

Ю.В. Гуцуляк, к.т.н., доцент, І.В. Дворянин к.т.н., А.Р. Дзюбик, к.т.н., Т.Б. Юзьків, к.т.н., доцент (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності)

РОЗРАХУНОК БАНДАЖУ ТА КОНСТРУКЦІЯ УСТАНОВКИ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ АВАРІЙНО-ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ РОБІТ

Запропонована принципова конструкція установки для проведення аварійно-відновлювальних робіт, яка дозволяє проводити їх без застосування дорогого обладнання, не вимагає експлуатаційних витрат та не займає багато площі. Виконано розрахунок бандажу гідродомкрата для будь-яких його розмірів заданих в безрозмірному вигляді.

Статистика свідчить, що кількість аварій та надзвичайних ситуацій постійно зростає. Події в Пакистані, Катовіце, Москві показують, що проведення аварійно-рятувальних робіт на першому етапі виключає можливість використання важкої техніки, оскільки в такому випадку виникає загроза життю людей. Застосування спеціальних пристроїв, які здатні розвивати значні зусилля не створюючи загрози життю людей та не вимагають спеціальних джерел живлення (особливо в гірських та важкодоступних місцевостях), є актуальним завданням аварійно-рятувальних служб. В зв'язку з цим, аторами була розроблена принципова схема установки (рис.1).

Установка складається із маодернізованого гідродомкрата обладнаного бандажем [1], силового гідроциліндра, з'єднувальних армованих гумових трубопроводів та спеціального запірною пристрою.

В процесі експлуатації гідроциліндр встановлюють на опорну плиту та за допомогою армованих шлангів з'єднують його з модернізованим гідродомкратом. Важіль плунжерного механізму приводять в зворотно-поступальний рух і створюють тиск в напірній порожнині гідродомкрата та в напірній порожнині гідроциліндра, величину якого вимірюють зразковим манометром. Поршень гідроциліндра переміщується вгору і розвиває зусилля, необхідне для проведення аварійно-відновлювальних робіт. Об'єм робочої рідини, який подається плунжером гідродомкрата, є значно меншим від об'єму гідроциліндра, тому швидкість підйому поршня гідроциліндра є малою.

В такий спосіб ми вииграємо в зусиллях і програємо в переміщеннях.

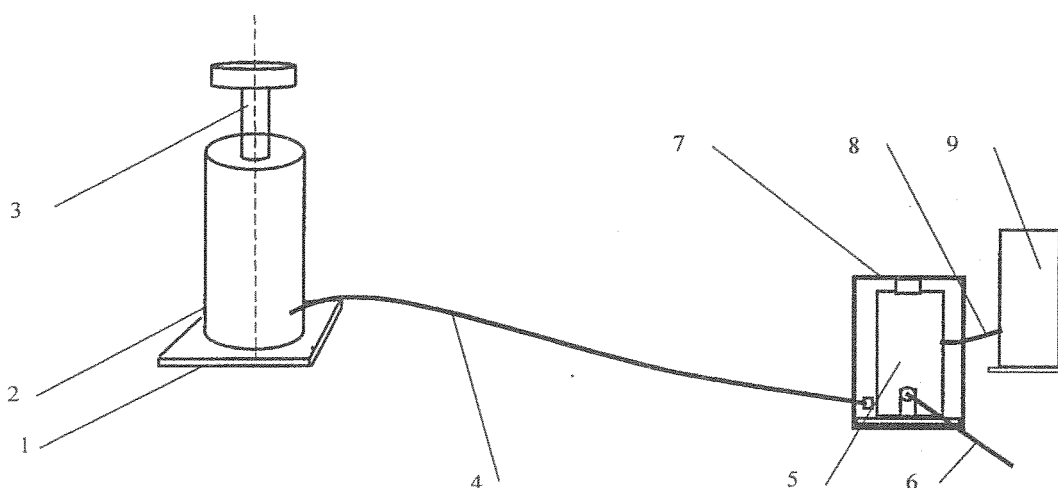


Рис. 1. Принципова схема установки проведення аварійно-відновлювальних робіт

- 1- опорна плита; 2- гідроциліндр; 3 - поршень гідроциліндра;
4 - з'єднувальні трубопроводи; 5 - гідродомкрат; 6 - важіль; 7 - бандаж;
8 - всмоктуючий трубопровід; 9- резервуар з маслом

