

СТІЙКІСТЬ ПОЗАЦЕНТРОВО-СТИСНУТОГО СТРИЖНЯ, ПІДСИЛЕНОГО ЗБІЛЬШЕННЯМ ПЕРЕРІЗУ ЕЛЕМЕНТОМ ІЗ СТАЛІ ПІДВИЩЕНОЇ МІЦНОСТІ

© Котів М.В., Більський М.Р., 2004

Описана методика розрахунку в пружно-пластичній стадії роботи стійкості позацентрово-стиснутого сталевго стрижня прямокутного поперечного перерізу, підсиленого елементом із сталі підвищеної міцності.

The article deals with the methodology of determining the critical load in eccentrically compressed steel stems, intensified under loading, The charts showing the dependence of coefficients that reflect the reducing of load capacity.

Актуальність проблеми. У зв'язку з великим обсягом робіт з підсилення сталевих конструкцій під час реконструкції будівель і споруд актуальною є економія металу підсилення. Це досягається не тільки за рахунок повного включення нових елементів у роботу за допомогою їх напруження під час підсилення, але і використанням сталей підвищеної і високої міцності. Найраціональніше виготовляти із вказаних сталей елементи, що встановлюються з боку ексцентриситету дії стискаючої сили.

Аналіз останніх досліджень, проблем і публікацій з цієї проблеми. Використання сталей підвищеної міцності для несучих конструкцій зменшує їх масу. У роботі [1] обґрунтовується можливість припущення, що в досліджених ними сталях марок ВСт 3сп, ВСт 3Гпс, 09Г2С, 14Г2АФ, 17Г2АФМД “Залежність між напруженнями і деформаціями, близька до лінійної в пружній стадії, при переході в стадію текучості супроводжується різким переломом діаграми розтягу-стиску, практично без проміжної перехідної криволінійної ділянки. Це відповідає діаграмі Прандтля, яку і потрібно приймати в розрахунках конструкцій із цих сталей з врахуванням пластичної стадії їх роботи”.

Метою роботи було визначення критичної сили сталевго стрижня, що працює на стиск, посиленого елементом із сталі підвищеної міцності.

Задачі досліджень (постановка питань). 1. Знайти залежність на основі критичних епюр напружень для визначення відносного ексцентриситету стискуючих сил.

2. Визначити критичний прогин посиленого стрижня.

3. Для можливості розрахунку посиленого стрижня за нормативною методикою визначити коефіцієнт зменшення несучої здатності посиленого стрижня.

Виклад основного матеріалу. Для визначення критичної сили позацентрово-стиснутого стрижня, прямокутного поперечного перерізу, підсиленого з боку ексцентриситету прикладення стискаючої сили елементом із сталі підвищеної міцності, приймемо, що матеріали елемента, який підсилюється, і елемента, яким підсилюють, підпорядковуються діаграмі Прандтля. Можливість такого припущення підтверджується в роботі [1].

З метою повнішого використання міцнісних характеристик матеріалу елементів посилення, величина попереднього напруження елемента, що додається, вибирається такою, щоб епюра напружень у розрахунковому перерізі підсиленого стрижня мала стрибок (рис. 1). Величину стрибка приймають $\Delta\sigma = \sigma_{т.г.} - \sigma_{т.}$, де $\sigma_{т.г.}$ і $\sigma_{т.}$ відповідно напруження текучості нового та існуючого металу.

Розглянемо рівновагу підсиленого так позацентрово-стиснутого шарнірно-опертого стрижня в критичному його стані.

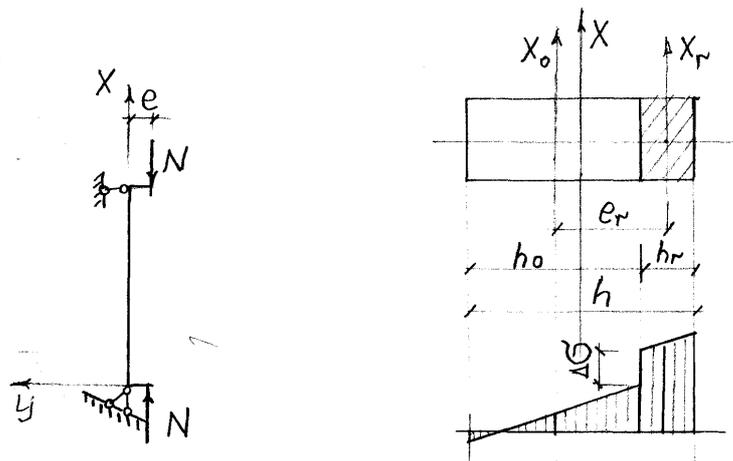


Рис. 1. Еюра напружень у розрахунковому перерізі посиленого стрижня після його посилення напружаючим елементом перед зварюванням

Залежно від величини ексцентриситету прикладення стискаючої сили і гнучкості стрижня, в розрахунковому його перерізі можливі чотири напружені стани (таблиця, стовп. 1). Для всіх цих станів можна записати рівняння рівноваги зовнішніх і внутрішніх сил і моментів

$$N = \int_A \sigma dA, \quad M_C = \int_A \sigma y dA.$$

Значення величин приведеної відносної жорсткості стрижня для різних видів критичних еюр

