

**ЕКСПЕРЕМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДІЙСНОЇ РОБОТИ
СТИСНУТО-ЗІГНУТИХ СТАЛЕВИХ СТЕРЖНІВ В ОБЛАСТІ
ОБМЕЖЕНИХ ПЛАСТИЧНИХ ДЕФОРМАЦІЙ**

ПРИ СКЛАДНОМУ ОПОРІ

О.В. Шибаніна, І.І. Хилько

Одним з важливих резервів зниження затрат металу в будівельних конструкціях і підвищення їх ефективності є удосконалення методів розрахунку металевих конструкцій за граничними станами та розробка практичних методик, які можна було б рекомендувати для застосування при проектуванні металевих конструкцій.

При цьому при розрахунку металевих стержнів в області обмежених пластичних деформацій при складному опорі важливо дотримуватися вимог по їх міцності та жорсткості.

Першу з умов будемо забезпечувати згідно з формулою [1]

$$\frac{N}{A} \pm \frac{Mv}{C_{NI}} \cdot Y \leq R_y \gamma_c,$$

а другу, з того що відносний прогин стержня $\frac{f}{l}$ під навантаженням не повинен

перевищувати нормативного $\frac{f}{l} \leq \left[\frac{f}{l} \right]$.

При розробленні відповідних методик по дослідженню дійсної роботи стиснуто-зігнутих сталевих стержнів в області обмежених пластичних деформацій будемо виходити з наступних припущень:

- ідеалізованої діаграми Прандтля;
- гіпотези плоских перерізів;
- деформаційної теорії пластичності,

та використовувати для розрахунку пружно-деформованого стану стержня за межею пружності з врахуванням деформованої схеми критерій граничного

стану: обмеження інтенсивності пластичної деформації граничною величиною $\varepsilon_{ip,lim}=0,2\%$ [2].

В результаті проведеної роботи було розроблено методику та відповідний алгоритм по розрахунку міцності сталевих стержнів при згині з поздовжньою силою з врахуванням деформованої схеми в області обмежених пластичних деформацій [3], який був реалізований у вигляді програми на ПЕОМ; виконано розмежування областей по розрахунку міцності та жорсткості стиснуто-зігнутих стержнів в області обмежених пластичних деформацій [4]; запропоновано практичну методику розрахунку прогинів стержнів в області обмежених пластичних деформацій при складному опорі [5].

В процесі дослідження було виконано ряд розрахунків сталевих стержнів при різних схемах навантаження і комбінаціях навантажень з врахуванням деформованої схеми в області обмежених пластичних деформацій. Накопичений фактичний матеріал дав можливість одержати ряд аналітичних залежностей [5], які можна було б рекомендувати для практичних розрахунків дійсної роботи стержнів в області обмежених пластичних деформацій при складному опорі.

Саме тому одержані теоретичні результати вимагали експериментальної перевірки дійсної роботи стиснуто-зігнутих стержнів в області обмежених пластичних деформацій. Експериментальні дослідження сталевих стержнів двотаврового перерізу виконувалися в лабораторії МДАА на спеціальній установці "ИССС-1", конструкція якої визнана винаходом [6]. Установка для дослідження матеріалів охоплює великий діапазон і точність досліджень. Вона дає можливість дослідити дійсну роботу симетричних і асиметричних стержнів, що працюють при згині, а також при одноосному згині з поздовжньою силою. Зусилля, які прикладалися до дослідних стержнів при їх навантаженні, вимірювалися за допомогою динамометрів; деформації найбільш напружених волокон по краях полук вимірювались механічними тензометрами, а по контуру перерізів – тензодатчиками; величини прогинів стержнів вимірювались прогиномірами.

У відповідності з задачами, які були поставлені перед експериментальними дослідженнями, було виготовлено ряд моделей сталевих конструкцій симетричного та асиметричного перерізу. Моделі для дослідження були виготовлені у вигляді двотаврів довжиною 1 м з симетричними перерізами (верхній і нижній пояс - 50x4 мм; стінка - 50x2 мм) та асиметричними перерізами (верхній пояс - 50x4 мм, нижній пояс - 25x4 мм ,стінка - 50x2 мм). За даними випробувань стандартних зразків, які були вирізані з листової сталі, середні межі текучості для поясів та стінок складали 340 МПа. Стійкість моделей і елементів забезпечена у відповідності з вимогами БНП II-23-81.

Перед експериментальними дослідженнями кожної моделі проводився розрахунок по відповідній програмі на ПЕОМ, в результаті якого були одержані теоретичні значення згинаючих моментів, величини поперечних навантажень і прогинів по всій довжині стержня при заданих геометричних розмірах стержня, продольної сили і граничної величини пластичної деформації $\epsilon_{ip,lim}=0,2\%$.

Режим навантаження виконувався таким чином, що продольна сила і згинальні моменти зростали пропорційно, тобто $\frac{N}{M_x}$ на кожному етапі залишалися незмінними, що контролювалося показниками індикаторів в динамометрах. Було виконано 5 етапів навантажень:

Таблиця 1.

Етапи	1	2	3	4	5
Моменти (кн·м)	7,3	14,7	18,7	22,6	26,6

Після опрацювання результатів експериментального дослідження, одержаних на кожному етапі навантаження, будувалися ряд графічних залежностей: залежність деформацій в найбільш напруженому перерізі стержня від величини згинаючих моментів; епюри згинаючих моментів в стержні; залежність прогинів стержня від величини згинаючих моментів.

