

*В.В. Чигрин, ад'юнкт, НУЦЗУ*

## **ДИНАМІЧНІ НАВАНТАЖЕННЯ ПРИ РОБОТІ ВІДЦЕНТРОВИХ НАСОСІВ**

(представлено д-ром техн. наук Ларіним О.М.)

В статті розглядається питання виникнення дисбалансу робочого колеса відцентрового пожежного насосу в результаті потрапляння сторонніх предметів в його проточну частину.

**Ключові слова:** відцентровий пожежний насос, дисбаланс робочого колеса, пожежний гідрант, всмоктувальний патрубок.

**Постановка проблеми.** Ефективність роботи пожежних і рятувальних підрозділів Міністерства надзвичайних ситуацій України (МНС) в значній мірі залежить від стану готовності пожежно-технічного озброєння. Основним тактичним підрозділом в МНС є відділення на пожежному автомобілі з встановленим на ньому відцентровим насосом. Однією з причин передчасного виходу відцентрового пожежного насоса з ладу при гасінні пожежі можна назвати вібрацію насосу, що виникає в результаті дисбалансу робочого колеса. Він виникає при попаданні сторонніх предметів в проточну частину насосу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В роботі [1] була розглянута дана проблема, але вібрація насосу виникала внаслідок дисбалансу приводу електродвигуна (замикання обмотки) чи руйнації фундаменту. Розглянуто стаціонарні відцентрові насоси, що використовувалися для перекачки нафтопродуктів на великих підприємствах, з приводом від електродвигуна. В роботі не розглядалися варіанти потрапляння сторонніх предметів в проточну частину насосу та як наслідок виникнення дисбалансу робочого колеса.

**Постановка завдання та його вирішення.** Метою роботи є визначення причини потрапляння різноманітних предметів в проточну частину відцентрового пожежного насоса, що приведе до дисбалансу робочого колеса.

На даний момент в Україні система водопостачання в цілому знаходиться в задовільному стані. Але, як ми знаємо, обладнання та комунікації застарілі і потребують заміни на нові. У зв'язку з цим, відбувається велика кількість розгерметизацій трубопроводів системи водопостачання, що в подальшому призводить до потрапляння сторонніх предметів в середину трубопроводу. Зазвичай ними являються каміння, гравій, цегла, шматки заліза і інше. Термін служби більшості трубопроводів уже давно скінчився. Внаслідок цього в трубопроводах утворюються отвори через які і потрапляють сторонні предмети в систему водопостачання.

Аналіз існуючих методів очистки води показав, що потраплян-

ня гравію, цегли та інших сторонніх предметів до водопровідної системи при дотриманні технологічного процесу неможливо. Це може виникнути лише при порушенні технологічного процесу очистки води.

Отже можна зробити висновок, що сторонні предмети можуть потрапляти в водопровідну систему внаслідок її руйнації або розгерметизації.

Більше 90% пожеж [2], які виникають в містах гасяться шляхом забору та подачі води при установці пожежного автомобіля на пожежний гідрант. Вони встановлені на трубопроводах міської системи водопостачання. Під час забору води з пожежного гідранта порожнина пожежного насоса не захищена, як це відбувається при заборі води з водоймищ. При заборі води з водоймища в кінці всмоктувальної лінії використовується всмоктувальна сітка конструкцією якої передбачається захист порожнини всмоктувальної лінії від потраплянь всередину сторонніх предметів. На пожежні гідранти встановлюється пожежна колонка, конструкцією якої не передбачено захист проточної частини. Внаслідок цього відбувається потрапляння сторонніх предметів, які знаходяться в системі водопостачання через пожежний гідрант та пожежну колонку в порожнину насоса.

Також причинами потрапляння сторонніх предметів в корпус пожежного гідранта можуть бути:

- нещільне закриття кульового клапана пожежного гідранта через несправність гумової прокладки;
- потрапляння піску, дрібних каменів між прокладкою і сідлом клапана пожежного гідранта;
- відсутність захисної кришки пожежного гідранта;
- засмічення колодязя, де розміщений пожежний гідрант.

