

УДК 624.014.078

Шингера М. – ст.гр. МБ-22

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

## НАТУРНІ ВИПРОБУВАННЯ КРОНШТЕЙНІВ ДЛЯ ВСТАНОВЛЕННЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА

Науковий керівник: к.т.н, доцент Ковальчук Я.О.

Shynhera M.

Ternopil Ivan Puluj National Technical University

### EXPERIMENTAL FULL-SCALE TESTING OF BRACKETS FOR HEAT PUMP INSTALLATION

Supervisor: Kovalchuk Y. O.

Ключові слова: зварна конструкція, міцність, деформівність

Keywords: welded structure, strength, deformability

Виконано натурні силові випробування двох кронштейнів, призначених для встановлення теплового насоса, з метою виявлення їх міцності при дії експлуатаційних навантажень. Кронштейни виготовлено з профільної квадратної гнutoзварної труби 50x30 мм з товщиною стінки 3 мм за конструктивною схемою, поданою на рис. 1,а. Матеріал труби сталь ВСтЗпс. Зварювання напівавтоматичне з середовищі CO<sub>2</sub>. Висота кронштейнів 800 мм, ширина 1000 мм. Маса теплового насоса 120 кг. Експлуатаційний режим навантажування – статичний. Кріплення кожного кронштейна до бетонної стіни на три хімічних анкери. Кріплення теплового насоса до горизонтальної частини кронштейнів двома болтами М12 до кожного з двох кронштейнів (див. рис. 1,а).

Попередньо в процесі проектування кронштейнів використано розрахунки з використанням SolidWorks, однак замовник ТОВ «СЕ Борднетце Україна» забажав отримати результати натурних силових випробувань.

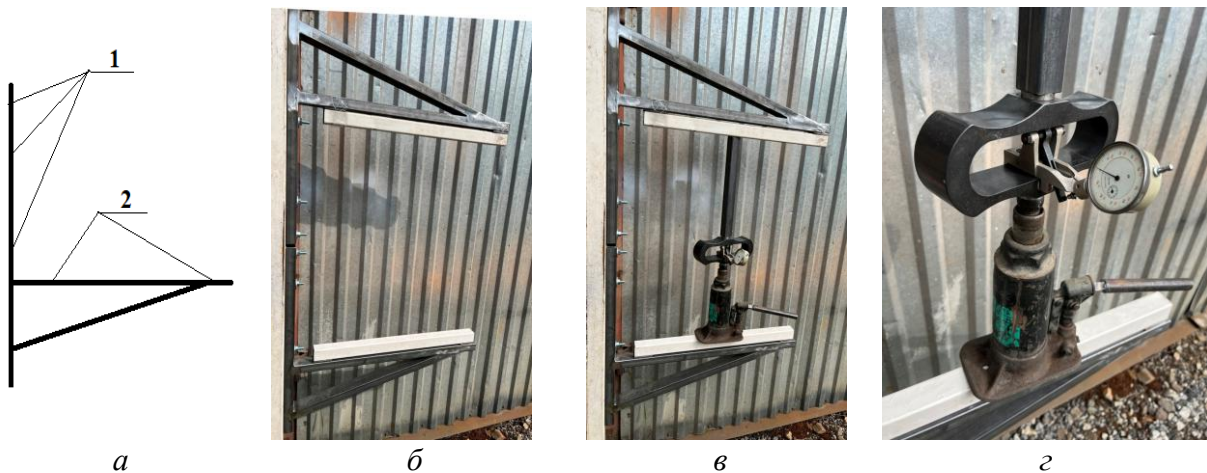


Рисунок 1 – Силові натурні випробування кронштейнів  
а – конструктивна схема, де 1 – точки кріплення до стіни, 2 – точки фіксування теплового насоса; б – спарена конструкція на випробувальному стенді; в – процес

навантажування; г – домкрат і динамометр

Натурні силові випробування виконано за спареною схемою базування і випробування конструкцій [1] (рис. 1,б). Вертикальні стійкі кронштейнів закріплено трьома болтами М10 до жорсткої стійки. На горизонтальну полицю кронштейнів встановлено профільну трубу 40x40 мм з товщиною стінки 3 мм з опорою в точках фіксування теплового насоса через дві підкладки товщиною по 10 мм.

Для випробування гідравлічний домкрат і динамометр ДС-5 встановлено сосно на трубу 40x40 мм посередині між точками фіксування теплового насоса (рис. 1,в) для однакового навантаження на опорні точки кронштейнів. Перед навантажуванням визначено віддаль між вильотами горизонтальних частин обох кронштейнів.

В процесі навантажування виконували вимірювання значень зусиль через кожних 0,35 кН за показами індикатора годинникового типу на динамометрові (рис. 1,г) і відповідні до них значення віддалі між вильотами горизонтальних частин обох кронштейнів. Величину навантажень за побажаннями замовника довели до 3,5 кН, що відповідає експлуатаційній масі теплового насоса 350 кг. Такий діапазон навантажування зумовлений перспективною можливістю встановити на ці кронштейни обладнання з більшою масою. Аналогічні вимірювання провели і при розвантажуванні конструкцій для виявлення гістерезису деформацій. Результати вимірювань подано в табл.1. Отримані в процесі вимірювання деформації розділено на 2, оскільки вони є сумарними для двох кронштейнів.

Таблиця 1

Чисельні результати випробувань кронштейнів

Сила, кН	0	0,35	0,70	1,05	1,40	1,75	2,10	2,45	2,80	3,15	3,50
Деформація при навантажуванні, мм	0	3	4	6	9	10	12	14	16	18	20
Деформація при розвантажуванні, мм	0	2	4	7	8	9	11	14	15	19	20

За отриманими результатами сили і деформації побудували діаграми деформування для навантажування і розвантажування дослідних зразків. Обидві діаграми мають лінійний характер і практично накладаються одна на одну (відсутній гістерезис), що свідчить про пружну деформацію конструкцій.

За результатами випробувань зроблено висновок, що конструктивна міцність кронштейнів забезпечена і вони є придатні для безпечної експлуатації.

#### Література

1. Патент №160694 Україна, МПК G01N 25/16 (2006.01) Ковальчук Я.О., Шингера Н.Я., Шингера М.В. «Пристрій для випробування ферм зосередженими навантаженнями», заявник і патентовласник Тернопіль. нац. техніч. ун-т. – заявл.06.01.2025, опубл. 01.10.2025, Бюл. №40.