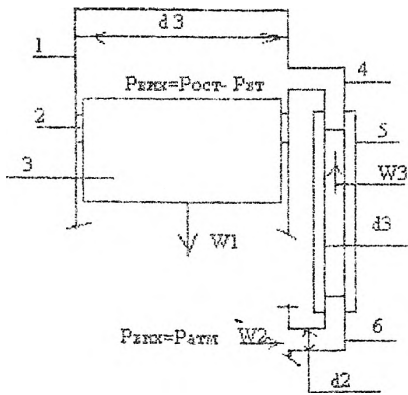


**МЕХАНІЗМ ПОПАДАННЯ І ПЕРЕМІЩЕННЯ
АГРЕСИВНОГО СЕРЕДОВИЩА В ГАЛЬМІВНУ КАМЕРУ З
ПРУЖИННИМ ЕНЕРГОАКУМУЛЯТОРОМ (ГКПЕА)
ВЕЛИКОВАНТАЖНИХ АВТОМОБІЛІВ ТИПУ ЗІІ, КамАЗ, КраЗ,
МАЗ В УМОВАХ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПЕРЕВЕЗЕНЬ.**

Досліджено механізм попадання агресивного середовища в циліндр ГКПЕА. Проведені розрахунки швидкості переміщення потоку повітря в дренажній трубці, які свідчать про можливість попадання часток забруднень при експлуатації автомобіля. Досліджено кількість і склад забруднень. Дослідження є основою для розробки заходів щодо підвищення показників безвідказності та довговічності ГКПЕА.

Питання підвищення безпеки дорожнього руху є першочерговими, їх актуальність зростає з кожним роком у міру збільшення чисельності автомобільного парку та погіршення стану доріг, що відбувається в даний час на Україні. Технічний стан і регулювання механізмів та складових частин гальмівної частини здійснює безпосередній вплив на безпеку руху, продуктивність автомобіля, а також на втомлюваність водія в процесі роботи. На великовантажних автомобілях типу ЗІІ, КамАЗ, КраЗ, МАЗ встановлені гальмівні системи, що відповідають сучасним вимогам безпеки руху, але, як свідчить практика, в умовах сільськогосподарських перевезень ці гальмівні системи мають строк служби і показники надійності нижчі, ніж від регламентованих заводами-виробниками автомобілів. Досвід експлуатації показує, що найбільш вразливими складовими частинами гальмівних систем є ГКПЕА. Одним з відказів, що найчастіше трапляється, є порушення герметичності між циліндром і ущільнюючим кільцем поршня ГКПЕА. [1] При русі автомобіля по бездоріжжю, ґрунтовій дорозі або забрудненій з твердим покриттям в зоні розміщення ГКПЕА утворюються інтенсивні повітряні вихрові потоки, насичені агресивним середовищем (частки абразиву, мінеральних добрив, волога та інше) (АС). Проведенні нами дослідження порушень герметичності циліндра і ущільнюючого кільця поршня ГКПЕА виявили зношування циліндра і ущільнюючого кільця, що в свою чергу веде до підгальмовування автомобіля або і взагалі до неможливості розгальмування стояночного гальма. Ознакою зношування циліндра і ущільнюючого кільця поршня є втеча стислого повітря через дренажну трубку, що супроводжується характерним шипінням. В результаті візуального контролю деталей ГКПЕА встановлено, що циліндр піддається абразивному і корозійно-механічному зношуванню, а кільце - абразивному. Свідченням цього є багаточисленні риски і подряпини робочих поверхонь, які розміщені в напрямку руху поршня, спостерігаються також сліди корозійного пошкодження циліндра та інших деталей внутрішньої порожнини.

Нами досліджений механізм переміщення вологи, часток абразиву та мінеральних добрив із оточуючого середовища в зону контакту циліндра і ущільнюючого кільця поршня.



- 1. Циліндр ГКПЕА.
- 2. Ущільнююче кільце поршня.
- 3. Поршень.
- 4,6 Патрубки.

Рис 1. Схема роботи ГКПЕА.

5. Дренажна трубка.

d1- діаметр циліндра, $d_1 = 15 \cdot 10^{-2}$ м

d2 - діаметр патрубка, $d_2 = 5 \cdot 10^{-3}$ м

d3 - діаметр дренажної трубки, $d_3 = 6 \cdot 10^{-3}$ м

М

Розглянемо можливість транспортування АС природним шляхом під час дії стояночної гальмівної системи. Для цього визначимо швидкість повітряного потоку в патрубках і дренажній трубці. За допомогою розробленого та виготовленого стенда для випробувань ГКПЕА експериментально встановлено, що швидкість поршня W_1 може досягати $5 \cdot 10^{-2}$ м/с. Оскільки причиною руху повітря є рух поршня, то витрата повітря визначається саме параметрами руху поршня. Для наближеної оцінки можна вважати, що гідравлічні втрати $P_{вт}$ (перепад тиску на подолання гідравлічних опорів) по довжині дренажної трубки і патрубків (трубопроводу) незначні порівняно з середнім абсолютним тиском повітря у трубопроводі, що наближено дорівнює атмосферному тиску $P_{ат}$. Тоді рух повітря по трубопроводу можна у першому наближенні розглядати як рух нестискуваної рідини. Для руху повітря по трубопроводу виконуватиметься рівняння нерозривності потоку, згідно якого масова витрата G_i повітря буде однаковою для будь-якого i -го поперечного перерізу трубопроводу.