Напружений стан	$i_{ж}$	ψ	Умови застосування
	$(3\alpha^2\varphi) / (1-\varphi\epsilon\gamma - \beta n)$	$1-\varphi\epsilon\gamma - \beta^2n - (2/3)\alpha(1-\varphi\epsilon\gamma - \beta n)$	$1-\varphi\epsilon\gamma - n\beta - (\alpha/2)(1+\gamma-n) \leq 0$, $\alpha \geq \beta$.
	$(6\alpha\psi) / (1+\gamma-n)$	$1-\varphi\epsilon\gamma - \beta^2n - (1+\gamma-n)[k^2+\alpha(k+\alpha/3)]$	$1-\varphi\epsilon\gamma - n\beta - (\alpha/2)(1+\gamma+n) > 0$, $\alpha+K \geq \beta$.
	$(3\alpha^2\psi) / (1+\varphi\epsilon\gamma - \beta n)$	$1-\varphi\epsilon\gamma - \beta^2n - (2/3)\alpha(1-\varphi\epsilon\gamma - \beta n)$	$1-\varphi\epsilon\gamma - \beta n - \gamma\alpha \leq 0$, $\alpha < \beta$.
	$3\alpha\psi / \gamma$	$1-\varphi\epsilon\gamma - \beta^2n - 2\gamma[k^2+\alpha(k+\alpha/3)]$	$1-\varphi\epsilon\gamma - n\beta - \gamma\alpha > 0$, $\alpha+k < \beta$.
Примітка	$\varphi\epsilon = N/(\sigma_T A)$; $\gamma = \sigma_T/\sigma_{Т.Г.}$; $n = \Delta\sigma/\sigma_{Т.Г.}$; $\alpha = a/h$; $k = (1-\varphi\epsilon\gamma - \beta n)/(1+\gamma-n) - \alpha/2$; $\beta = A_0/A$		

Для зручності записів прийемо позначення

$$\gamma = \sigma_T/\sigma_{Т.Г.}; \quad n = \Delta\sigma/\sigma_{Т.Г.}; \quad \beta = A_0/A; \quad k = b_n/h; \quad \alpha = a/h; \quad \gamma + n = 1.$$

Тут A_0 та A – відповідно площа перерізу елемента, що підсилюється, та підсиленого елемента; b_n – глибина зони текучості з боку протилежної ексцентриситетові дії сили N (див. таблицю); a – висота пружного ядра.

Після підстановки значень σ , u із відповідних критичних епюр напружень отримуємо значення відносного ексцентриситету стискаючої сили в середньому перерізі стрижня:

$$m = (3\psi / (\varphi_e \gamma)) \cos(\pi\alpha / i_{ж}) ; \quad (1)$$

а також значення його критичного прогину

$$f_{кр} = e (1 / (\cos(\pi\alpha/2) \sqrt{(\alpha/i_{ж})}) - 1).$$

Вирази для параметра ψ будуть різні для кожного виду епюри напружень і їх значення наведені в таблиці стовп. 2.

У таблиці наведені також результати визначення приведеної відносної жорсткості стрижня при згині $i_{ж}$.

Коефіцієнт зменшення несучої здатності стрижня φ_e визначається за формулою

$$\varphi_e = \pi^2 / \chi^2 \alpha^3 \quad (2).$$

Тут χ – приведена умовна гнучкість стрижня.

Визначення критичної сили стиснутого стрижня, підсиленого елементом із сталі підвищеної міцності, що стискається силою, прикладеною з відносним ексцентриситетом m , виконується в такій послідовності. Задаємося величиною відносної пружної зони α , і за формулами (1), (2) визначаємо коефіцієнт φ_e та відносний ексцентриситет m . Задача буде розв'язана тоді, коли отримане значення параметра m дорівнюватиме заданому.

На рис. 2 показані криві залежності коефіцієнта зменшення несучої здатності стрижня φ_e від умовної гнучкості підсилених стрижнів λ для різних параметрів m при величині $\beta = 0,667$. Із рис. 2 видно, що несуча здатність позакентрово-стиснутих стрижнів, що підсилені з боку ексцентриситету прикладення сили елементами із сталі підвищеної міцності (суцільні лінії 1) значно вища від несучої здатності стрижнів, підсилених аналогічними елементами із тієї ж сталі, що і елемент, який підсилюється (пунктирні лінії 3).

