

спорудження ін'єкційної протифільтраційної завіси та приведені лабораторні дослідження міцності та проникності цементного каменю. Встановлено, що при неперервній фільтрації води при тиску 0,5 МПа коефіцієнт водопроникності становить  $(1-2) \cdot 10^{-3}$  мкм<sup>2</sup>, а міцність на стиснення цементного каменю (вік 22 доби) складає 30-50 МПа. Розрахований граничний радіус поширення тампонажного матеріалу у ґрунтах водоносного горизонту; для умов Північно-Долинського нафтоконденсатного родовища він становить 2,7 м. Проведено розрахунок протифільтраційної завіси навколо нафтової свердловини - джерела забруднень підземних вод графо-аналітичним методом.

#### Література

1. Дослідження особливостей формування забруднень гідросфери у нафтовидобувних регіонах Е.Е. Скиба, XIII Міжнародна науково-технічна конференція "Проблеми екологічної безпеки" м.Кременчук 6-8 жовтня 2015 р.
2. Аналіз досліджень особливостей формування забруднень у підземних водах нафтовидобувних регіонів. Я.М. Семчук, Е.Е. Скиба, Л.Я. Савчук. Вісник КрНУ ім. Остроградського №5 (94) 2015 Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського. Кременчук: КрНУ, 2015.-Випуск 2/2015 (20).

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТРИБОЕЛЕКТРИЧНИХ ПРОЦЕСІВ В МЕТАЛОПОЛІМЕРНИХ ПАРАХ ФРИКЦІЙНИХ ВУЗЛІВ НАФТОГАЗОВОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТРАНСПОРТУ

**С.І. Криштопа**

*Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу,  
76019, м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, 15, e-mail: [rettes@mail.ru](mailto:rettes@mail.ru)*

Сучасна наука накопичила велику кількість інформації про природу тертя та механізми зношення металевих та полімерних матеріалів. Але проблема з'ясування природи процесів тертя металополімерних фрикційних пар ще далека від остаточного вирішення. Значну роль під час фрикційної взаємодії металополімерних пар відіграють електричні процеси. В процесі тертя, внаслідок електричних процесів, які протікають на фрикційному контакті металополімерних трибосистем, відбуваються суттєві зміни властивостей поверхневих шарів металополімерних матеріалів, що істотно впливає на їхні фізичні, механічні та трибологічні характеристики.

Як об'єкт випробувань були прийняті фрикційні вузли барабанно-колодкових гальм (БКГ) нафтогазового технологічного транспорту. Для дослідження фрикційних вузлів БКГ

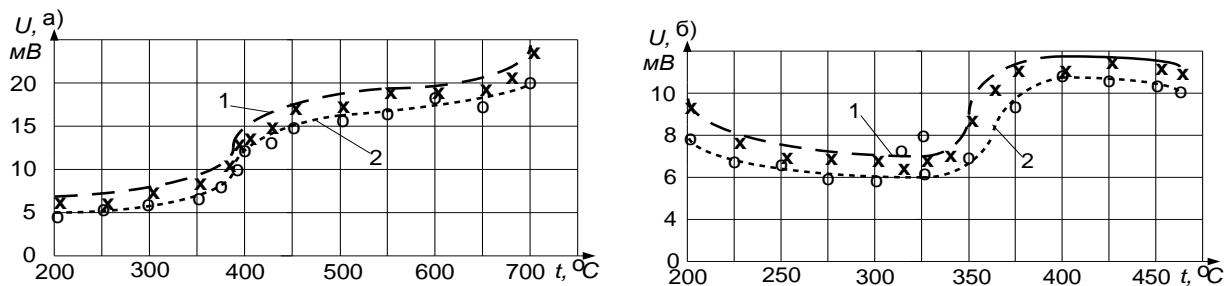


**Рисунок 1 – Аналого-цифровий перетворювач USB Oscilloscope**

використовувався гальмівний стенд КИ-8964 ГОСНИТИ. Стенд моделі КИ-8964 ГОСНИТИ призначений для визначення технічного стану гальмівних систем автомобілів шляхом вимірювання гальмівної сили. Для реєстрації даних зміни потенціалів в контактах пар тертя на персональний комп'ютер, контактні поверхні підключалися до ноутбука через аналого-цифровий перетворювач USB Oscilloscope (рис. 1). Потенціал в контактах пар тертя реєструвався за допомогою програмного забезпечення USB Oscilloscope.

