

6. Панченко А. Н. Теория измельчения почв почвообрабатывающими орудиями / А. Н. Панченко. – Днепропетровск, 1999. – 139 с.
7. Медведев В. В., Слободюк П. И., Пащенко В. Ф., Баглай К. И., Хливняк Г. Г. Рабочий орган для предпосевной обработки почвы в подсеменном слое // Механизация и электрификация с.х. – 1986. – № 5. – С. 20-22.
8. Пащенко В. Ф. Моделирование взаимодействия с почвой рабочего органа с гибким элементом / В. Ф. Пащенко // Сб. научн. трудов ХГАУ “Технология производства и конструирование сельскохозяйственных машин”. – Харьков, 1997. – С. 12-22.
9. Пащенко В. Ф. Механико-технологические средства эколого-экономического совершенствования процессов обработки почвы : дис. д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Пащенко Владимир Филимонович. – Харьков, 2005. – 314 с.

## УДК 624.014

### ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗПОДІЛУ НАДІЙНОСТІ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ АРКИ

*Богданов С.І., старший викладач*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*В статті викладена методика надійності арки сферичного типу. Розрахунок виконується при проектуванні оптимальних аркових конструкцій, який полягає в проектуванні конструкції таким чином, щоб у всіх перетинах конструктивного елемента арки надійність була заданою, а маса при цьому була мінімально можливою.*

В якості ілюстрації цієї методики розглянемо задачу оптимального розподілу надійності сферичної арки радіусом  $r = 1\text{ м}$ . Нехай навантаження і несуча здатність арки підлягає експоненційному закону. Для законів розподілу маємо:

$$f(q) = \lambda \exp[-\lambda(q - q_0)]; \quad (1)$$

$$f(R) = \lambda \exp[-\lambda(R - R_0)]. \quad (2)$$

Оскільки  $S = Kq$ , то закон розподілу напруг  $S$  буде мати вигляд:

$$f_1(S) = \lambda_1 \exp[-\lambda_1(S - S_0)], \quad (3)$$

$$\text{де } \lambda = \frac{\lambda_3}{K} \text{ та } S_0 = Kq_0 \quad (4)$$

Тоді для визначення надійності арки можна використовувати рівняння:

$$H = \int_{-\infty}^{\infty} f_2(R) \left[ \int_{-\infty}^R f_1(S) ds \right] dR. \quad (5)$$

$$\text{Оскільки } \int_{-\infty}^R f_1(S) ds = \int_{S_0}^R f_1(S) ds = \int_{S_0}^R \lambda_1 \exp[-\lambda_1(S - S_0)] ds = 1 - \exp[-\lambda_1(R - S_0)], \quad (6)$$

$$\text{то } H = \int_{S_0}^R \lambda_2 \exp[-\lambda_2(R - R_0)] \{1 - \exp[-\lambda_1(R - S_0)]\} dR =$$

$$\lambda_2 \exp(\lambda_2 R_0) \int_{R_0}^{\infty} \exp(-\lambda_2 R_0) dR - \lambda_2 \exp(\lambda_2 R_0 + \lambda_1 S_0) \int_{R_0}^{\infty} \exp[-(\lambda_1 + \lambda_2)R] dR =$$

$$1 - \frac{\lambda_2}{\lambda_2 + \lambda_1} \exp[-\lambda_1(R_0 - S_0)]. \quad (7)$$

$$\text{Підставимо замість } \lambda_1 = \frac{\lambda_3}{K} \text{ та } S_0 = Kq_0, \quad (8)$$

отримаємо рівняння в наступному вигляді:

$$H = 1 - \frac{K\lambda_2}{K\lambda_2 + \lambda_3} \exp\left(\lambda_3 q_0 - \frac{\lambda_3 R_0}{K}\right), \quad (9)$$

Це рівняння наближеним способом можна розв'язати відносно  $K$ .

