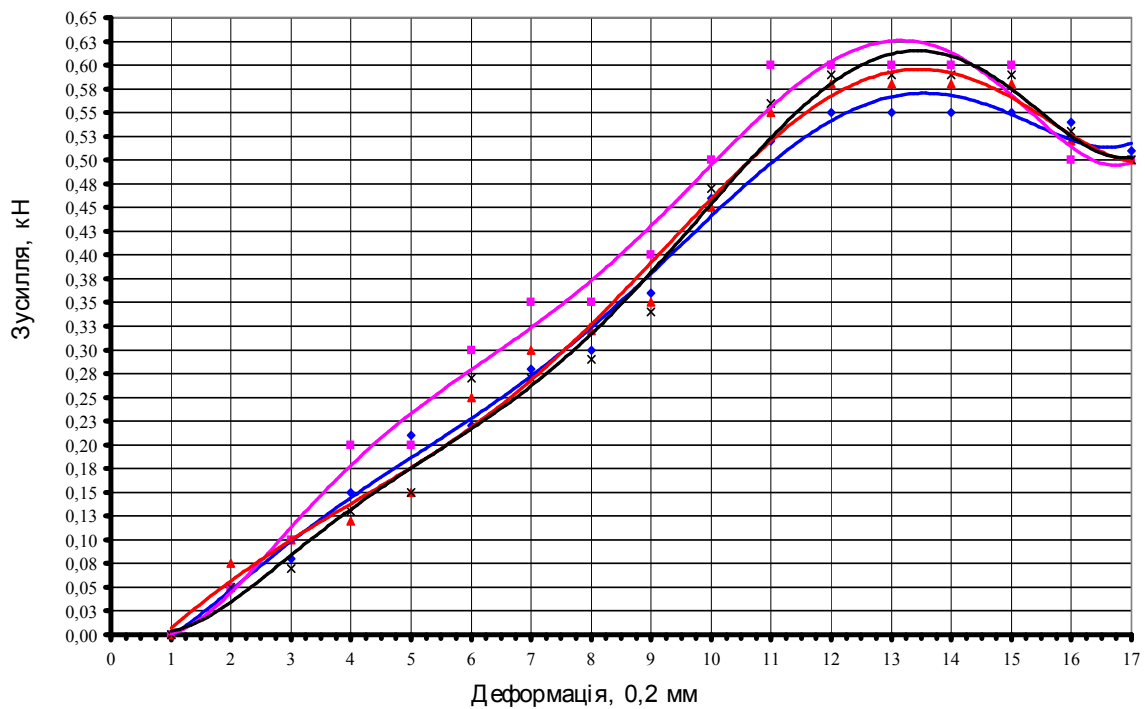


Рис. 3. Графік залежності деформації пластини, опертої по чотирьох вершинах, в точці перетину діагоналей, зразки № 1–4

Балка, оперта по краям: випробування показали, що наявність тільки одного ряду заповнювача практично не впливає на міцність та згин, в порівнянні з міцнішими характеристиками несучих шарів без дискретного комірчастого заповнювача.

Таблиця 4

Результати випробувань пластини, опертої по двох протилежних краях

Деформація, мм	0,0000	0,2000	0,4000	0,6000	0,8000	1,0000	1,2000	1,4000	1,6000	1,8000	
Робоче зусилля, кН, для зразка	№ 1	0,0000	0,0500	0,0625	0,0625	0,0750	0,0875	0,1000	0,1250	0,1500	0,1750
	№ 2	0,0000	0,0400	0,0500	0,0700	0,0800	0,0900	0,1000	0,1200	0,1600	0,1700
	№ 3	0,0000	0,0300	0,0600	0,0700	0,0900	0,0900	0,1100	0,1200	0,1400	0,1600
Деформація, мм	2,0000	2,2000	2,4000	2,6000	2,8000	3,0000	3,2000	3,4000	3,6000	3,8000	

Ροβοοε зу- σшлля, кН, для зразка	№ 1	0,2000	0,2075	0,2100	0,2250	0,2375	0,2500	0,2600	0,2650	0,2750	0,2850
	№ 2	0,1900	0,2000	0,2200	0,2400	0,2400	0,2500	0,2700	0,2800	0,2900	0,2900
	№ 3	0,1900	0,2000	0,2200	0,2300	0,2400	0,2500	0,2600	0,2700	0,3000	0,3000
Деформація, мм		4,0000	4,2000	4,4000	4,6000	4,8000	5,0000	5,2000	5,4000	5,6000	5,8000
Ροβοοε зу- σшлля, кН, для зразка	№ 1	0,2900	0,2875	0,2850	0,2900	0,2925	0,2975	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000
	№ 2	0,2900	0,2900	0,2800	0,2800	0,2800	0,2900	0,2900	0,2900	0,2900	0,2900
	№ 3	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000	0,3000

