

УДК 624.072.014

Хилько І.І.

**ПРОБЛЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ БІСТАЛЕВИХ
СТЕРЖНІВ ЗА МЕЖЕЮ ПРУЖНОСТІ З УРАХУВАННЯМ УМОВ
ПЕРШОГО ТА ДРУГОГО ГРАНИЧНИХ СТАНІВ**

Миколаївський національний аграрний університет,

Миколаїв, Паризької Комуни 9, 54020

У статті розглянуто питання дослідження несучої здатності бісталевих стержнів в області обмежених пластичних деформацій з урахуванням умов виконання 1 та 2 граничних станів.

Ключові слова: бісталеві стержні, область обмежених пластичних деформацій, граничний стан, відносний прогин стержня, згинальний момент.

На сучасному етапі розвитку будівельної галузі в Україні в першу чергу увага повинна приділятися максимальному здешевленню будівельних конструкцій та робіт, пов'язаних з їх зведенням, забезпечуючи одночасно достатню довговічність та надійність. Одним з ефективних засобів вирішення цієї проблеми є зменшення матеріаломісткості та трудомісткості на стадії проектування, що досягається застосуванням нових методів розрахунку. Перспективним є удосконалення та впровадження методів розрахунку металевих конструкцій за граничними станами, які дозволяють більш обґрунтовано нормувати розрахункові параметри конструкцій та навантажень. Удосконалення методів розрахунку шляхом наближення розрахункових допущень до реальних умов роботи конструкцій підвищує їх надійність, дає допоміжні резерви, забезпечує значний економічний ефект.

Як відомо, існуючі норми БНП П-23-81 рекомендують виконувати розрахунок сталевих конструкцій, в основному, з урахуванням непружних деформацій і дозволяють враховувати пластичні деформації тільки при дії

статичних навантажень з деякими обмеженнями. Саме тому значна частина елементів конструкцій, що працюють під статичними навантаженнями розраховується тільки в межах пружності, а бісталеві конструкції взагалі нормами не передбачені. Крім того, у більшості з робіт це досягається тільки за рахунок дослідження роботи конструкцій за 1 граничним станом – за несучою здатністю (міцністю, стійкістю) і таким чином не враховувалися резерви, які можуть бути при дослідженні конструкції за 2 граничним станом – за розвитком надмірних прогинів.

Отже, тема нашої роботи обумовлена необхідністю подальшого розвитку та удосконалення теорії розрахунку міцності та стійкості бісталевих стержнів за деформаційним критерієм у вигляді обмеження пластичних деформацій у випадку стиску(розтягу) зі згином з урахуванням деформованої схеми.

Метою роботи є теоретичне обґрунтування та експериментальне дослідження несучої здатності бісталевих стержнів в області обмежених пластичних деформацій при складному опорі з урахуванням умов 1 та 2 граничних станів, деформованої схеми і впровадження в практику проектування методики розрахунку прогинів стержнів, які знаходяться під впливом різноманітних комбінацій навантажень.

Практичне застосування сучасних методів розрахунку бісталевих стержнів при одночасному урахуванні фізичної та геометричної нелінійності досить складне. Але перехід на розрахунок міцності за обмеженими пластичними деформаціями дозволив запропонувати ефективний метод розрахунку поновленням величини граничної пластичної деформації $e_{ip,lim}$. Ідея даного методу полягає в максимальному наближенні пружно-деформованого стану стержня на кожному кроці ітераційного процесу до кінцевого граничного стану. Для досягнення даної мети в кожному послідовному наближенні змінюються або величини навантажень, або розміри перерізу стержня, таким чином, щоб у найбільш навантаженому місці стержня досягалася гранична величина пластичної деформації $e_{ip,lim} = 0.002$ [1].

Питання дослідження несучої здатності бісталевих стержнів за межею пружності виконувалося з урахуванням загальновідомих передумов та припущень пружно-пластичного розрахунку сталевих конструкцій. З урахуванням вказаних передумов були дослідженні характерні випадки пружно-деформованого стану бісталевих перерізів в області обмежених пластичних деформацій при згині з поздовжньою силою, а також розв'язок прямої та оберненої задач [2]. Обернена задача розв'язується вибором відповідного випадку пружно-деформованого стану залежно від текучості чи пружної роботи перерізу стержня. Розв'язок прямої задачі виконувався за допомогою ітераційного процесу з використанням методу ділення відрізка пополам і одержанням кінцевих значень пластичних деформацій $e_{ip} < e_{ip,lim}$. Як показали дослідження роботи стиснуто-зігнутих бісталевих стержнів за деформованою схемою у випадках дії на стержень поздовжньої та поперечної сил, врахування деформованої схеми впливає на несучу здатність стержня і враховується шляхом введення корегуючого коефіцієнта $n = M_d^{max} / M^{max}$ при розрахунку міцності стержня. Згідно уточненої методики, з урахуванням виконання умов 1 та 2 граничних станів, було розроблено алгоритм розрахунку міцності бісталевих стержнів [3], який потім був реалізований у вигляді програми на мові TURBO CI на ПЕОМ.

