

УДК 624.072.014

**ПРАКТИЧНА МЕТОДИКА РОЗМЕЖУВАННЯ
ОБЛАСТЕЙ ПО РОЗРАХУНКУ МІЦНОСТІ ТА
ЖОРСТКОСТІ БІСТАЛЕВИХ СТЕРЖНІВ
ЗА МЕЖЕЮ ПРУЖНОСТІ**

В.С.Шебанін, доктор технічних наук, професор

І.І.Хилько, старший викладач

Миколаївський державний аграрний університет

Розроблено практичну методику та програму на ПЕОМ для розмежування областей по розрахунку міцності та жорсткості бісталевих стержнів за межею пружності. В результаті розрахунку одержано дані області для стержнів середньої гнучкості в межах від 30 до 75 для різних схем навантаження.

Разработана практическая методика и программа на ПЭВМ для разграничения областей по расчету прочности и жесткости бистальных стержней за пределом упругости. В результате расчета получены данные области для стержней средней гибкости в пределах от 30 до 75 для разных схем нагружения.

Розрахунки за граничними станами широко використовуються при дослідженні несучої здатності бісталевих конструкцій за межею пружності, оскільки вони дають можливість використати її додаткові резерви при проектуванні металевих конструкцій.

У даній роботі вивчаються питання зв'язані з першим та другим граничними станами, а саме з розмежуванням областей по розрахунку міцності та жорсткості бісталевих стержнів за межею пружності при складному опорі. Як відомо, в більшості практичних розрахунків стержнів, які працюють на згин з поздовжньою стискуючою силою, потрібно виконувати розрахунок як на перевірку міцності, так і жорсткості.

Проведені дослідження дійсної роботи стиснуто-зігнутих біста-

левих стержнів за деформованою схемою при дії на стержень поздовжньої та поперечної сил показали, що врахування деформованої схеми значно впливає на несучу здатність стержнів і корегу-

ється введенням коефіцієнта $\eta = \frac{M_d^{\max}}{M^{\max}}$ при розрахунку міцності стержня за формулою [1]

$$\frac{N}{A_F + A_2 \times \frac{R_W}{R_F}} \pm \frac{M_X \eta}{C_{NX} \times I_X} \leq R_F \times g_C$$

А при перевірці жорсткості стержня будемо виходити з умови, що відносний прогин стержня $\frac{f}{l}$ під навантаженням не повинен перевищувати нормативного, який залежить від призначення стержня [2], тобто:

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

Розраховуючи міцність стержнів, будемо використовувати критерій міцності — обмеження пластичної складової інтенсивності деформації величиною $e_{ip,lim} = 0,2$ [3] та основні припущення пружно-пластичного розрахунку: деформаційну теорію пластичності, ідеалізовану діаграму Прандтля, гіпотезу плоских перерізів. Для знаходження напружено-деформованого стану стержня за межами пружності з врахуванням деформованої схеми обмеження пластичних деформацій дає можливість застосувати ефективний метод поновлення їх граничної величини $e_{ip,lim}$ на кожному кроці ітераційного процесу 4, гарантуючи збіг і ефективно зменшуючий кількість послідовних наближень, за рахунок того, що на кожному кроці послідовних наближень створюється стан стержня близький до остаточного.

Виходячи з геометричних розмірів стержня і прикладених до нього сил, будується математична модель стержня для подальшого її розрахунку за допомогою ПЕОМ, внаслідок великої кількості математичних обчислень. Використовуючи уточнений алгоритм розрахунку міцності бісталевих стержнів з врахуванням виконання

умов як першого, так і другого граничного стану [5], виконуються необхідні розрахунки для дослідження несучої здатності бісталевих стержнів. При цьому для розрахунку величини прогинів стержня,

використовуючи метод Мора [6], маємо $Y_{\mu} = \int_0^l \overline{M}_{\mu} \chi dl$, де \overline{M}_i

— епюра згинальних моментів від одиничного навантаження, прикладеного в i -му перерізі. Застосовуючи для чисельного інтегрування формулу Сімпсона, можна записати, що

$$Y_{\mu} = \frac{2\Delta l}{3} \left(\sum_{k=1}^{n-1} \overline{M}_{i,2k} \cdot \chi_{2k} + 2 \sum_{k=1}^n \overline{M}_{i,2k-1} \cdot \chi_{2k-1} \right)$$

де $\Delta l = \frac{l}{m}$ ($m = 2n$); $i = 1, 2, \dots, m - 1$ ($Y_0 = Y_m = 0$).