Об'ємна витрата повітря у циліндрі дорівнює :

$$Q_v = S_1 \cdot W_1 \tag{1}$$

де S_1 - площа поперечного перерізу циліндра, m^2

$$S_1 = \frac{\pi \cdot d_1^2}{4} \tag{2}$$

де d_1 - діаметр циліндра, м

Масова втрата повітря у циліндрі:

$$G = Q_v \cdot \rho_{п} \tag{3}$$

Оскільки $G_{п} = G_1 = \text{Const}$ (для будь-якого перерізу), а згідно з початковими припущеннями рух повітря подібний до руху нестискуваної рідини, тобто $P = \text{const}$, то з рівняння (3) з урахуванням прийнятих допущень можна отримати:

$$Q_{v1} = \text{Const} \tag{4}$$

для будь-якого поперечного перерізу, тобто

$$Q_{v1} = Q_{v2} = Q_{v3} \tag{5}$$

Шляхом нескладних перетворень отримаємо:

$$W_2 = W_1 \cdot \frac{d_1^2}{d_2^2} \quad (6)$$

$$W_3 = W_1 \cdot \frac{d_1^2}{d_3^2} \quad (7)$$

Підставивши стандартні значення діаметрів деталей ГКПЕА, наприклад, автомобілів КамАЗ отримаємо:

$$W_2 = 900W_1 = 45 \text{ м/с}$$

$$W_3 = 625W_1 = 31,25 \text{ м/с}$$

Проаналізуємо здатність даного потоку повітря транспортувати частки агресивного середовища. Для того, щоб потік повітря здатен був транспортувати частки абразиву і мінеральних добрив необхідно, щоб швидкість цього потоку на вертикальних ділянках трубопроводу була як мінімум у 1,3...1,5 разів більшою за швидкість витання часток, а на горизонтальних ділянках - в 2,0-2,2 рази.

Тобто повинна виконуватись умова:

$$\begin{cases} W_2 = (2,0 \dots 2,2) W_B \\ W_3 = (1,3 \dots 1,5) W_B \end{cases} \quad (8)$$

Швидкість витання вираховується за формулою:

$$W_{\text{вит}} = \sqrt{\frac{8m \cdot g}{\xi \cdot \rho_n \pi \cdot d^2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (\rho_m - \rho_n) \cdot g \cdot d_2}{3 \cdot \xi \cdot \rho_n}} \quad (9)$$

де m - маса частки, кг

g - прискорення земного тяжіння, кг. м/с²

ξ - коефіцієнт аеродинамічного опору частки.

ρ_n - густина повітря, що омиває частку, кг/м³

ρ_m - густина матеріалу частки, кг/м³

d_2 - діаметр частки, м.

При виконання умови (8) із формули (9) можна знайти максимальний діаметр частки, що транспортується потоком повітря.

$$d_{r\text{max}} = \frac{3W_i^2 \rho_n \xi}{4(\rho_m - \rho_n) g} \quad (10)$$

де W_i - швидкість повітря в i -му поперечному перерізі, м/с.

Провівши підрахунки для даного потоку і часток, ми отримали $W_{\text{вит}} = 7$ м/с, що підтверджується даними [2], $d_{\text{max}} = 3,4$ мм, тобто умова (8) виконується, і потік повітря здатен транспортувати частки. Ми знайшли видкості, виходячи з деяких допущень, щоб перевірити, чи ці допущення коректні, нам необхідно знайти втрати тиску $P_{\text{вт}}$, виходячи з отриманих орієнтовних швидкостей. Втрати тиску знайдемо для чистого повітря, без часток, за формулою:

$$\Delta P_{\text{вт}} = \sum \Delta P_{\text{лi}} + \sum \Delta P_{\text{m i}} \quad (11)$$

де $\sum_{\Delta} P_{li}$ - втрата напору за довжиною на тертя об стінки трубопроводів, Па

$$\sum_{\Delta} P_{li} = K \lambda i \frac{l_i}{d_i} \cdot \frac{\rho n W_i^2}{2} \quad (12)$$

де K і λ , l_i , d_i , W_i - відповідно коефіцієнт опору тертя, довжина, діаметр і швидкість руху повітря в i -му поперечному перерізі.

$\sum \Delta P_{mi}$ - втрата напору на подолання місцевих опорів

$$\Delta P_{mi} = \xi \rho n \frac{W_i^2}{2} \quad (13)$$

де ξ - коефіцієнт місцевого опору.

