

АНАЛІЗ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ В ТОНКОСТІННИХ ЕЛЕМЕНТАХ З НЕКРУГЛИМ ПОПЕРЕЧНИМ ПЕРЕРІЗОМ

Ст. Ангел А.О., гр. ПЦБ -251

Науковий керівник – к.т.н., доцент Петраш С.В.

Одеська державна академія будівництва та архітектури

На даний час в машинобудуванні, авіації, будівництві використовуються конструкції, виконані з тонкостінних і штампованих профілів або просто з тонколистової сталі. Ці конструкції забезпечують високу жорсткість і міцність при порівняно невеликій вазі, тому їх застосування в техніці є досить економічним. Критерієм, за яким переріз ідентифікують як тонкостінний, є його товщина, що не залежить від висоти перерізу – до 4 мм (однак на практиці реальна товщина профілю знаходиться в межах від 0,8 до 3 мм). Тонкостінні профілі можуть бути як закритого, так і відкритого типу.

Специфіка розрахунку цих конструкцій на міцність породила особливу розрахункову схему - схему тонкостінного стержня.

В 1855 році Сен-Венаном була розроблена теорія кручення призматичного стержня. Було встановлено, що для некруглого стержня при наявності в'язів, які попереджають спотворюванню перерізу, виникає згинальне або стиснене кручення, яке в свою чергу призводить до виникнення нормальних напружень. Подальший розвиток теорії призвів до розробки мембранної аналогії кручення Прандтля. Мембранна аналогія кручення дозволяє провести якісний аналіз розподілу напружень в поперечних перерізах, що відрізняються від круглих. Однак ці методи не дозволяють в повному обсязі проаналізувати напружено-деформований стан перерізу такого типу за умови різних типів його закріплення.

За допомогою математичного моделювання в ПК «ЛІРА-САПР» можливо побудувати тривимірну розрахункову модель тонкостінного стержня некруглого поперечного перерізу, а й виконати його розрахунок та дослідити його напружений стан (некруглий поперечний переріз розглядається як найбільш розповсюджений в практиці будівництва). Найбільш розповсюдженими в будівельній практиці є тонкостінні стержні двотаврового, швелерового, кутового, z-подібного, E-подібного та іншого виду (перераховані типи перерізів відносяться до відкритого типу та їхній розрахунок суттєво відрізняється від роботи суцільних стержнів).

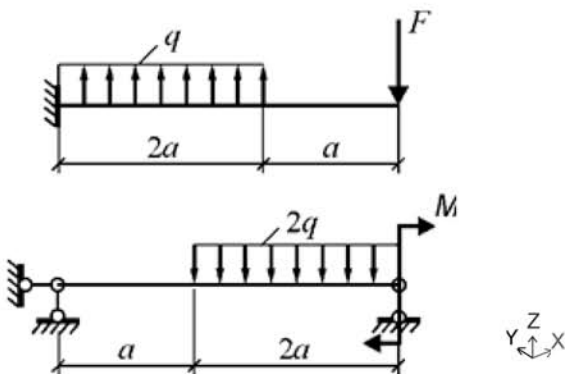


Рис.1. Традиційна розрахункова схема балок

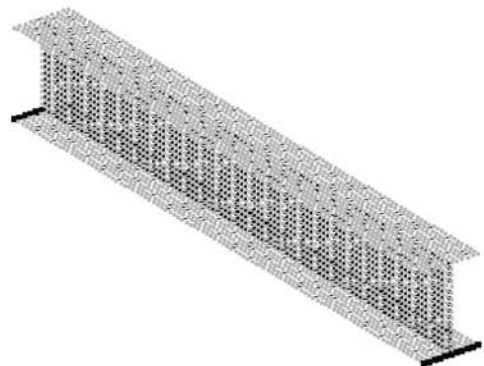


Рис.2. Приклад розрахункової схеми балки в ПК «ЛІРА САПР»

Зазвичай розрахункова схема балки виглядає як жорстко затиснена або шарнірно оперта балка, яка знаходиться під дією навантаження (рис. 1). При цьому тип поперечного перерізу враховується лише при врахуванні характеристик жорсткості.