Аналітичний розв'язок цього рівняння подамо у вигляді

$$(1 - H) \left(1 + \frac{\lambda_3}{K\lambda_2}\right) = \exp\left(\lambda_3 q_0 - \frac{\lambda_3 R_0}{K}\right). \quad (10)$$

Знаючи  $K$  як коефіцієнт типу елемента конструкції арки визначимо розміри арки поперечного перерізу елемента конструкції. Для часткового випадку, коли  $q_0 = R_0 = 0$ , розв'язок можна отримати в замкненому вигляді.

В такому випадку розв'язок рівняння буде

$$H = 1 - \frac{K\lambda_2}{K\lambda_2 + \lambda_3}, \quad (11)$$

звідки маємо

$$K = \frac{\lambda_3(1-H)}{\lambda_2 H}. \quad (12)$$

Безрозмірній формі, позначивши  $n = \frac{m_R}{Km_q}$ ;  $A_q = \frac{\sigma_q}{m_q}$ ;  $A_R = \frac{\sigma_R}{m_R}$ ,

рівняння надійності будемо мати у вигляді:

$$H = 1 - \frac{A_q}{A_q + nA_R} \exp\left[\frac{1 - A_q - n(1 - A_R)}{A_q}\right]. \quad (13)$$

Тут було враховано, що  $m_R = R_0 + \frac{1}{\lambda_2}$ ;  $\sigma_R = \frac{1}{\lambda_2}$ ;  $m_q = q_0 + \frac{1}{\lambda_3}$ ;  $\sigma_q = \frac{1}{\lambda_3}$ .

Тепер можна при різних значеннях от  $A_R$  та  $A_q$  побудувати графіки  $n = f(H)$ .

Нехай сферична арка радіусом  $r = 10\text{ м}$  навантажена тиском  $q$  величина якого випадкова за експоненційним розподілом в якого  $\lambda_3 = 5,75 \frac{1}{\text{МПа}}$ ,  $q_0 = 2\text{ МПа}$ .

Края арки шарнірно спираються на пружне опорне кільце (рис. 1).

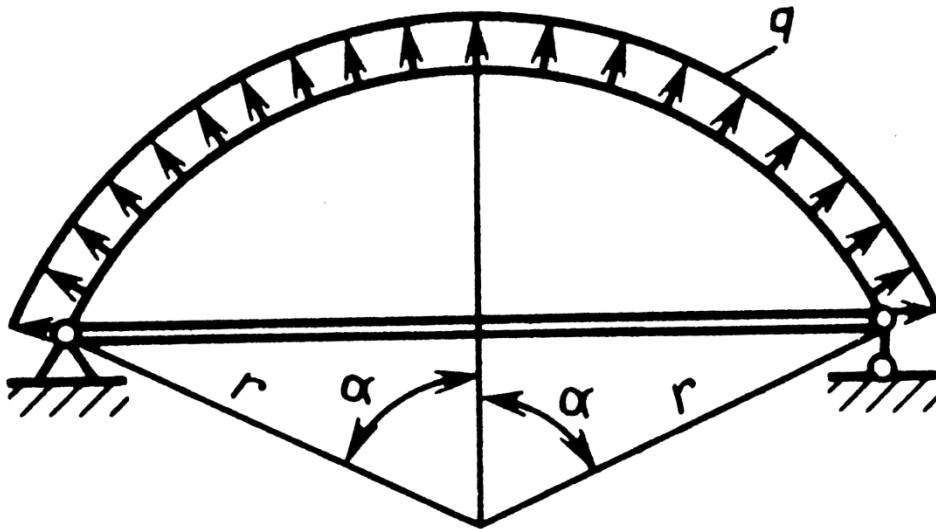


Рис. 1. Арка круглого типу

Матеріал арки і кільця однаковий, його несуча здатність випадкова за експоненційним законом розподілу, в якого  $\lambda_3 = 0,03 \frac{1}{\text{МПа}}$ ,  $R_0 = 300\text{ МПа}$ .

Необхідно знайти товщину  $h$  арки та площу поперечного перерізу опорного кільця, щоб надійність арки 0,99.

Для заданих параметрів  $m_R = 333,33 \text{ МПа}$  ,  $m_q = 2,174 \text{ МПа}$  ,  $A_R = 0,1$  ,  $A_q = 0,08$ .