Провівши розрахунки для вищезгаданого потоку і ГКПЕА, стримали, що $P_{вт}$ складає

(1,1...1,2) * 10³ Па, тоді:

$$P'_{вих} = P_{вх} - \Delta P_{вт} \quad (14)$$

де $P'_{вих}$ - тиск на вході в циліндр ГКПЕА, Па

$P_{вх} = P_{атм}$ - тиск на вході в трубопровід.

Знаючи $P'_{вих}$ та вважаючи, що потік газу по трубопроводі ізотермічний (температура розріджених газів при дроселюванні практично не змінюється), знаходимо густину повітря на виході:

$$\rho_{п.вих} = P'_{вих} / RT \quad (15)$$

де $R = 288$ Дж/кг · К° - газова стала повітря

T - абсолютна температура, К°.

Провівши розрахунки, ми прийшли до висновку, що відносна зміна густини повітря на вході і виході з трубопроводу не перевищує 1.8 %, що вказує на справедливості вищепроведеного розгляду руху повітря як нестискуваної рідини. Нами досліджений механізм дії ГКПЕА в складних дорожніх умовах, який підтверджує вищепроведені розрахунки переміщення часток абразива, мінеральних добрив, вологи із оточуючого середовища в залу контакту циліндра і ущільнюючого кільця поршня відбувається природнім шляхом. Встановлено, що цикл транспортування часток із оточуючого середовища в циліндр ГКПЕА включає два такти:

1 такт. Поступання АС в гальмівну камеру. При розгальмуванні робочого гальма під діафрагмою створюється розрідження, під дією якого простір, що звільняється, заповнюється забрудненим повітрям із атмосфери через отвори в кришці гальмівної камери. (рис.2а).

2 такт. Переміщення агресивного середовища із гальмівної камери в надпоршневий простір ГКПЕА. При гальмуванні автомобіля стояночним гальмом в надпоршневому просторі виникає розрідження, під дією якого з порожними гальмівної камери агресивне середовище надходить в надпоршневий простір (рис.2б). Потім частки забруднень осідають на дзеркалі циліндра і деталях надпоршневого простору, сприяючи їх корозії. В процесі розгальмування стояночного гальма абразивні частки, заклинюючись між циліндром і ущільнюючим кільцем поршня, викликають абразивне зношування останніх. Нами встановлено, що вага забруднень знята з деталей внутрішньої порожнини циліндрів ГКПЕА, які поступили в Житомирський автоцентр КамАЗ, становить до 20 г на 1 енергоакумулятор. Примірний розподіл (за масою) абразивних часток забруднень за механічним складом визначені за стандартною методикою [3] таке:

до 0,01 мм - 26%

від 0,001 мм до 0,25 мм - 40%

від 0,25 мм до 0,5 мм - 21%

від 0,5 мм до 1 мм - 9%
 від 1 мм до 1,5 мм - 4%
 що підтверджує наші розрахунки і припущення.

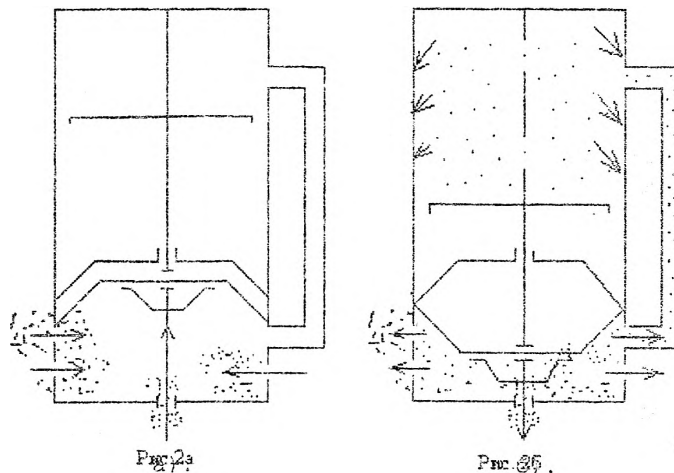


Рис. 2. Цикл транспортування часток АС із оточуючого середовища в циліндр ГКПЕА.
 а- 1-й такт , б- 2-й такт.

Література:

1. Гуревич Л.Д. Меламуд Р.А. Пневматический тормозной привод автотранспортных средств. - М.: Транспорт, 1988
2. Спизаковский А.О. Дьячков В.К. Транспортирующие машины - М.: Машиностроение, 1983, 487 с.
3. Урбан Я. Пневматический транспорт (перевод с чешского). М.:Машиностроение, 1969-256с.

ДОКУНІХІН ВАЛЕРІЙ ЗОСИМОВИЧ - к.т.н., доцент, завідувач кафедри технічного сервісу та інженерної екології Державної агроекологічної академії України.

ПАВЛЕНКО АНДРІЙ ГАВРИЛОВИЧ - аспірант Державної агроекологічної академії України.