Результатом першого етапу ітераційного процесу була величина прогину в f найбільш навантаженому перерізі заданого стержня. Для досягнення необхідної точності достатньо було 3-4 ітерації.

Використовуючи розроблену програму, були проведені розрахунки для дослідження несучої здатності бісталевих стержнів за межею пружності симетричного та асиметричного перерізу довжиною $l = 6$ м, 9 м, 12 м, 15 м, 18 м, 21 м при навантаженні їх зосередженою поперечною силою P в поєднанні з поздовжньою силою N , де $N = n \cdot N_{\text{lim}}$ приймає значення $-0,7$; $-0,6$; \dots ; 0 ; \dots ; $0,6$; $0,7$ і $N_{\text{lim}} = (A_1 + A_3) \cdot R_F + A_2 \cdot R_W$, які викликали досягнення граничної пластичної деформації $\varepsilon_{ip, \text{lim}} = 0,2\%$ у найбільш навантаженому перерізі.

Як результат проведеного розрахунку було виконано розмежування областей по розрахунку міцності та жорсткості стиснуто-зігнутих бісталевих стержнів за межею пружності. Для виконання цього спочатку визначався відносний прогин стержня $\frac{f}{l}$, який і порівнювався із заданим нормативним значенням залежно від призначення стержня [2]. Розрахунок проводився до отримання таких

граничних навантажень, при яких відносний прогин f_1 не перевищував заданого значення нормативного прогину стержня, тобто до виконання умови $f_1 \leq [f_1]$. Даний розрахунок виконувався за рахунок пропорційної зміни поздовжньої сили N і поперечної сили P . Для розрахунку використовувалися стержні середньої гнучкості в межах від 30 до 75, які найбільш широко використовуються. Розрахунок було проведено для трьох схем навантажень бісталевих стержнів симетричного перерізу, відносний прогин яких був обмежений нормативними величинами $1/200, 1/300, 1/400$. За результатами розрахунку були побудовані відповідні криві по розмежуванню областей на міцність та жорсткість. На рис.1 відображено області розмежування, побудовані для нормативної величини $1/200$.

Крива 1 побудована для прикладеної однієї сили, крива 2 — для прикладених двох сил, крива 3 — для рівномірного навантаження стержня.

Області, розміщені вище вказаних кривих визначають розрахунок стержня за першим граничним станом — на міцність, так як величина прогину уже забезпечена, а області, розміщені нижче, в першу чергу перевіряють за другим граничним станом — на жорсткість. Збільшення жорсткості викликає за собою і збільшення міцності стержня. Змінювати величину жорсткості можна за рахунок зміни або величини перерізу, або змінюючи площі полиць. Відповідно їх збільшення приводить і до збільшення жорсткості стержня. Залежно від схеми навантаження відповідні області змінюють свої розміри.

Використовуючи методику розрахунку несучої здатності бісталевих стержнів з врахуванням умов виконання 1 та 2 граничних станів, також були побудовані графічні залежності максимального пластичного прогину стержня Y за умови досягнення граничної пластичної деформації $\varepsilon_{ip,lim} = 0,2\%$ у найбільш навантаженому перерізі стержня від його довжини l , які дають можливість визначити задовольняє чи не задовольняє стержень умові жорсткості, не виконуючи досить складні розрахунки.

