

Є.А. Васильєв, к. т. н., доцент

С.М. Янко, магістрант

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

РОЗРАХУНОК БАГАТОШАРОВОЇ ДІАФРАГМИ РОЗЧИНОНАСОСА

Розглянуто діафрагмовий розчинонасос, поліпшення його працездатності за рахунок заміни звичайної (резинової) діафрагми на багатошарову із більш зносостійкого матеріалу.

Ключові слова: розчинонасос, діафрагма, матеріал.

Рассмотрен диафрагмовый растворонасос, улучшение его работоспособности за счет смены обычной (резиновой) диафрагмы на многослойную из более износостойкого материала.

Ключевые слова: растворонасос, диафрагма, материал.

Considered diaphragm screed pump improve its efficiency by replacing conventional (rubber) diaphragm for a multi longer lasting material.

The key words: screed pump, diaphragm, material.

Постановка проблеми

В сучасному будівництві діафрагмові розчинонасоси набули широкого застосування, в зв'язку із рядом переваг, головні з яких:

- плунжерно-діафрагмова схема подання гарантує надійність експлуатації і високу ремонтпридатність розчинонасоса;
- швидке приведення розчинонасоса в робочий стан;
- можливість транспортування щонайширшого спектру будівельних сумішей;

- простота обслуговування;
- порівняно низька споживана потужність;
- незначні габарити.

Але в них є один дуже значний недолік: низька довговічність гумової діафрагми, що становить, як правило, не більше 100 машино/год.

Цей критерій працездатності змушує постійно проводити ремонти та кожного разу замінювати діафрагму на нову, що, в свою чергу, змушує постійно витратити кошти на новий робочий орган, за простий розчинонасоса та безпосередньо на заробітну платню механіка, що обслуговує техніку.

Тому нами було вирішено проаналізувати даний недолік та знайти шляхи вирішення цієї проблеми.

Аналіз останніх досліджень і виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми

В сучасних розчинонасосах використовують гумові діафрагми і, як правило, одношарові. Цей матеріал є еластичним та недорогим, але під дією постійних сил тертя та втомних напружень він дуже швидко зношується.

Формулювання цілей статті

Нами було вирішено спроектувати таку діафрагму розчинонасоса, яка би складалася із деякої кількості шарів, при цьому використовуючи сучасні матеріали, які мають більш якісніші характеристики порівняно із звичайною гумою.

Виклад основного матеріалу

Розглянемо діафрагму, яка проектується. Зовнішні шари, які безпосередньо контактують з середовищем, потрібно виконати із дуже зносостійких матеріалів. При цьому цей матеріал повинен мати доволі високі значення еластичності, мати гарну стійкість до окислення, перепаду температур, високий коефіцієнт подовження, та високі адгезійні характеристики (зчеплення, здатність склеюватися), для того, щоб уникнути впливів тертя між шарами діафрагми та для здобуття кращих характеристик від «спільної» роботи. Тобто

кожний суміжний шар діафрагми повинен компенсувати недоліки шару, із яким доторкається.

Найкращим матеріалом зовнішніх шарів діафрагми на наш погляд є хлоропреновий каучук або поліхлоропрен, бо цей матеріал має наступні переваги:

- гарні показники зносостійкості, твердості (твердість по Шору: 50 ± 5);
- великі значення опору до розриву ($12,7 \text{ кг/см}^2$);
- великі значення опору до задиру ($4,3 \text{ кг/см}$);
- стійкість до впливу різних температур ($-45 \dots 100 \text{ }^\circ\text{C}$);
- відмінна адгезія до металів і тканин;
- стійкість до природного окислення;
- хлоропреновий каучук має хімічну стійкість до дій олій, кислот і лугів.

Зовнішні шари піддаємо технологічному процесу вулканізації. Таким чином ми підвищимо характеристики міцності, його твердість та еластичність, але при цьому дещо знижуються його пластичні якості. Щоб нівелювати цей недолік, внутрішні шари діафрагми будемо виконувати з таким матеріалів, які мають гарні показники пластичності та адгезії.