За побудованими графіками  $n = f(H)$  беремо на кривій ( $A_q = 0,08$  та  $A_R = 0,1$ ) значення  $n$  , яке відповідає надійності арки  $h = 0,99$  .

Це значення надійності знаходиться за рівнянням (13). Тоді  $K = \frac{m_R}{nm_R} = \frac{333,33}{1,35 \cdot 2,174} = 113,576$ .

Оскільки для типу елемента конструкції арка коефіцієнт  $K$  буде визначатися  $K = \frac{r}{2h}$  , то звідси  $h = \frac{r}{2K} = \frac{1}{2 \cdot 113,576} = 4,4 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

$$\text{Для опорного кільця маємо } K = \frac{r^2 \sin a}{2} \left[ \frac{\cos a - 0,39 \frac{\sqrt{rh}}{r \sin a}}{F + 0,39h\sqrt{rh}} \right].$$

Візьмемо  $a = 60^\circ$  , тоді маємо

$$113,576 = \frac{1 \cdot 0,866}{2} \left[ \frac{\cos a - 0,39 \frac{\sqrt{1 \cdot 0,44}}{10 \cdot 1 \cdot 0,866}}{F + 0,39 \cdot 0,44 \cdot 10^{-3} \sqrt{1 \cdot 0,44}} \right].$$

Розв'язучи відносно  $F$  , отримаємо  $F = 1,678 \cdot 10^{-3} \text{ м}$ .

### ЛІТЕРАТУРА

1. Бакієв М. 1978. До питання про навантаження, що діють на конструкції покриття. / М. Бакієв, В. Кузнецов, Р. Сафін. Міжвузівський збірник. Вип. 2, Котел. — 28 - 31.
2. Богза Ст. М 1998. Принципи створення конструктивних форм сталевих каркасів полегшеного типу з універсальних елементів. /В. Р. Богза // Металеві конструкції,- №1. — 61-64.

3. Богза В. Р. 2005. Нові типи сільськогосподарських споруд / У. Р. Богза, С. В. Богданов. Сучасні будівельні конструкції з металу і деревини: Збірник наук. тр. — Одеса; ТОВ Внешрекламасервис. — 4.2. — с. 4-8.
4. Геммерлинг А. 1974. Оптимальне проектування метало конструкцій. / А.с Геммерлинг // Будівельна механіка і розрахунок споруд, — №4. — 10-13.
5. Гнітко А. 1976. Розрахунок надійності сталевих статично невизначених конструкцій. Збірник наукових праці (галузеве машинобудування, будівництво) / О. Гнітко; Вип. 1 Полт. держ. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка; - Полтава: ПДТУ ім. Юрія Кондратюка, 1998.
6. Гнітько А. В. 1998. Розрахунок надійності сталевих статично невизначених конструкцій. Збірник наукових праць (галузеве машинобудування, будівництво) / О. В. Гнітько; Вип. 1 Полт. держ. техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка; — Полтава : ПДТУ ім. Юрія Кондратюка.
7. Іщенко И. І, 1979. Легкі металеві конструкції одноповерхових виробничих будівель. - Справ. посібник під. ред. — 200.

**УДК 534.121/.122**

### **ФОРМУВАННЯ ХВИЛІ ТИСКУ В РІДИНІ ПРИ ТОЧКОВОМУ ВВОДІ ЕНЕРГІЇ**

*Шептилевський О.В., к.ф.-м.н., доцент*

*Миколаївський національний аграрний університет*

*Побудовано розв'язок початково-крайової задачі для системи порожнина-рідина. Розв'язано задачу взаємодії газової порожнини з нев'язкою стислою рідиною. Побудований розв'язок дозволяє врахувати взаємний вплив газової порожнини і оточуючої рідини. Побудовано розв'язок задачі для рухливої границі порожнини при її взаємодії з нев'язкою стислою рідиною з урахуванням геометричної нелінійності пульсацій газової порожнини без використання рухливих сіток.*

Розглянута система часто зустрічається в різних галузях науки і техніки, зокрема при зберіганні скрапленого газу під тиском і легко