

Консольні балки мають широке використання у будівництві. Тому важливим є питання визначення їх прогинів і кутів повороту перерізів за довжиною балки в умовах діючого зовнішнього навантаження. У даній роботі досліджується вплив саме параметрів розподіленого навантаження на вказані параметри деформаційного стану балки, що є актуальним питанням на стадії проектування споруд.

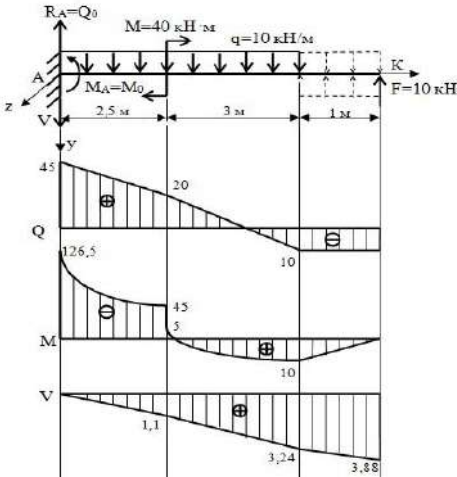


Рисунок 1– епюри внутрішніх сил

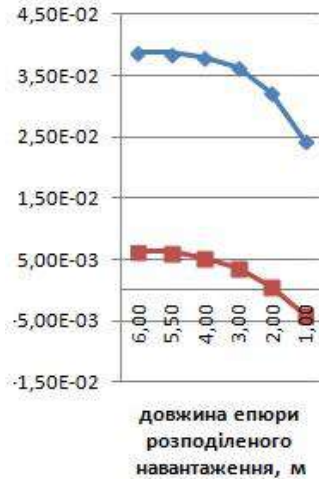


Рисунок 2– прогини і кут повороту

Розрахункова схема конструктивного елемента наведена на рис.1. В процесі розрахунку визначено реакції у защемленні, побудовано епюри поперечних сил та згинальних моментів, а з умови міцності – згинальну жорсткість для двотавра № 36 з моментом інерції 13380 см<sup>4</sup>. На рис.2 показано прогини (синій колір) і кути повороту (червоний колір) перерізу балки в точці "К", які досліджено методом початкових параметрів за допомогою пакету Excel. Аналіз графіків показує, що при зміні довжини розподіленого навантаження в діапазоні 1÷6 м, прогин балки збільшується відповідно в діапазоні 2,45÷3,88 см, а кут повороту перерізу може змінюватись з додатного до від'ємного значення на рівні -4,04E-3 рад. Цей важливий результат треба враховувати в реальних умовах.

## ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ В УМОВАХ ДЕФОРМУВАННЯ ЗА МЕЖАМИ ПРУЖНОСТІ

*Романова А.В.*

*Науковий керівник – Чупринін О.О., канд. техн. наук, доцент*

Широке поширення стержневих і тонкостінних конструкцій як елементів сучасних будівельних конструкцій вимагає розвитку нових методів розрахунку таких конструктивних елементів.

Завдання пластичної течії в тонкостінних елементах конструкцій привертало увагу дослідників протягом досить тривалого періоду. Однак, інтерес до пластичного деформування елементів конструкцій не слабшає. У зв'язку з тим, що методи розв'язання фізично нелінійних задач пластичності і повзучості близькі (метод послідовних наближень або метод змінних параметрів пружності, метод пружних розв'язків та ін.) і методологічна основа однакова, розглянемо методи розв'язання пружних і пружно-пластичних задач.

При дослідженні двовимірних задач теорії тонких оболонок змінної товщини, які описуються звичайними диференціальними рівняннями, пропонується підхід, заснований на зниженні розмірності за допомогою методу сплайн-апроксимації, вирішення задачі в одному координатному напрямку і чисельного рішення по іншій координаті (метод дискретної ортогоналізації).

Більш складні завдання деформування оболонок, які описуються рівняннями в приватних похідних, вирішуються методами, що зводять їх до одновимірних завдань: поділу змінних, Власова-Канторовича, і методом, що ґрунтується на розкладанні функції в ряди Фур'є. Рішення геометрично нелінійних задач оболонок полягає в лінеаризації вихідних нелінійних рівнянь і граничних умов, що дозволяє вихідну задачу звести до послідовності лінійних задач.

Досить широко поширені методи безпосереднього інтегрування диференціальних рівнянь сучасними чисельними методами. Процес навантаження оболонки розбивається на ряд малих етапів за часом. На кожному етапі завдання вирішується методом послідовних наближень, в кожному наближенні вирішується лінеаризована крайова задача для нормальної системи звичайних диференціальних рівнянь. Для інтегрування роздільної системи використовується метод Рунге-Кутта з дискретною ортогоналізацією.

Геометрична форма і умови навантаження реальних конструктивних елементів є досить складними. У зв'язку з цим для аналізу напружено-деформованого стану (НДС) елементів конструкцій останнім часом широко використовується метод скінчених елементів (МСЕ).

У зв'язку з цим розглянуті методи вирішення задач теорії стрижнів і тонких оболонок на базі МСЕ, по суті є варіаційним методом.

Найпростіший скінчений елемент (СЕ) оболонки обертання має прямолінійну образуючу.

При цьому оболонку представляють у вигляді декількох кільцевих елементів. Мінімальна кількість вузлових точок - дві (по межах елемента). Кожна вузлова точка має три ступені свободи нормальне і дотичне переміщення і кут повороту. Це фактично повторює ступені свободи балочного елемента в глобальній системі координат. Переміщення в елементі задані у вигляді поліномів: нормальні третього ступеня, дотичні - першої.

Застосування найпростіших елементів з малим числом ступенів свободи для задовільного опису НДС конструкції вимагає поділу її на велике число СЕ. При більш точній апроксимації поля переміщень вдається використовувати менше число елементів великих розмірів. Це в багатьох випадках призводить до збільшення точності результатів розрахунків, особливо при необхідності диференціювання функцій при знаходженні напруження.

## **ВИЗНАЧЕННЯ РЕЗЕРВУ НЕСУЧОЇ ЗДАТНОСТІ ПОЗДОВЖНЬОЇ БАЛКИ ВІЗКА ВАГОНУ МЕТРО ПРИ ДІЇ РІВНОМІРНО РОЗПОДІЛЕНОГО НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ РОЗРАХУНКУ ПО ГРАНИЧНОМУ СТАНУ**

*Бабаєв Д.М.*

*Науковий керівник – Кузнецов О.М., канд. техн. наук, доцент*

Пріоритетними напрямками та заходами для основних галузей міського електричного транспорту є підвищення резерву несучої здатності конструкцій. Ця проблема досліджується в працях багатьох зарубіжних і вітчизняних авторів. При всьому різноманітті існуючих підходів до цієї проблеми на транспорті у багатьох випадках вони не дозволяють раціонально використовувати всі можливості конструкції. Не розкритими залишаються резерви міцносних характеристик по несучій здатності поздовжньої балки візка головного вагону складу метрополітену при дії по середині балки рівномірно розподіленого силового навантаження. Тому актуальним залишається завдання реалізації надійного методу розрахунку, який би забезпечував не тільки міцність конструкції, але і приводив би до збільшення терміну служби рухомого складу. Тому в роботі запропоновано нові підходи для підвищення ресурсозберігаючого резерву міцності поздовжньої балки візка головного вагону складу метро за рахунок розробки нових наукових рішень щодо модернізації ресурсозбереження на міському електричному транспорті. Для досягнення мети були сформульовані ос-