Було проведено статистичний аналіз в пожежних частинах міста Харкова, на факт наявності сторонніх предметів в порожнині пожежних насосів. Предметами, що були виявлені в порожнині насосу були: каміння, куски метала, куски деревини тощо. Аналіз показав що найчастіше в корпусі насосу знаходять каміння щебеню та, в поодиноких випадках, сталеві болти з хвилерізів пожежної цистерни. Щебінь є найбільш небезпечним предметом, який викликає дисбаланс робочого колеса.

Згідно [3] щебінь має 8 фракцій, які враховують різні його розміри: 1) від 3 мм до 8 мм (євро щебінь); 2) від 5 до 10 мм; 3) від 10 до 20 мм; 4) від 5 до 20 мм; 5) від 20 до 40 мм; 6) від 25 до 60 мм; 7) від 20 до 70 мм; 8) від 20 до 70 мм.

Було проведено дослідження з метою визначення фракції щебеню, що потрапляє до порожнини насосу. Дослідження показали, що частіше всього ним є щебінь 3-ї, 5-ї та 6-ї фракції. Згідно [4] хід клапана пожежного гідранта становить 30 мм, що ще раз підтверджує, вибір 3-ї та 5-ї фракції розміру щебеню. Зробивши вибірку ще-

беню з 1000 каменів даних фракцій було визначено, який саме розмір та масу має щєбінь, що найчастіше потрапляє та застряє в робочому колесі насоса (рис. 1 та 2). З діаграм видно, що розмір щєбеню від 27 до 30 мм та середньою масою 11г має найбільшу вірогідність потрапляння і заклинювання в робочому колесі пожежного насоса. Форма щєбеню різноманітна, але вона не перевищує висоту ходу клапана пожежного гідранта та товщину пластмасової прокладки, яка знаходиться в основі пожежної колонки.

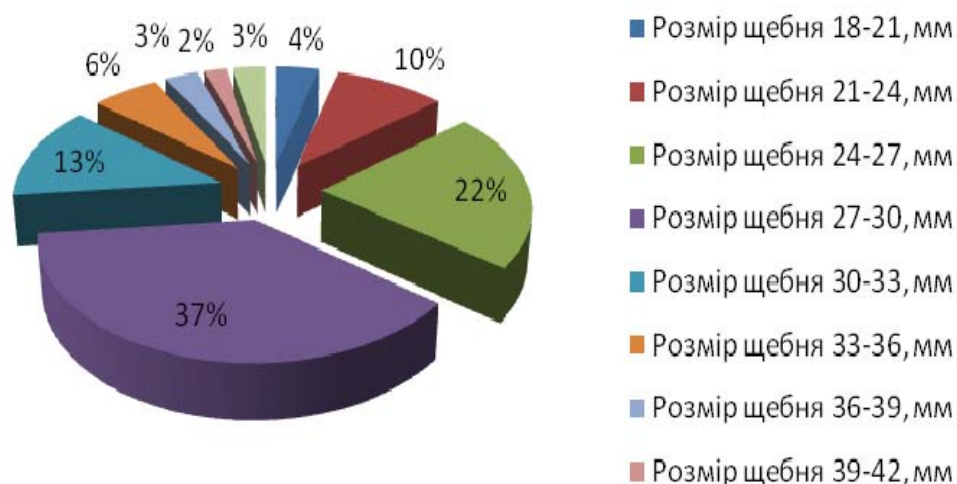


Рис.1 – Розподіл щєбеню за розмірами (при виборці із 1000 каменів)