Шар діафрагми суміжний із поліхлоропреновим шаром будемо виконувати із бутадієнового каучука, який має гарні показники пластичності, а суміжний з ним ще з більш пластичного матеріалу – із опренового каучука.

На рисунку 1 зображено проєктовану структуру діафрагми.

В зв'язку з тим, що головним критерієм працездатність є стирання зовнішнього шару діафрагми – проведемо аналіз зносостійкості матеріалів, які ми розглядаємо кандидатами на це призначення. Також для порівняння проведемо дослід над матеріалом діафрагми сучасних розчинонасосів виконаних із гуми використовуючи «Метод визначення опору стиранню при коченні з проковзуванням» за ГОСТ 12251-77.

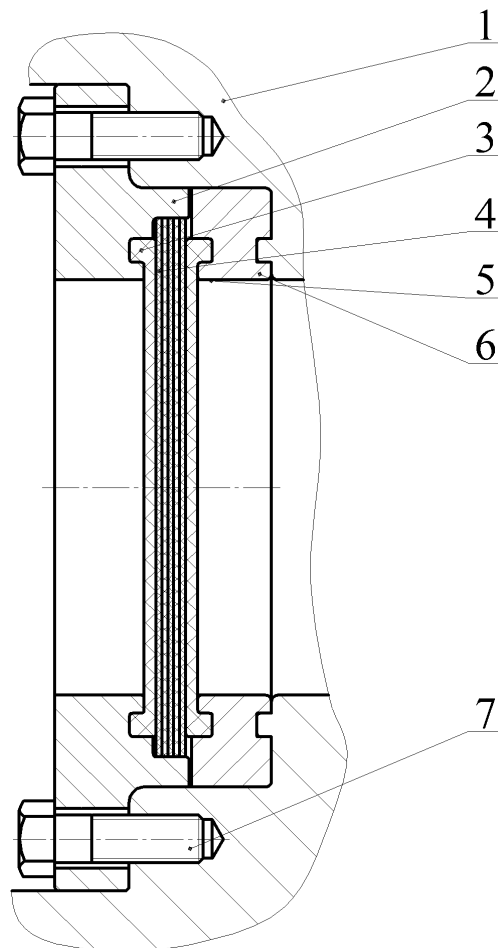


Рисунок 1 – Багатошарова діафрагма розчинонасоса: 1 – корпус; 2 – кільце затискне; 3 – зовнішні шари діафрагми із поліхлоропрена; 4 – внутрішні шари діафрагми виконані із бутадіїнового каучука; 5 – внутрішні шари із синтетичного ізопренового каучука; 6 – кільце упорне; 7 – болтове з’єднання

Для цього спочатку виготовляємо зразки у формі кільця із зовнішніми діаметрами $50 \pm 0,5$ мм, внутрішніми діаметрами $10 \pm 0,2$ мм та товщиною $10 \pm 0,2$ мм.

Схема пристрою, на якому виконуються досліді, зображено на рисунку 2.

Вулканізуємо експериментальний зразок в прес-формі під тиском не менше 3,5 МПа. На поверхні зразків не повинно бути пор, раковин, тріщин, сторонніх включень та інших дефектів. Кількість експериментальних зразків обираємо: 3.

Апаратуру, матеріал та структуру проведення експерименту проводимо за ГОСТ 12251-77.