Для отримання більших зусиль доцільніше використовувати гідропривід з великою площею циліндра. Стискаюче зусилля визначається:

$$N = p_1 A_1; \quad (1)$$

де p_1 - тиск в нагнітальній порожнині гідроциліндра; A_1 - площа гідроциліндра в нагнітальній порожнині. Необхідну площу поршня гідроциліндра можна визначити виходячи із умови:

$$A_1 = \frac{N_{необ}}{N_0} A_0; \quad (2)$$

де A_1, A_0 - відповідно площі штока гідроциліндра та гідродомкрата; $N_{необ}, N_0$ - відповідно максимально необхідні зусилля на штоці гідроциліндра та гідродомкрата.

Розміри поперечного перерізу бандажу знаходять за допомогою методу сил, склавши канонічні рівняння для тричі статично невизначуваної системи [2].

Розрахункова схема бандажу для будь-якої комбінації його розмірів показана на рис.2.

Прийmemo : $\frac{b}{h} = n; \frac{l}{a} = m.$

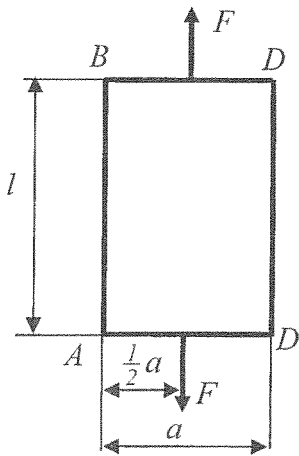
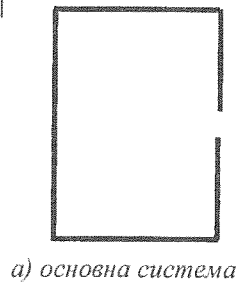
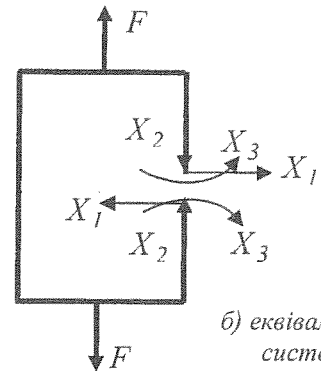


Рис. 2

Вибираемо основну та еквівалентну системи методу сил рис.3.



а) основна система



б) еквівалентна система

Рис.3

Будуемо епюри згинальних моментів від зовнішнього навантаження та одиничних сил рис.4. та визначаємо коефіцієнти та вільні члени канонічних рівнянь методу сил.

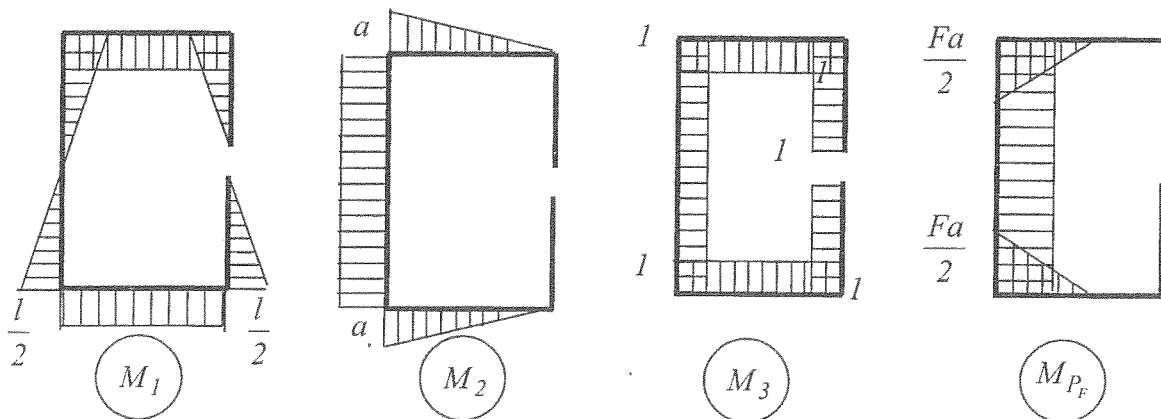


Рис. 4. Епюри згинальних моментів від одиничних та зовнішніх сил.