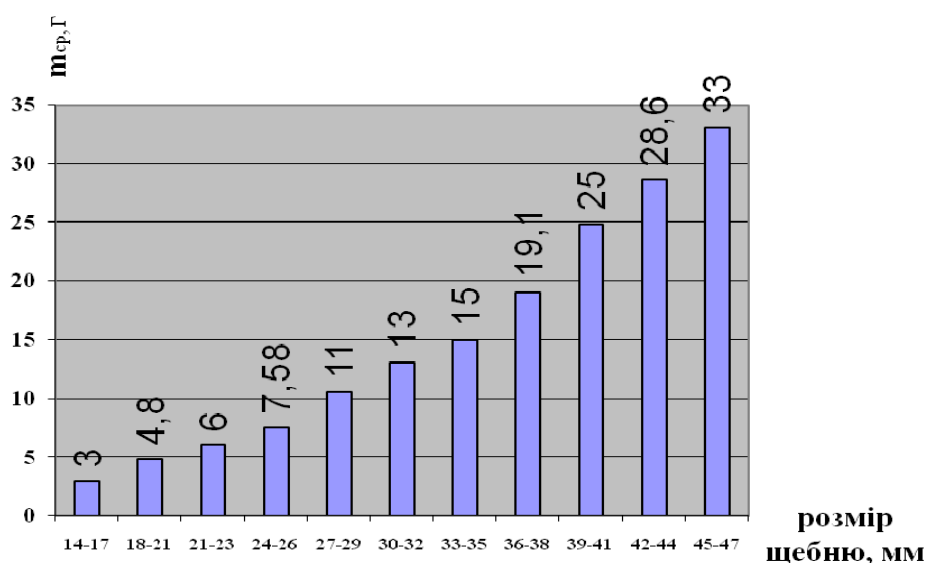
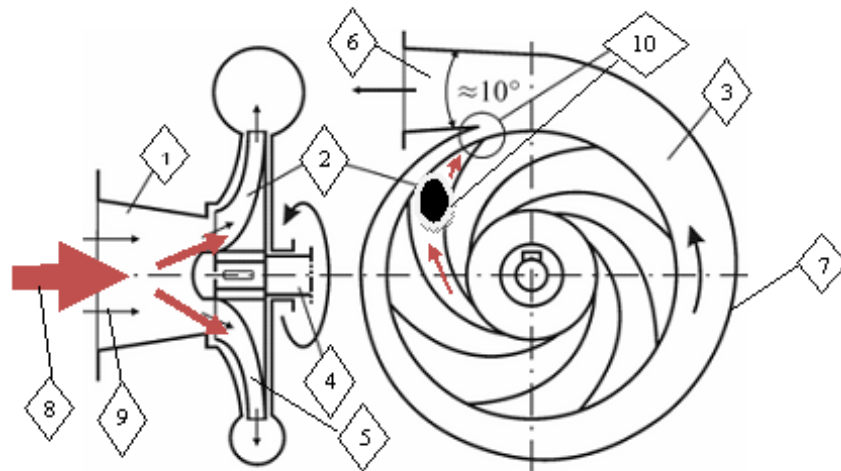


Рис.2 – Середня маса щєбеню в залежності від його розміру

Найбільш небезпечними з точки зору працездатності відцентрового насосу є щєбінь розміром від 14 до 45 мм. Оскільки до 14 мм щєбінь буде рухатись з потоком води по рукавній лінії і безпосередньо затримуватися в пожежному стволі, що приведе до відсутності подачі води на гасіння пожежі. Але це ні як не вплине на роботу насоса.

Щєбінь розміром більше 45 мм буде потрапляти лише до всмо-

ктувального патрубку і зупиняться перед робочим колесом і безпосередньо потрапляти в середину робочого колеса не буде тому, що вхідний отвір в робоче колесо має висоту 45 мм. Значно гірша ситуація, коли щебінь розміром від 14 до 45 мм потрапляє в середину робочого колеса насоса і зупиняється (заклинює). Заклинювання щебеню між лопатками робочого колеса (рис.3) буде приводити до виникнення дисбалансу і руйнування посадкових отворів опірних підшипників валу робочого колеса. Що, в свою чергу, буде призводити до виникнення вібрації і передчасного виходу насоса з ладу. У випадку не заклинювання щебеню він буде обертатися в середині корпусу насоса та викликати руйнування робочого колеса, кришки корпусу насоса, обриву шпоночного з'єднання валу і робочого колеса, або ж навіть до зупинки пожежного насосу під час гасіння пожежі.