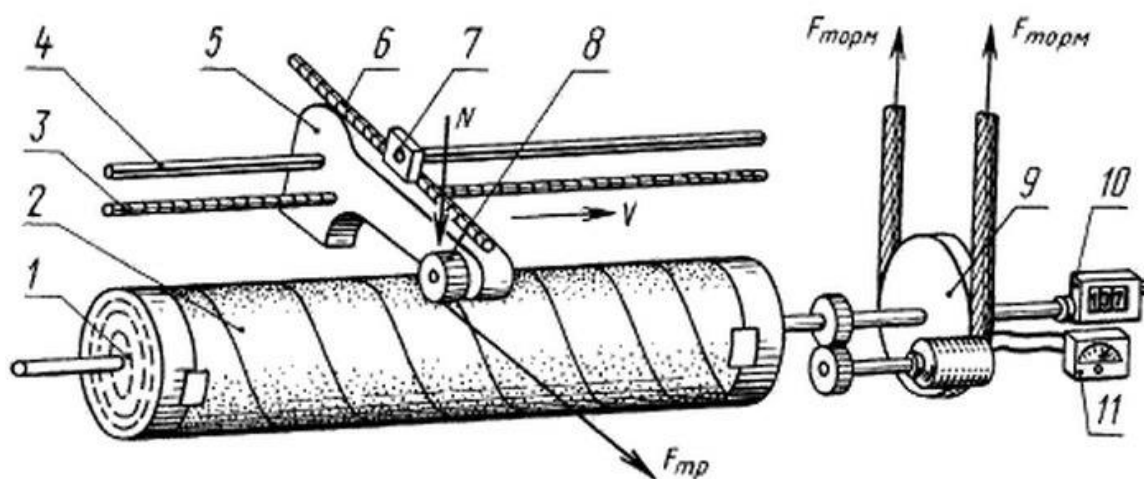


Рисунок 2 – Схема дослідного пристрою: 1 – барабан; 2 – лента шліфувальної шкурки; 3 – ходовий гвинт; 4 – шліцьовий валик; 5 – шпindel каретки; 6 – напрямна; 7 – вантаж; 8 – зразок; 9 – гальмо-силовимірювач; 10 – лічильник оборотів; 11 – електротахометр.

Експерименти проводимо для наступних матеріалів:

- ебоніт;
- поліхлоропреновий каучук;
- етилен-пропиленовий каучук;
- хлоропреновий каучук;
- полісульфідний каучук.

Типи каучуків обрані за характеристиками та здатністю піддаватися вулканізації.

Наводимо приклад розрахунку для двох експериментальних зразків: із ебоніту та поліхлоропренового каучуку. Результати оброблених даних для інших матеріалів заносимо до таблиці 1.

Опір зносу β , Дж/мм³ визначаємо за формулою:

$$\beta = \frac{A}{\Delta V},$$

де A – робота сил тертя, Дж;

ΔV – зменшення об'єму матеріалу, мм³ ;

$$A = F \cdot l,$$

де F – сила тертя під час експерименту, Н;

l – довжина траєкторії тертя, м, визначається по формулі

$$l = \frac{\pi \cdot D \cdot (n_0 - n_1) \cdot t}{60},$$

де D – діаметр барабана, м;

n_0 – частота обертання барабана на «холостому ході», 1/хв;

n_1 – частота обертання барабана при гальмуванні, 1/хв;

t – час випробування, с.

$$l = \frac{3,14 \cdot 0,2 \cdot (240 - 60) \cdot 600}{60} = 1130,4;$$

Значення сили тертя під час випробування ми можемо визначити із наступної залежності:

$$F_{\text{гум.}} = N \cdot k_{\text{гум.гум.}}$$

де N – нормальна складова зусилля, Н, $N = 2000$.

$k_{\text{гум.гум.}}$ – коефіцієнт тертя резини об резину при незначному змащуванні,

$$k_{\text{гум.гум.}} = 0,3 \dots 0,4.$$

$$F_{\text{гум.}} = 2000 \cdot 0,35 = 700,$$

$$F_{\text{пол.}} = N \cdot k_{\text{гум.пол.}}$$

де $k_{\text{гум.пол.}}$ – коефіцієнт тертя резини об полі хлоропрен при незначному змащуванні, $k_{\text{гум.пол.}} = 0,27 \dots 0,37$.

$$F_{\text{пол.}} = 2000 \cdot 0,32 = 640.$$

$$\Delta V_{\text{мат.}} = \frac{10^9 \cdot (m_1 - m_2)}{\rho_{\text{мат.}}};$$

де m_1 – маса зразка до експерименту, кг;

m_2 – маса зразка після експерименту, кг;

$\rho_{\text{мат.}}$ – густина матеріалу, кг/м³.