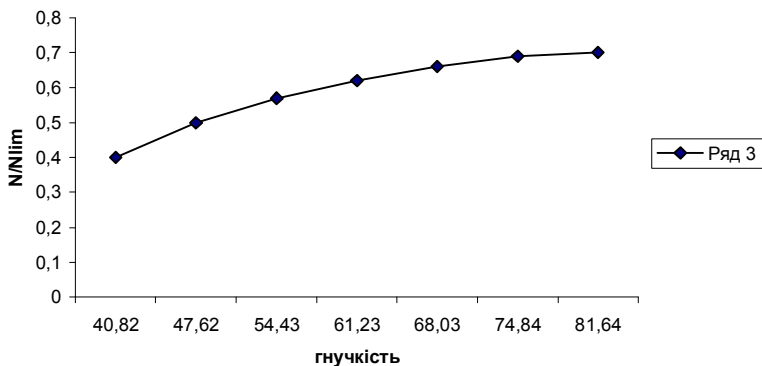
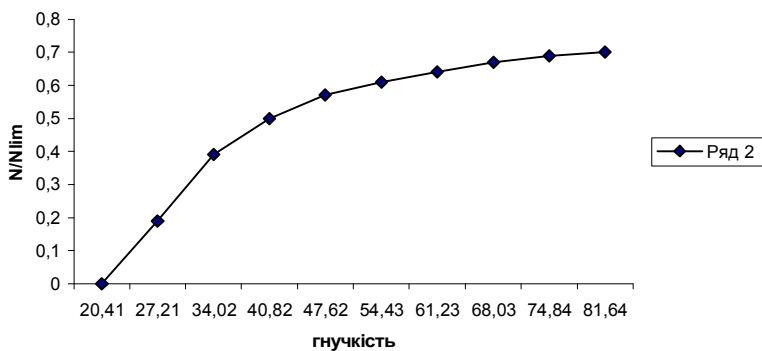
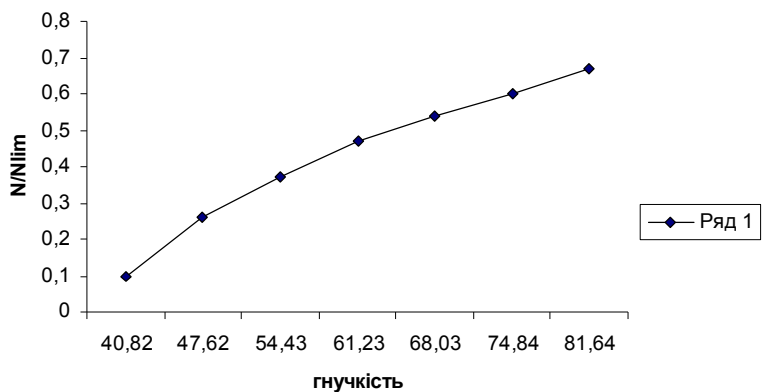


Рис.1. Розмежування областей розрахунку стержня на міцність та жорсткість для нормативної величини

Висновки.

Запропонована методика дозволяє одержати розмежування областей по розрахунку міцності та жорсткості бісталевих стержнів середньої гнучкості λ з врахуванням деформованої схеми в області обмежених пластичних деформацій та отримати необхідні графічні зображення для визначення того задовольняє прогин стержня заданим нормативним величинам, чи ні.

ЛІТЕРАТУРА

1. Шебанин В.С. Прочность изгибаемых стальных стержневых конструкций при учете физической и геометрической нелинейности в области ограниченных пластических деформаций. Докторская диссертация. -Одесса, 1993.
2. СНИП 2.01.07-85. Нагрузки и воздействия. Дополнения. Раздел 10: Прогобы и перемещения. /Гострой СССР.- М.,ЦИТП Госстроя СССР, 1989- С.8.
3. 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.- N 7.- С.1-9.
4. Чернов Н.Л., Шебанин В.С. Расчет прочности статически неопределимых систем при ограниченных пластических деформациях// Известия вузов. Машиностроение.- 1986. -N 4. С.3-6.
5. Шебанин 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.
6. Щербина Н.И. Определение прогибов в стальных балках при подвижных нагрузках в области малых пластических деформаций // Известия вузов. Строительство и архитектура.- 1978.- N 4.- С.14-19.

УДК 621.787.4

ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЗА ДОПОМОГОЮ ПОВЕРХНЕВОЇ ПЛАСТИЧНОЇ ДЕФОРМАЦІЇ

***Б.І.Бутаков**, доктор технічних наук*

***Л.М.Кузенко**, кандидат технічних наук*

***В.О.Артюх**, інженер*

Миколаївський державний аграрний університет

У статті описано новий метод поверхневої пластичної деформації сталевих деталей обкатуванням їх роликками.

Вісник аграрної науки Причорномор'я,

Випуск 1, 2005

217