

РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЇ

Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця

Анотація.

В роботі представлено результати розробки та розрахунку схеми навантаження конструкції при чистому згині. Математична модель об'єкту дозволила визначити вантажесіємність складеної конструкції. Змінний параметр, який враховує схему розкриття шайб як функції згинального моменту.

Ключові слова: чистий згин, міцність, деформація, кривина, напруження, контактні поверхні, рівняння рівноваги конструкції.

Abstract. The paper presents the results of design and calculation of load circuit design for flat bend. A mathematical model allowed the facility to determine the position of opening borders washers as a function of bending moment.

Keywords: pure flat bend, strength, deformation, curvature, stress, contact surface design balance equation

При розв'язанні задач в опорі матеріалів середовище вважають абсолютно пружним. В дійсності реальне тіло певною мірою виявляє відмінність властивостей від досконалої пружності. При значних навантаженнях ця відмінність стає настільки суттєвою, що в розрахунковій схемі суцільне середовище характеризують вже іншими властивостями, які більш відповідають новому характеру деформування реального об'єкта. При розв'язанні задачі про чистий згин стержня (болта діаметром d) зміцненого великою кількістю шайб (з відповідним зовнішнім діаметром D) суцільне середовище вважаємо як ізотропне. В розрахунковій схемі реального об'єкта (рис. 1) вважаємо, що після зняття навантаження (попереднього натягу N та моменту M) геометричні розміри тіл повністю відновлюються.

Доти, доки значення моменту M є незначним, контактні поверхні не розкриваються. Кривина бруса ρ (рис. 2) буде визначена за формулою $\frac{1}{\rho} = \frac{M}{EJ} = \frac{64M}{E\pi D^4}$.

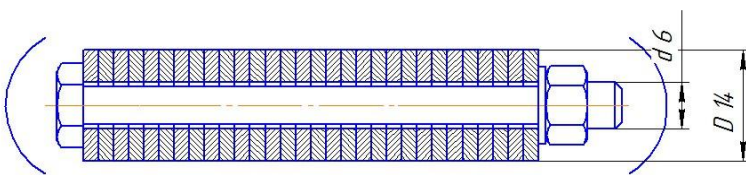


Рис. 1. Розрахункова схема

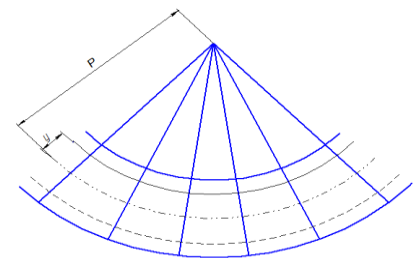


Рис. 2 – Схема розкриття контактних поверхонь шайб при чистому згині стержня

Найбільше та найменше значення напружень стискування відповідно складає:

$$\sigma = \frac{4P}{\pi(D^4-d^2)} + \frac{32MD}{E\pi D^4} \quad \text{та} \quad \sigma = \frac{4P}{\pi d^2} + \frac{32Md}{\pi D^4}.$$

Контактні поверхні шайб в нижній частині бруса почнуть розкриватися, коли значення моменту M досягне значення M_1 .

$$\text{При цьому} \quad \frac{4P}{\pi(D^2-d^2)} = \frac{32M_1D}{\pi D^4} \quad \text{або} \quad M_1 = P \frac{D^3}{8(D^2-d^2)}.$$

При $M > M_1$ контактні поверхні частково розкриваються. Для розв'язання задачі визначення нормальних напружень постає необхідність визначення моменту опору як функції розкриття контактних поверхонь шайб. Відносно видовження шару, що знаходиться на відстані Y від осі, складається з трьох частин. Перша частина викликана видовженням системи попереднім натягом. Для балки це буде визначено видовженням

$$\varepsilon'_6 = \frac{4P}{E\pi d^2}.$$

Для шайби

$$\varepsilon'_ш = -\frac{4P}{E\pi(D^2-d^2)}.$$

Друга частина видовження складається з видовження осі внаслідок викривлення бруса (для болта і для шайб – це однакова величина). Ця величина є невідомою. Третя складова деформації – це таке видовження, яке Відповідні значення напружень для болта та шайби будуть мати значення

$$\sigma_6 = E(\varepsilon'_6 + \varepsilon_0 - \frac{y}{\rho}) \text{ та } \sigma_ш = E(\varepsilon'_ш + \varepsilon_0 - \frac{y}{\rho}). \quad (1)$$

При цьому величина $\sigma_ш$ може бути тільки від'ємною (стиск), і тому в виразі для значення змінною у має відповідати умові:

$$y \geq y_1 = \rho(\varepsilon'_ш + \varepsilon_0)$$

Після підстановки (1) в рівняння рівноваги пружної системи та інтегрування отримуємо:

$$(\varepsilon'_ш + \varepsilon_0)F_ш^* - \frac{1}{\rho}S_ш^* + (\varepsilon'_6 + \varepsilon_0)F_6 = 0, \quad (2)$$

$$-E(\varepsilon'_ш + \varepsilon_0)S_ш^* + \frac{E}{\rho}J_ш^* + \frac{E}{\rho}J_6 = M. \quad (3)$$

Змінний параметр Y_1 дозволяє виразити найбільше напруження стиску в шайбах та найбільше напруження розтягу в болті:

$$\sigma_{ст.ш} = E\varepsilon'_ш \frac{(F_ш+F_6)(y_1-\frac{D}{2})}{y_1(F_ш^*+F_6)-S_ш^*},$$

$$\sigma_{розт.б} = E\varepsilon'_ш \frac{(F_ш+F_6)(\frac{S_ш^*-y_1F_ш^*}{F_6}+\frac{d}{2})}{y_1(F_ш^*+F_6)-S_ш^*}.$$

Таким чином, задачу можна вважати розв'язаною.

Висновки:

1. Результати розробки дозволили скласти розрахункову схему на визначити екстремальні значення розтягу та стиску в елементах конструкції при чистому згині.
2. Математична модель досліджуваного об'єкту дозволила визначити вантажепід'ємність складеної конструкції з урахуванням змінного параметру, який враховує степінь розкриття шайб.

Кукіль Роман Віталійович, Вінницький національний технічний університет, студент факультету МТ, гр. ІІМ-15б, м. Вінниця, e-mail: romankukil@mail.ru

Лавренюк Вадим Валерійович, Вінницький національний технічний університет, студент факультету МТ, гр. ІІМ-15б, м. Вінниця, e-mail: valim.lavrenyuk@mail.ru

Науковий керівник **Архіпова Тетяна Федорівна**, к.т.н., доцент кафедри ОМПМ, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: tfarhipova@gmail.com

Kukil Roman Vitaliyovich, Vinnitsya National Technical University, student ІІМ-15 group, Vinnitsya town, e-mail: romankukil@mail.ru

Lavrenyuk Vadim Valeriyovich, Vinnitsya National Technical University, student ІІМ-15 group, Vinnitsya town, e-mail: valim.lavrenyuk@mail.ru

Supervisor **Tatyana Arkhipova F.**, Ph.D., Associate Professor of OMPM, Vinnitsya National Technical University, Vinnitsya, e-mail: tfarhipova@gmail.com