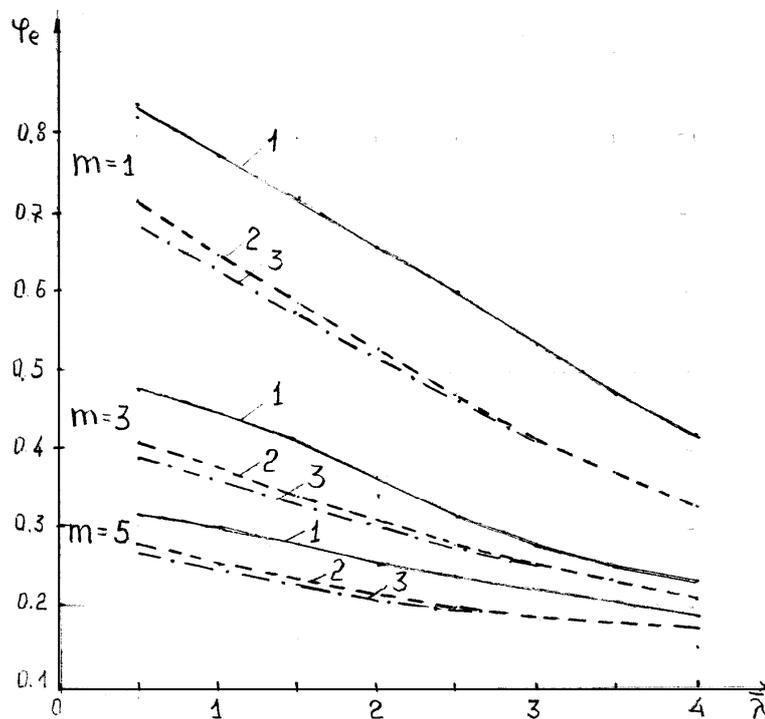


Рис. 2. Криві коефіцієнтів зниження несучої здатності стрижнів, посилених напружуючими елементами із сталей підвищеної міцності: 1 – за даною методикою при підсиленні елементом із сталі підвищеної міцності; 3, 2 – відповідно за даною методикою, і СНІП 11-23-81 при підсиленні елементом із сталі тієї ж міцності, що і існуючий стрижень

Із графіків також видно, що результати розрахунку коефіцієнтів φ_e за вищевикладеною методикою для стрижнів, підсилених елементами із сталей звичайної міцності (параметр $n = 0$), добре узгоджується з даними СНиП 11-23-81 (лінія 4). Розбіжності величин досягають значень до 5 % для стрижнів малих гнучкостей. Авторами складені графіки залежності коефіцієнта φ_e від умовної гнучкості стрижнів λ і для різних значень відносного ексцентриситету прикладення стискаючої сили N .

Використання вказаних графіків дає можливість виконувати розрахунки стійкості стрижнів за методикою СНиП 11-23-81. При цьому несучу здатність позацентрово-стиснутих підсилених стрижнів визначають за формулою

$$N_{кр} = \varphi_e \sigma_T A . \quad (3)$$

Висновки. 1. Розроблена методика критичної сили позацентрово-стиснутих сталевих стрижнів прямокутного поперечного перерізу, посилені елементами із сталей підвищеної міцності дає можливість їх розрахунку згідно з СНиП П-23-81 з використанням коефіцієнта з меншою несучою здатністю, визначеного за формулою (2) і графіків (рис. 2).

2. Для визначення несучої здатності посилені стиснутих сталевих стрижнів інших поперечних перерізів (крім прямокутного) необхідно здійснювати додаткові дослідження.

1. *Потапов В.Н., Егоров М.И. Механика деформирования строительной стали при одноосном растяжении // Строительная механика и расчет сооружений. – 1986. – № 5. – С. 56–60.*
2. *Котів М.В. Повышение несущей способности внецентренно сжатых стальных стержней при реконструкции: Автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Львів, 1989. – 25 с.*
3. *Бельский Г.Е, Гильдензон Л.А. К расчету стальных колон со сложным поперечным сечением // Строительная механика и расчет сооружений. – 1981. – № 6. – С. 68–73.*

УДК 631.22:697.92

В.Й. Лабай, В.Ю. Ярослав

Національний університет “Львівська політехніка”,
кафедра теплогазопостачання та вентиляції

ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК ПОКРИТТЯ

З ПОДВІЙНИМ ПОВІТРЯНИМ ПРОШАРКОМ В ТЕПЛУ ПОРУ РОКУ

© Лабай В.Й., Ярослав В.Ю., 2004

Наведена методика інженерного розрахунку теплового режиму покриття з подвійним щілинним повітряним прошарком у покритті сільськогосподарського будинку в теплу пору року.

The paper presents the method of calculation of the thermal regime in the house roof, containing ventilated air space for summer season during the stationary heat transfer. The checking calculations were accomplished for ventilated air space in the house roof of a poultry house.

Постановка проблеми. Мікроклімат приміщень для утримання тварин та птиці визначається цілим комплексом взаємопов'язаних факторів, з яких визначальним є температура навколишнього середовища. Температура повітря в сільськогосподарських приміщеннях значно впливає на теплообмін тварин та птиці. Порушення оптимальних температурних умов спричиняє дисбаланс у виробленні та віддачі тепла організмом тварин і птиці і, як наслідок, призводить до зростання захворювань, зменшення продуктивності. У нормах технологічного проектування сільськогосподарських приміщень зафіксовані вимоги до граничних температурних умов у приміщеннях. У теплу (літню)