Але можливо розрахункову схему побудувати з урахуванням фактичного типу поперечного перерізу, наприклад двотаврового (рис.2), який віднесений до тонкостінних

відкритого профілю. Розрахунок конструкцій із тонкостінних елементів пов'язаний насамперед із проблемою депланації елементів перерізу під дією навантаження (відхилення від теорії плоских перерізів). Теорія розрахунку таких стержнів розглядалась в роботах В.Власова [1]. Згідно за теорією Власова за деяких умов стержень може втрачати стійкість не в згинальній формі, а в згинально-крутильній, для якої значення критичної сили є значно меншим ніж для звичайної теорії поздовжнього згину.

За допомогою окремо розрахованих секторіальних геометричних характеристик, визначення яких можливо виконувати за допомогою «Конструктора тонкостінних перерізів (КТС-САПР)», який надходить до складу ПК «ЛІРА-САПР», подальший розрахунок може бути зведений до аналізу напружено-деформованого стану як самого перерізу, так і конструкції в цілому. При розрахунках враховані зміна типів опорних закріплень балок при однаковому навантаженні. На рис. 3 та рис.4 наведені розрахункова та деформована схеми шарнірно обпертої та жорстко затисненої балки при дії на неї статичного навантаження (навантаження прийнято однаковим у вигляді власної ваги балки).

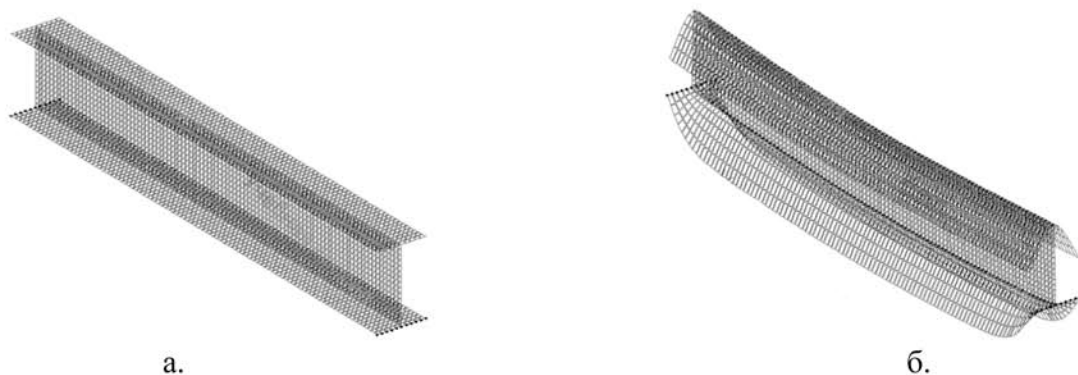


Рис. 3. Розрахункова та деформована схеми шарнірно обпертої балки при дії статичного навантаження (власної ваги).

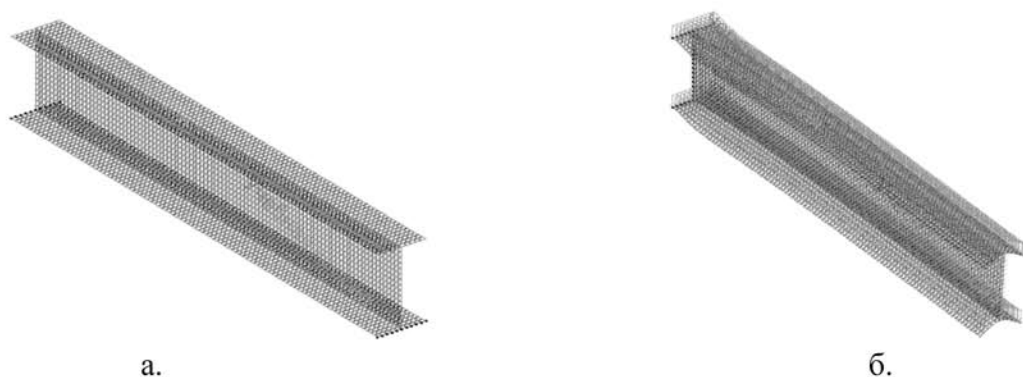


Рис. 4. Розрахункова та деформована схеми жорстко затисненої балки при дії статичного навантаження (власної ваги).

Аналіз деформованих схем свідчить про зміни характеру деформування елементів прирізних закріпленнях. Подальший розрахунок буде присвячений аналізу змін значень кутів закручування та бімоментів. Отримані результати можуть бути використані при розрахунку споруди в цілому, одним елементом якої є конструкція тонкостінного поперечного перерізу.

ЛІТЕРАТУРА

1. Власов В.З. Тонкостенные упругие стержни. М.: Физматгиз, 1955.г. – 566 с.