Використовуючи розроблену програму, були проведені розрахунки по дослідженню несучої здатності бісталевих стержнів за межею пружності симетричного та асиметричного перерізу різної довжини при навантаженні їх зосередженою поперечною силою P в поєднанні з поздовжньою силою N , які викликали досягнення граничної пластичної деформації $e_{ip,lim} = 0.002$ у найбільш навантаженому перерізі.

В результаті розрахунків була одержана епюра згинальних моментів, таблиці корегуючих коефіцієнтів n для уточнення формули пружно-пластичного розрахунку міцності стержня за критерієм обмежених пластичних деформацій, отриманої раніше без врахування деформованої схеми, величини

прогинів по всій довжині стержня, і як результат математична модель стержня [4] та ряд аналітичних залежностей за результатами статистичної обробки одержаних даних із застосуванням методу найменших квадратів [5].

Одержані теоретичні результати вимагали проведення експериментальних досліджень дійсної роботи стиснуто-зігнутих бісталевих стержнів за межею пружності [6]. Дослідження стержнів двотаврового перерізу виконувалося в лабораторії МНАУ на установці "ИССС-1", конструкція якої визнана винаходом. Було досліджено 12 моделей бісталевих стержнів по 3 моделі в кожній серії. Моделі були виготовлені у вигляді двотаврів з симетричними та асиметричними перерізами. Стійкість моделей та елементів була забезпечена у відповідності з вимогами БНП II -23-81.

Перед експериментальними дослідженнями кожної моделі проводився розрахунок згідно відповідної програми на ПЕОМ, в результаті якого були одержані теоретичні значення згинаючих моментів, величини поперечних навантажень та величини прогинів по всій довжині стержня при заданих геометричних розмірах стержня, заданої величини поздовжньої сили при умові досягнення граничної величини пластичної деформації $e_{ip,lim} = 0,002$.

Після опрацювання результатів експериментального дослідження, одержаних на кожному етапі навантаження будувати наступні графіки: залежність деформації в найбільш напруженому перерізі стержня від величини згинаючих моментів, епюри деформацій в найбільш напруженому перерізі стержня, епюри згинаючих моментів в стержні, залежність прогинів стержня від величини згинаючих моментів.

Порівняння теоретичних граничних моментів M_{lim} та дослідних граничних згинаючих моментів M_{lim}^d , коли в найбільш напруженому перерізі стержня досягалася задана величина пластичної деформації $e_{ip,lim}$, показало наявність в перерізі стержня запас міцності до 11%. Аналіз залежності прогинів стержня від величини згинаючих моментів свідчить про те, що експериментальна крива прогинів розміщена вище теоретичної кривої прогинів, тобто дослідні значення

прогинів менші теоретичних. Отже, експериментальна модель крім запаса міцності, має й запас жорсткості.

Література:

1. Чернов Н.Л., Стрелецкий Н.Н., Любаров Б.И. Расчет стальных конструкций на прочность по критерию ограниченных пластических деформаций. //Известия вузов. Строительство и архитектура. – 1984.– №7.– С.1–9.
2. Шебанин В.С. Прочность изгибаемых стальных стержневых конструкций при учете физической и геометрической нелинейности в области ограниченных пластических деформаций.– Дис... докт. техн.. наук: 05.23.01. – Одесса, 1993.
3. Шебанін 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.
4. Шебанін В.С., Богза В.Г., Хилько І.І. Математична модель розрахунку прогинів стержнів в області обмежених пластичних деформацій при складному опорі. Українська асоціація по металевим конструкціям. //Металеві конструкції. Том 1. – №1. – 2000. – С.45-48.
5. Шебанін В.С., Хилько І.І. Аналітичні залежності розрахунку прогинів стержнів при складному опорі за межею пружності. Українська асоціація по металевим конструкціям. //Металеві конструкції. – Т.6. – 2003. – №1.– С.31–33.
6. Шебаніна Л.П., Хилько І.І. Експериментальні дослідження роботи бісталевих стержнів симетричного перерізу за межею пружності. // Вісник аграрної науки Причорномор'я. – 2007.– Вип.1(39).– С.229–234.

Стаття відправлена: 23.09.2013р.

© Хилько І.І.