

СЕКЦІЯ «ТЕОРЕТИЧНА І ПРИКЛАДНА МЕХАНІКА»

УДК 531 (075.8)

Омельченко О.С.¹, Шалева Н.В.², Крамаренко О.О.³

¹старш. викл. НУ «Запорізька політехніка»

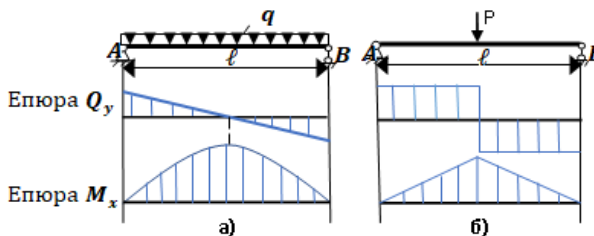
²асист. НУ «Запорізька політехніка»

³студ. гр. М- 114сп НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ ДВОХОПОРНОЇ БАЛКИ В ЗАЛЕЖНОСТІ ВІД ХАРАКТЕРУ ПРИКЛАДЕНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

Напружено-деформований стан балки значно залежить від характеру прикладеного навантаження. Розглянемо два випадки: рівномірно-розподілене навантаження та зосереджена сила тієї ж величини (прикладена посередині довжини балки).

Для дослідження розглядали балку на двох опорах (шарнірно-нерухома та шарнірно-рухома), з двома видами навантажень. Довжина балки $l = 2$ м. Для подальшого дослідження були побудовані епюри поперечних сил та згинальних моментів (Рис. 1)



а) – рівномірно розподілене навантаження q (Н/м);

б) - зосереджена сила P (Н) посередині балки.

Рисунок 1 - Епюри поперечних сил і згинальних моментів.

У випадку рівномірно розподіленого навантаження поперечна сила зменшується лінійно. При цьому згинальний момент має вигляд плавної квадратичної параболи з екстремумом (Рис.1 а). При прикладанні зосередженої сили P такої ж величини поперечна сила має «стрибок» в точці прикладання сили, а епюра згинального моменту трикутної форми з максимумом теж в точці прикладання сили.

Було проведено дослідження впливу характеру навантаження на прогин балки. Прийняли такі дані для розрахунку:

Балка двотаврового профілю №30 (ДСТУ 2251:2018) зі сталі з $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па. Довжина балки: $\ell = 2$ м. Рівномірно розподілене навантаження: $q = 20$ кН/м.

Розрахунок проводили за методом Мора.

В результаті отримані розрахункові величини нормальних напружень, формули для розрахунку і значення максимального прогину балки в обох випадках (табл. 1).

Таблиця 1 – Розрахункові значення нормальних напружень і максимального прогину двотаврової балки

Рівномірно-розподілене навантаження		Зосереджена сила	
$\sigma_{max} = 86,2$ МПа		$\sigma_{max} = 86,2$ МПа	
$\Delta_{max} = \frac{5q\ell^4}{384EJ_x}$	$\Delta_{max} = 1,14$ мм	$\Delta_{max} = \frac{P\ell^3}{48EJ_x}$	$\Delta_{max} = 0,091$ мм

При проектуванні елементів та конструкцій в машинобудуванні важливо, щоб прогин балки або валу не перевищував допустимих границь. Це регламентується ДСТУ та у міжнародній практиці прогин валів у машинобудуванні регламентується такими стандартами, як наприклад ДСТУ ISO 7919-5:2014, DIN 743, AGMA 6001-D97.

Був проведений розрахунок з такими ж самими умовами розподілу навантажень, але для валу круглого поперечного перерізу $d = 60$ мм. При цьому отримані значення максимального прогину: при рівномірно-розподіленому навантаженні $\Delta_{max} = 0,156$ мм, при зосередженій силі $\Delta_{max} = 0,025$ мм.

Висновки: Зосереджена сила створює різкі концентрації напружень і локальні деформації, а рівномірне навантаження розподіляє навантаження більш плавно, знижуючи максимальні напруження. При цьому характер вигину балки при розподіленому навантаженні більш плавний, але за величиною більший, ніж при прикладанні зосередженої сили. При розподіленому навантаженні прогин більш ніж у 6 разів, ніж при зосередженій силі. Вал круглого поперечного перерізу з таким діаметром залишається дуже жорстким навіть при розподіленому навантаженні. Прогин 0,156 мм знаходиться у допустимих межах всіх типів валів.