$$EI_z \delta_{11} = 4 \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{2}{3} \cdot \frac{l}{2} + 2 \cdot \frac{l}{2} \cdot a \cdot \frac{l}{2} = \frac{a^3}{2} \left(\frac{m^3}{3} + \frac{m^2}{2} \right);$$

$$EI_z \delta_{12} = 0; \quad EI_z \delta_{13} = 0;$$

$$EI_z \delta_{22} = 2 \cdot \frac{l}{2} \cdot a \cdot a \cdot \frac{2}{3} \cdot a + l \cdot a \cdot a = a^3 \left(m + \frac{2}{3} \right);$$

$$EI_z \delta_{23} = -2 \cdot \frac{l}{2} \cdot a \cdot a \cdot l - l \cdot a \cdot l = -a^2 (m + 1);$$

$$EI_z \delta_{33} = 2 \cdot l \cdot l \cdot l + 2 \cdot a \cdot l \cdot l = 2a(m + 1);$$

$$EI_z \Delta_{1F} = 0;$$

$$EI_z \Delta_{2F} = -2 \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{Fa}{2} \cdot \frac{a}{2} \left(\frac{a}{2} + \frac{2}{3} \cdot \frac{a}{2} \right) - \frac{Fa}{2} \cdot l \cdot a = -\frac{Fa^3}{2} \left(m + \frac{5}{12} \right);$$

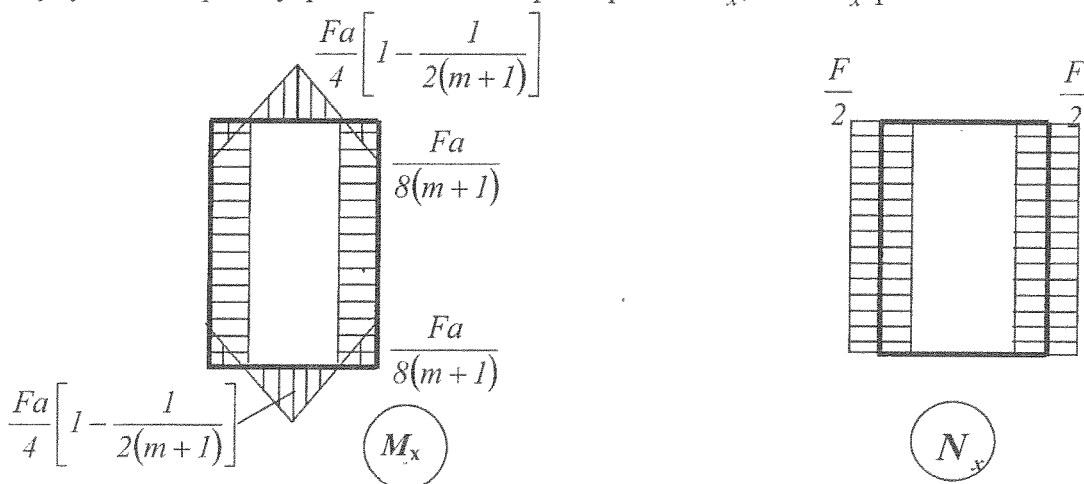
$$EI_z \Delta_{3F} = 2 \cdot \frac{l}{2} \cdot \frac{Fa}{2} \cdot \frac{a}{2} l + \frac{Fa}{2} \cdot l \cdot l = -\frac{Fa^3}{2} \left(m + \frac{1}{2} \right).$$

Записуємо та розв'язуємо систему канонічних рівнянь

$$\begin{cases} X_1 = 0 \\ a^3 \left(m + \frac{2}{3} \right) \cdot X_2 - a^2 (m + 1) \cdot X_3 = \frac{Fa^3}{2} \left(m + \frac{5}{12} \right) \\ -a^2 (m + 1) \cdot X_2 + 2a(m + 1) \cdot X_3 = -\frac{Fa}{2} \left(m + \frac{1}{2} \right) \end{cases} \quad (3)$$

$$\text{Звідки: } X_1 = 0; \quad X_2 = \frac{F}{2}; \quad X_3 = \frac{Fa}{8(m+1)}. \quad (4)$$