$$\Delta V_{\text{гум.}} = \frac{10^9 \cdot (m_1 - m_2)}{\rho_{\text{гум.}}};$$

де $\rho_{\text{гум.}}$ – густина гуми 1280 кг/м³.

$$\Delta V_{\text{гум.}} = \frac{10^9 \cdot (0,0250 - 0,0178)}{1280} = 5625;$$

$$\Delta V_{\text{пол.}} = \frac{10^9 \cdot (m_1 - m_2)}{\rho_{\text{пол.}}};$$

де $\rho_{\text{пол.}}$ – густина поліхолопрену 150 кг/м³.

$$\Delta V_{\text{пол.}} = \frac{10^9 \cdot (0,003 - 0,00287)}{150} = 866,7.$$

$$A_{\text{гум.}} = F_{\text{гум.}} \cdot l = 700 \cdot 1130,4 = 0,791 \cdot 10^6;$$

$$A_{\text{пол.}} = F_{\text{пол.}} \cdot l = 640 \cdot 1130,4 = 0,723 \cdot 10^6;$$

$$\beta_{\text{гум.}} = \frac{A_{\text{гум.}}}{\Delta V_{\text{гум.}}} = \frac{0,791 \cdot 10^6}{5625} = 140,6;$$

$$\beta_{\text{пол.}} = \frac{A_{\text{пол.}}}{\Delta V_{\text{пол.}}} = \frac{0,723 \cdot 10^6}{866,7} = 834,2;$$

За результат експерименту приймають середнє арифметичне не менш трьох значень показників, що відмінюються від середнього не більше ніж на 10%.

Якщо результати експерименту відрізняються від середнього значення більше ніж на 10% і після обробки залишилося менше трьох показників, випробування повторюють і розраховують середнє значення по всім показникам.

Результати експериментів над іншими зразками занесені в таблицю 1

Таблиця 1

Результати експерименту

Матеріал заготовки	Ебоніт	Поліхлоро- преновий каучук	Етилен- пропилено- вий качук	Хлороп- реновий каучук	Полісуль- фідний каучук
Густина, кг/м ³	1280	150	860	1180	1450
Маса зразка, кг	0,025	0,003	0,017	0,023	0,028

Матеріал заготовки	Ебоніт	Поліхлоро- преновий каучук	Етилен- пропилено- вий качук	Хлороп- реновий каучук	Полісуль- фідний каучук
Маса зразка після експериментальних дослідів, кг:					
Дослід №1	0,0178	0,00287	0,0153	0,0207	0,0241
Дослід №2	0,0176	0,00286	0,0151	0,0211	0,0243
Дослід №3	0,0180	0,00293	0,0148	0,0215	0,0248
Сер, арифметичне	0,0178	0,0029	0,0151	0,0211	0,0244
Зменшення об'єму, мм ³	5625	756	2248	1610	2483
Сила тертя, Н	700	640	715	590	644
Робота сили тертя, Дж	791280	723456	808236	666936	727978
Опір зносу, Дж/мм ³	140,7	957,5	359,5	414,2	293,2

Висновки

Таким чином ми можемо прийти до висновку, що показник опору зносу шару проектованої діафрагми із поліхлоропренового каучука вищий за показник опору зносу інших дослідуваних матеріалів, тому остаточно приймаємо саме цей матеріал.

Література

- 1 Баладинський В, Л, та ін, Будівельні машини: Збірник вправ, – К.: 1997, – 123 с,
- 2 Баладинський В, А.: Навч посібник, – К: Либідь, 2001, – 368 с,
- 3, Кузина Э, Н, Строительные машины, Справочник, Т, 1, Под общ, ред, Кузина Э, Н, – М.: Машиностроение, 1991, – 486 с,
- 4, Оніщенко О, Г, та ін, Механізація опоряджувальних робіт у будівництві – К.: Урожай, 1998, – 223 с,
- 5, Оніщенко О, Г,, Помазан В, М, Будівельна техніка: навч, посібник – К.: Урожай, 1999, – 300 с.