**Рис.3 – Схема потрапляння каміння в порожнину пожежного насосу:**  
**1 – всмоктувальний патрубок; 2 – камінь; 3 – спіральна камера; 4 – робочий вал насоса; 5 – робоче колесо; 6 – напірний патрубок; 7 – корпус насоса; 8- напрямок руху каміння; 9 – напрямок руху рідини; 10 – ймовірне місце зупинки каміння**

Чи можна виявити дисбаланс робочого колеса на його ранній стадії і чи існують для цього відповідні методики? Проаналізуємо перелік робіт, які проводять при технічному обслуговуванні.

Так при технічному обслуговуванні № 1 (ТО-1) пожежних автомобілів, що проводять через 1000 км. приведеного пробігу, але не рідше одного разу на місяць, для пожежних насосів виконують таку операцію як [6]:

--- при необхідності розбирають насос, звертаючи особливу увагу на стан шпоночного з'єднання робочого колеса з валом, сторонні предмети в насосі;

Тобто в період між проведенням ТО-1 немає можливості виявляти дисбаланс робочого колеса пожежного насоса.

**Висновки.** Отримані в результаті дослідження дані дозволили зробити висновок, що найбільш небезпечним предметом являється щебінь розміром 27-30 мм. Проаналізувавши перелік робіт, що проводиться при технічному обслуговуванні встановлено, що на даний момент немає засобів діагностування щодо виявлення дисбалансу робочого колеса та валу пожежного насосу в період між проведенням ТО-1. Тому подальші дослідження необхідно спрямувати на розробку та впровадження нового методу діагностування, за допомогою якого можна виявити на ранній стадії роботи пожежного насоса дисбаланс робочого колеса насосу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Костюков А.В. Контроль и мониторинг технического состояния центробежного насосного агрегата по трендам вибропараметров: дис. ... кандидата тех. наук: 05.11.13/Костюков Алексей Владимирович. – Омск, 2006. – 194с.

2. Національна доповідь про стан техногенної та природної безпеки в Україні у 2010 році – МНС України [Електронний ресурс]. - Режим доступу до доповіді: [http://www.mns.gov.ua/content/national\\_lecture.html](http://www.mns.gov.ua/content/national_lecture.html).

3. Щебенъ и гравий из плотных горных пород для строительных работ. Технические условия: ГОСТ 8267-93 – [Действующий от 1995-01-01]. – М.: Межгосударственный стандарт, 2009- IV.

4. Гидранты пожарные подземные. Технические условия: ГОСТ 8220-85\* – [Действующий от 1987-01-01]. – М.: Межгосударственный стандарт, 2002- I.

5. Настанова з експлуатації транспортних засобів в підрозділах МНС: за станом на 8 серпня 2007 р / МНС. – Офіц. вид. – К.: - МНС, 2007. - 101 с. – (Бібліотека офіційних видань).  
nuczu.edu.ua

В.В. Чигрин

### **Динамические нагрузки при работы центробежного насоса**

В статье рассматривается вопрос возникновения дисбаланса рабочего колеса центробежного пожарного насоса в результате попадания посторонних предметов в его проточную часть.

**Ключевые слова:** центробежный пожарный насос, дисбаланс рабочего колеса, пожарный гидрант, всасывающий патрубок.

V.V. Chigrin

### **Dinamichni navantazhennya at roboti vidtsentrovih nasosiv**

The article discusses the imbalance of the impeller of a centrifugal fire pump as a result of foreign objects in the flow part of it.

**Keywords:** centrifugal fire pump, disbalance of driving wheel, fire hydrants, suction tube.