Будуємо епюри внутрішніх силових факторів $En M_x$; $En N_x$ рис.5



$$\text{При } \frac{l}{a} \geq 1; \quad M_{max} = \frac{Fa}{4} \left[1 - \frac{l}{2(m+1)} \right]$$

якщо $m = 1$, то $M_{max} = \frac{3Fa}{16}$; що збігається з розв'язком одержаним С. Л. Посацьким [3]

Необхідну товщину бандажу h визначаємо з умови міцності на згин (ланка ВС), а перевірку міцності виконаємо для елементів у яких виникає згинальний момент та поперечна сила (ланка АВ), що особливо актуально при великих значеннях m , яке залежить від конструктивних розмірів гідродомкрата.

Міцність поздовжніх ланок BC і AD визначається із умови міцності на згин, враховуючи, що $M_{max} = \frac{Fa}{4} \left[1 - \frac{l}{2(m+1)} \right]$; та $W_z = \frac{bn^2}{6} = \frac{nh^3}{6}$ одержуємо:

$$\frac{3Fa}{2nh^3} \left[1 - \frac{l}{2(m+1)} \right] \leq [\sigma] \quad (5)$$

звідки $h \geq \sqrt[3]{\frac{3Fa}{2n} \left[1 - \frac{l}{2(m+1)} \right]}$ (6)

Міцність поздовжніх ланок AB і CD визначається із умови міцності на згин та осьовий розтяг

$$\frac{M_{AB}}{W_z} + \frac{N}{A} \leq [\sigma], \quad \text{або} \quad \frac{F_A}{4(m+1)n^3} + \frac{F}{2nh^2} \leq [\sigma] \quad (7)$$

$$\frac{F}{2nh^3} \left(\frac{3a}{2(m+1)} + h \right) \leq [\sigma]$$

$$\frac{3F_a + 2F(m+1)h}{4n(m+1)h^3} \leq [\sigma]$$

$$3F_a + 2(m+1)Fh \leq 4n(m+1)h^3 [\sigma]$$

$$4n(m+1)[\sigma]h^3 - 2(m+1)Fh - 3F_a = 0$$

$$\text{або} \quad c_1 h^3 + c_2 h + D = 0 \quad (8)$$

де $c_1 = 4n(m+1)[\sigma]$; $c_2 = -2(m+1)F$; $D = -3F_a$.

Дійсний корінь рівняння (8), отриманий за допомогою універсального математичного редактора MATCAD:

$$h_1 = \frac{1}{6c_1} \left[\left[-108D + 12\sqrt{3} \left[\frac{4c^2 + 27D^3 c_1}{c_1} \right]^{\frac{1}{3}} \right] c_1^2 \right]^{\frac{1}{3}} - 2 \frac{c_2}{\left[\left[-108D + 12\sqrt{3} \left[\frac{4c^2 + 27D^3 c_1}{c_1} \right]^{\frac{1}{2}} \right] c_1^2 \right]^{\frac{1}{3}}}$$

Висновок.

1. Запропоновано принципову конструкцію установки для проведення аварійно-відновлювальних робіт.

2. Виконано розрахунок бандажу гідродомкрата для будь-яких його розмірів, заданих в безрозмірному вигляді. На основі аналізу одержаних розв'язків встановлено, що товщину бандажу слід приймати за більшим значенням h або h_1 .

ЛІТЕРАТУРА

1. Гуцуляк Ю.В., Кокотко Я.В. Деякі результати дослідження податливості гумових армованих шлангів заповнених маслом. В кн.: *Теплотехнические системы и устройства. Вестник Львов. Политехн. Ин – та №160 – Львов Вища школа. Вид-во при ЛДУ, 1982*

2. Гурняк Л.І., Гуцуляк Ю.В., Юзьків Т.Б. Опір матеріалів. Навчальний посібник для вивчення курсу при кредитно – модульній системі навчання. Навчальний посібник. - Львів: Новий світ 2000, 2005. – 388с.

3. Посацький С.Л. Опір матеріалів. Вид-во ЛДУ, 1973, 404 с.