

УДК 539.31.8

СТІЙКІСТЬ СТИСНУТИХ СТЕРЖНІВ. ФОРМУЛА ЕЙЛЕРА

Студ. А.В. Рябовіл, гр. БШск-14

Наук.керівник:проф. Г.І. Коньков

Київський національний університет технологій та дизайну

Під стійкістю розуміємо здатність елемента конструкції при впливі на нього стискаючих зовнішніх навантажень зберігати спочатку задану форму рівноваги, тобто деформуватися таким чином, щоб гарантувати його встановлені експлуатаційні якості.

Найбільш типовим прикладом є робота стержня, стиснутого силами F .

Руйнування стержня відбудеться тому, що він не зможе зберегти надану йому форму прямолінійного, стисненого стержня, а викривитися, що викличе появу згинальних моментів від стискаючих сил F , а отже додаткові напруження від вигину; стержень втратить стійкість.

Втрата стійкості стиснутими елементами конструкції дуже часто веде до катастроф.

Наприклад катастрофа з Менхенштейнським мостом, Такамського моста, мосту через р. Св. Лаврентія.

Першим, хто зайнявся питанням про стійкість стиснутих стержнів був Леонардо да Вінчі, теоретичне дослідження з питань про величину поздовжньої сили належить Л.Ейлеру, з експериментальних робіт треба відзначити великі досліди Тетмайера.

Критична сила $F_{кр}$ викликає в стислому стержні напруження, що називається

«критичним напруженням» і розраховується за формулою
$$\sigma_k = \frac{F_{кр}}{A}$$
.

Для знаходження критичних напружень σ_k треба обчислити критичну силу. Цю задачу вперше вирішив Л. Ейлер в 1744 році.

Формула Ейлера для стисненого стержня з шарнірно-опертими кінцями. Значенням критичної сили відповідає вигин стержня по синусоїді з однією півхвилею.

Між тим, елементи реальних конструкцій не завжди працюють в пружній стадії. Тому необхідно дослідження стійкості при непружних деформаціях.

Результати дослідів показують, що при втраті стійкості в пружній стадії експериментальні точки лежать близько до гіперболи Ейлера, що підтверджують її достовірність. У стержнів, які втрачають стійкість при пластичних деформаціях, експериментальні результати мають великий розкид і розташовані значно нижче гіперболи.

Для критичних напружень використовують формулу Ясинського-Тетмайера

$$\sigma_k = a - b\lambda,$$

де a і b – константи, що мають розмірність напруження.

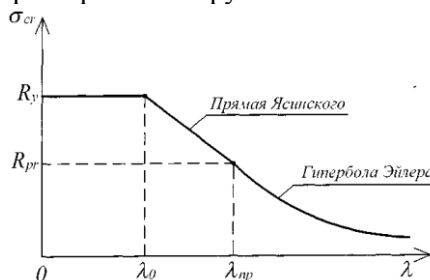


Рисунок – Графік залежності критичних напружень від гнучкості

Необхідно відзначити, що при малій гнучкості стержня ($\lambda < \lambda_0$) замість втрати стійкості досягається небезпечний стан матеріалу у вигляді досягнення межі міцності матеріалу, з якого виготовлений стержень, і формулою Ясинського-Тетмайера користуватися не можна. У низьковуглецевих сталях небезпечний стан матеріалу відповідає появі пластичних деформацій. Отже, формула Ясинського застосовна, якщо виконується наступна умова

$$\sigma_k < R_y, \text{ де } R_y - \text{розрахунковий опір по межі текучості.}$$