Порівняння теоретичних M_{lim} та дослідних M_{lim}^d граничних згинаючих моментів, коли в найбільш напруженому перерізі стержня досягається задане обмеження величини пластичної деформації $\varepsilon_{ip,lim}$, показало наявність в перерізі запасу міцності до 9%.

В пружній області теоретичні та дослідні деформацій практично співпадають. За межами пружності дослідні лінії деформацій розміщені вище теоретичних, тобто переріз стержня має деякий запас міцності. При цьому в процесі навантаження досягалися зусилля, при яких в найбільш напружених частинах перерізу були деформації більші 0,5%.

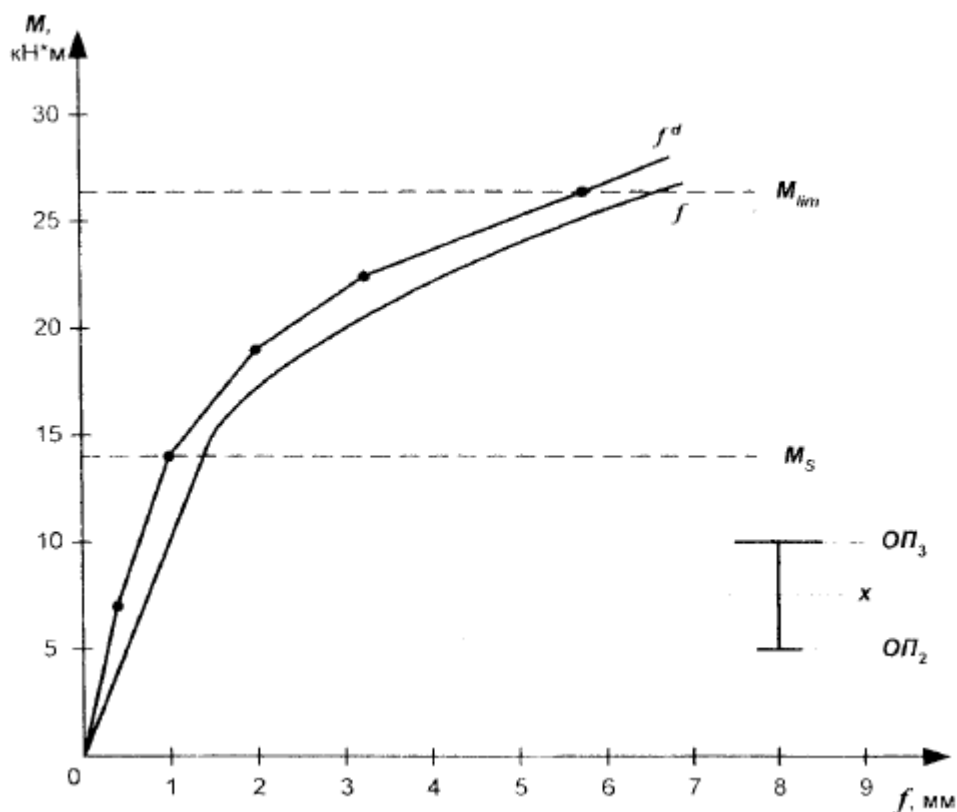


Рис.1. Дослідні прогини при згині з поздовжньою силою

На рис.1 показано графічну залежність згинаючих моментів і прогинів стержня. Приняті позначення: П1, П2, П3 – прогиноміри; f – теоретична крива прогинів, одержана в результаті розрахунку; f^d - дослідна крива прогинів, одержана за результатами прогиномірів M_s - максимальний момент в межах

пружності; M_{lim} - розрахунковий граничний згинаючий момент для даного перерізу при пластичній складовій 0,2%.

Аналіз залежності згинаючих моментів від прогинів свідчить про те, що дослідна крива прогинів лежить вище теоретичної кривої прогинів, тобто дослідні прогини менше теоретичних. Характер дослідних графіків деформацій і прогинів аналогічний як для симетричних, так і для асиметричних перерізів.

Таким чином, експериментальні дослідження підтвердили теоретичні результати і допущення, які були взяті в основу розробленого методу розрахунку і показали наявний запас міцності.

Література

1. Рекомендации по расчету стальных конструкций по критерию ограниченных пластических деформаций.-ЦНИИПСК, М., 1985, с.3-4.
2. Чернов Н.Л., Стрелецкий Н.Н., Любаров Б.И. Расчеты стальных конструкций на прочность по критерию ограниченных пластических деформаций. // Известия вузов. Строительство и архитектура, 1984, №7, С.1-9.
[3]. Шибанін В.С., Хилько І.І. Міцність бісталевих стержнів при згині з поздовжньою силою з врахуванням деформованої схеми в області обмежених пластичних деформацій. // Вісник аграрної науки Причорномор'я 1998, вип.2, с.123-128.
3. Шибанін В.С., Хилько І.І. Розмежування областей по розрахунку міцності та жорсткості стиснуто-зігнутих стержнів з врахуванням деформованої схеми в області обмежених пластичних деформацій. // Вісник аграрної науки Причорномор'я, 1999, вип. 6, с.155-158.
4. Шибанін В.С., Хилько І.І., Цепуріт О.В. Практична методика розрахунку прогинів стержнів в області обмежених пластичних деформацій при складному опорі. // Вісник аграрної науки Причорномор'я, 2000, вип. 8, с. 107-112.
5. Богза В.Г., Чернов Н.Л., Шибанін В.С., Веремеенко Н.А. Установка для испытаний. – А.С. № 1146572, БН № 11, 1985.