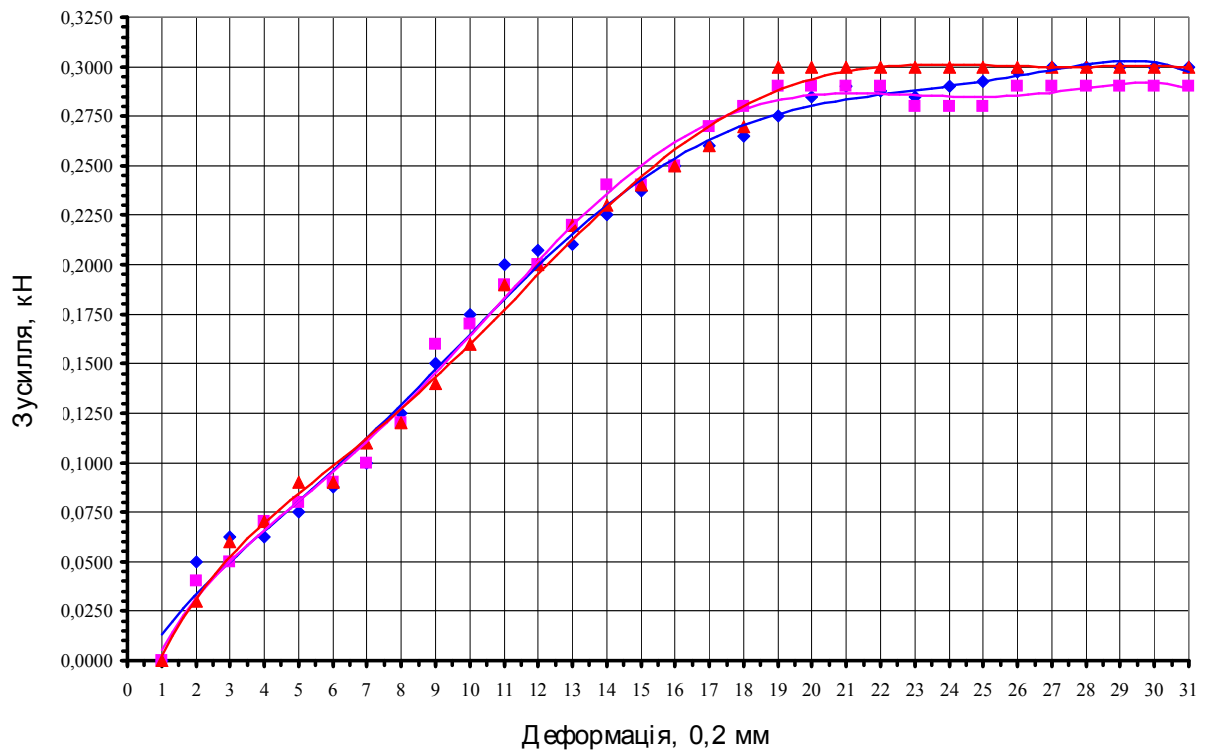


Рис. 4. Графік залежності деформації пластини, опертої по двом протилежних краях, в точці перетину діагоналей, зразки № 1–3

Таблиця 5

Результати випробувань пластини, опертої по контуру

Деформація, мм		0,0000	0,2000	0,4000	0,6000	0,8000	1,0000	1,2000	1,4000	1,6000	1,8000	
Робоче зу- силля, кН, для зразка	№ 1	0,0000	0,0125	0,0250	0,0500	0,0750	0,1000	0,1250	0,1375	0,1500	0,1875	
	№ 2	0,0000	0,0125	0,0250	0,0375	0,0500	0,0750	0,1000	0,1000	0,1250	0,1500	
	№ 3	0,0000	0,0125	0,0375	0,0500	0,0625	0,1000	0,1250	0,1750	0,2000	0,2000	
Деформація, мм		2,0000	2,2000	2,4000	2,6000	2,8000	3,0000	3,2000	3,4000	3,6000	3,8000	
Робоче зу- силля, кН, для зразка	№ 1	0,2250	0,2625	0,3000	0,3500	0,3875	0,4500	0,5000	0,5500	0,6000	0,6500	
	№ 2	0,2000	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000	0,4500	0,5000	0,5500	0,6000	0,6500	
	№ 3	0,2250	0,2500	0,3000	0,3500	0,4000	0,4500	0,5000	0,5500	0,6000	0,6500	
Деформація, мм		4,0000	4,2000	4,4000	4,6000	4,8000	5,0000	5,2000	5,4000	5,6000	5,8000	
Робоче зу- силля, кН, для зразка	№ 1	0,7000	0,7500	0,8000	0,8500	0,9000	0,9500	0,9750	1,0000	1,0250	1,0500	
	№ 2	0,7000	0,7500	Злам по одній з діагоналей								
	№ 3	0,7000	0,7500									

