

**УДК 624.072.014**

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

Хилько І.І., ст. викладач, Миколаївський державний аграрний університет

Основним принципом проектування металевих конструкцій є досягання трьох головних показників: економія сталі, підвищення продуктивності праці при їх виготовленні, зниження трудомісткості та термінів монтажу, що і визначає загальну вартість конструкції.

Економію сталі в металевих конструкціях можна досягти в результаті удосконалення методів розрахунку та знаходження оптимальних конструктивних рішень з використанням передових комп'ютерних технологій. Метою розрахунку будівельних конструкцій є забезпечення заданим умовам експлуатації та заданої міцності при мінімальній витраті матеріалу і мінімальній витраті часу на виготовлення і монтаж.

Методи розрахунку за граничними станами вперше були розроблені в 50-і роки. Їх метою було не допустити з заданою надійністю досягання граничних станів при експлуатації в період всього заданого терміну використання конструкції будівництва чи споруди, а також в період виконання робіт. Під граничними станами будемо вважати такі стани, при яких конструкції перестають задовольняти заданим експлуатаційним вимогам чи вимогам при виконанні робіт.

Перевірка граничного стану першої групи виконується розрахунком на максимальні (розрахункові) навантаження та дії, що можливі при порушенні нормальної експлуатації, а перевірка граничного стану другої групи – на експлуатаційні (нормативні) навантаження та дії, що відповідають нормальній експлуатації конструкцій. Другу групу граничних станів, що зв'язана, як правило, з переміщеннями, можна записати у вигляді перевірки граничної

нерівності  $f < [f]$ , де  $f$  – фактичне переміщення конструкції,  $[f]$  – нормативне граничне переміщення, що допустиме умовами експлуатації.

Зниження металомісткості також можна збільшити за рахунок використання в одній конструкції двох різних марок сталі, тобто бісталевих. У них доцільно найбільш напруженні частини поясів виконувати зі сталі підвищеної міцності (низьколегіровані сталі), а стінку та малонапруженні частини поясів – із маловуглеводної сталі. При цьому центральна частина і пояса знаходяться в пружній стадії, перефійні зони стінки – в пластичній.

Існуючі норми БНП П-23-81 рекомендують виконувати розрахунок сталевих конструкцій, в основному, з урахуванням тільки непружних деформацій і дозволяють враховувати пластичні деформації лише при дії статичних навантажень з деякими обмеженнями. В результаті цього значна частина елементів конструкцій, що працюють під статичними навантаженнями розраховується тільки в межах пружності, а бісталеві конструкції взагалі нормами не передбачені.

Метою нашого дослідження було теоретичне обґрунтування та експериментальне дослідження несучої здатності бісталевих стержнів за межею пружності при складному опорі з урахуванням умов першого та другого граничних станів, деформованої схеми і впровадження в практику проектування методики розрахунку прогинів стержнів, які знаходяться під впливом різноманітних комбінацій навантажень.

Дослідження несучої здатності бісталевих стержнів за межею пружності при складному опорі виконувалося з урахуванням загальновідомих передумов пружно-пластичного розрахунку сталевих конструкцій та використанням ефективного методу поновлення величини граничної пластичної деформації  $\varepsilon_{ip,lim} = 0,002$ . Відповідно до уточненої методики, що враховувала виконання умов першого та другого граничних станів, було розроблено алгоритм розрахунку міцності бісталевих стержнів, який і був реалізований у вигляді програми на мові TURBO СІ на ПЕОМ. Були проведені розрахунки несучої здатності за межею пружності бісталевих стержнів 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  $\varepsilon_{ip,lim} = 0.002$  у найбільш навантаженому перерізі.

Результати, що були отримані дали можливість отримати епюру згинальних моментів, таблиці корегуючих коефіцієнтів  $\nu$  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, математичну модель стержня та ряд апроксимуючих аналітичних залежностей за результатами статистичної обробки одержаних даних.

Для розмежування областей по розрахунку міцності та жорсткості стиснуто-зігнутих бісталевих стержнів за межею пружності визначався відносний прогин стержня  $f/l$ , який потім порівнювався з заданим нормативним значенням  $[f/l]$  залежно від призначення стержня. Результати розрахунку дали можливість побудувати криві по розмежуванню областей на міцність та жорсткість.

Теоретичні результати по дослідженню несучої здатності бісталевих стержнів були перевірені на установці "ИССС-1", за допомогою експериментальних досліджень дійсної роботи стиснуто-зігнутих бісталевих стержнів в області обмежених пластичних деформацій.

### **Висновки.**

1. Дослідження дійсної роботи бісталевих стержнів за межею пружності з урахуванням першого та другого граничних стануів виявили додаткові резерви несучої здатності бісталевих стержнів.

2. Дослідна перевірка дійсної роботи стиснуто(розтянуто)- зігнутих бісталевих стержнів за межею пружності підтвердили отриманні теоретичні результати та передумови, які були покладені в основу розробленого методу розрахунку несучої здатності бісталевих стержнів.