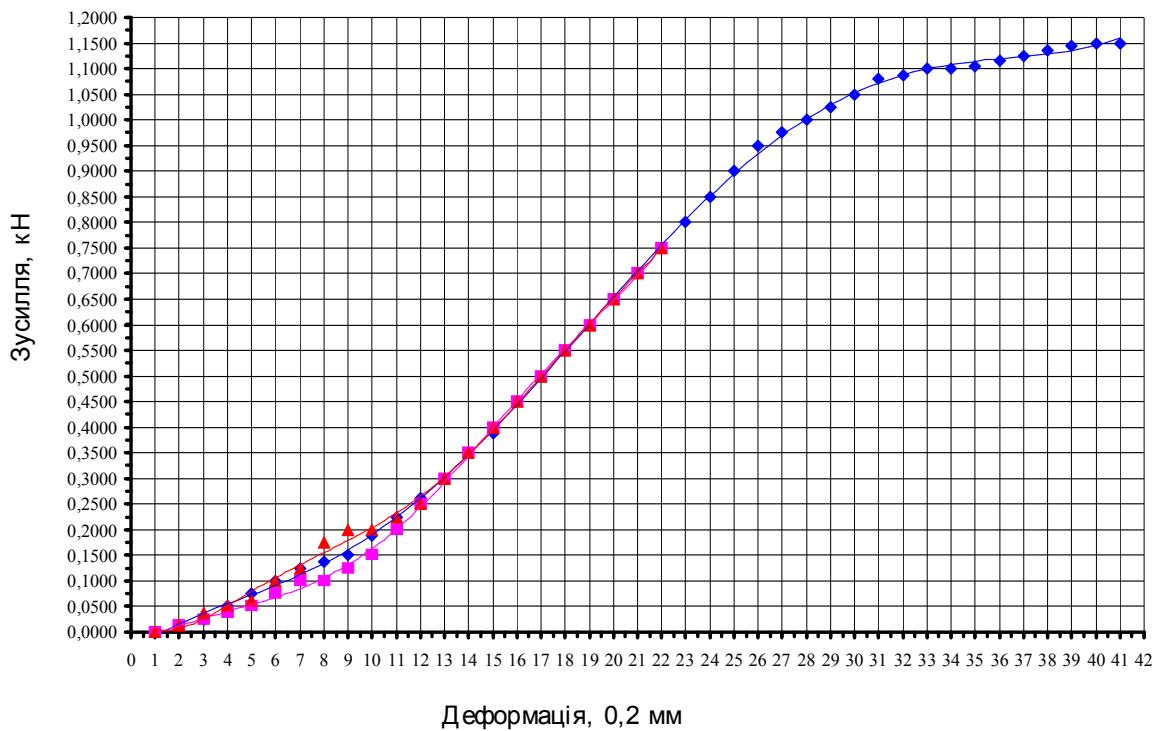


Рис. 5. Графік залежності деформації пластини, опертої по контуру, в точці перетину діагоналей, зразки № 1-3

Пластини. Максимальне навантаження 950 Н в зоні максимальної пружної деформації до 5 мм витримує пластина, оперта по контуру. Мінімальне навантаження 290 Н в зоні максимальної пружної деформації до 3,6 мм витримує пластина, оперта по двох протилежних краях, що можна пояснити формою деформації – циліндричним згином.

Пластина, оперта по чотирьох точках, виявила проміжні характеристики між вище вказаними схемами закріплення.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Патент № 2069625 (РФ). Ячеистый наполнитель для плоских и кривых многослойных панелей / Ю.Б. Семенченко, И.Г. Завирохин, М.И. Завирохин // Бюллетень, 1996. – № 33.
2. Кобелев В.Н. и др. Расчёт трёхслойных конструкций: Справочник. – М.: Машиностроение, 1984. – 304 с.
3. Биргер И.А., Пановко Я.Г. Прочность. Устойчивость. Колебания: Справочник в трёх томах. – М.: Машиностроение, 1968.

ЗАВИРОХІН М.І. – аспірант кафедри “Деталі машин” Державного університету “Львівська політехніка”.

Наукові інтереси:

– вивчення деформацій за різноманітних граничних умов.

Подано 25.09.2000