Під час тертя спостерігається локальний контакт мікроставулів, при цьому під час контакту електрони переміщуються з одного тіла до другого. Різниця потенціалів двох тіл виникає внаслідок переходу електронів через контакт від тіла з меншою енергією виходу електронів до тіла з більшою енергією. При цьому електрони можуть переходити як від діелектрика до металу, так і навпаки, заряджаючи діелектрик як позитивно, так і негативно. Також на різницю потенціалів суттєво впливає різниця температур контактуючих тіл. Якщо одне з тіл нагрівається більше, то з нього в друге тіло спрямовуються термоструми. Заряди контактуючих тіл мають різні знаки, але однакову величину. На рис. 2

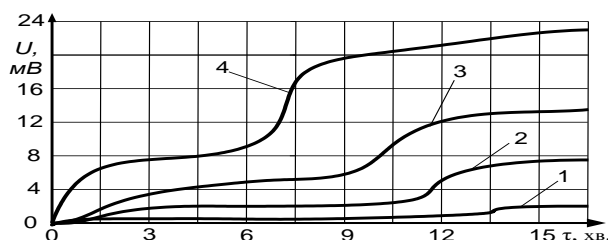
проілюстровані одержані залежності електричного потенціалу пар тертя переднього (рис. 2 а) та заднього (рис. 2 б) БКГ агрегату АОРС-60 від поверхневої температури фрикційної накладки при різних питомих навантаженнях.



**Рисунок 2 а, б – Залежності електричного потенціалу фрикційних пар переднього (а) та заднього (б) БКГ агрегату АОРС-60 від поверхневої температури накладок: 1 – при питомому навантаженні  $p = 0,15 \text{ МПа}$ ; 2 – при питомому навантаженні  $p = 0,2 \text{ МПа}$**

Збільшення потенціалу на контакті при збільшенні температури накладок пояснюється тим, що при нагрівання збільшується енергетичний рівень електронів матеріалу накладки, що призводить до зростання різниці потенціалів на контакті. В діапазоні 380-400 °C спостерігається істотне зростання потенціалу на контакті. Це пояснюється початком переходу звязуючого в рідку фазу та зменшенням електричного опору в контакті. При температурах 550-600 °C інтенсивність зростання потенціалу на контакті падає. Це пов'язано з зменшенням рідкої фази в контакті, що призводить до збільшення електричного опору в контакті та зниження емісії електронів. Як впливає з рис. 2 б для фрикційної пари сірий чавун СЧ 20 – шифр 1-43-60А БКГ агрегату АОРС-60 маємо ситуацію, коли гальмівний барабан заряджається позитивно відносно фрикційних накладок. Деяке локальне зниження потенціалу в контакті в діапазонах до 330 та вище 400 °C при збільшенні температури накладок пояснюється тим, що для матеріалу шифру 1-43-60А накладки при нагрівання зменшується енергетичний рівень електронів, що призводить до зниження різниці потенціалів на контакті. При цьому, зростання потенціалу на контакті в діапазоні 330-400 °C пояснюється різким падінням електричного опору.

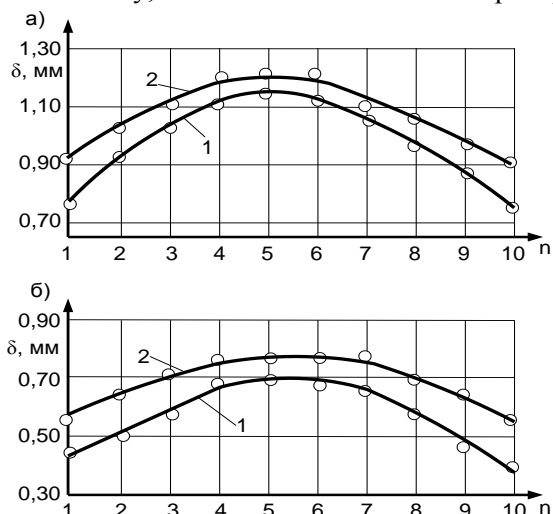
Розглянемо залежність електричного потенціалу, що утворюється на контактуючих поверхнях,



**Рисунок 3 – Графічна залежність електричного потенціалу, що утворюється на контактуючих поверхнях пари тертя БКГ агрегату АОРС-60 від часу фрикційної взаємодії при питомому навантаженні  $p = 0,15 \text{ МПа}$  : 1 – гальмівний барабан ізольований від маточини колеса та колісного диска; 2 – гальмівний барабан ізольований від маточини колеса та не ізольований від колісного диска; 3 – маточина ізольована від шасі агрегату; 4 – всі елементи не ізольовані (серійна конструкція)**

від ємності металевого фрикційного елемента. Як тільки починає відбуватись процес фрикційної взаємодії через контактну поверхню, то починається переміщення електронів, внаслідок чого барабан та накладка поступово заряджаються протилежними за знаком зарядами. При цьому величина заряду залежить від ємності металевого елемента. Для дослідження залежності електричного потенціалу, що утворюється на контактуючих поверхнях, від ємності металевого фрикційного елемента, для випробовувань були змодельовані наступні компонування: гальмівний барабан ізольований від маточини колеса та колісного диска; гальмівний барабан ізольований від маточини колеса та не ізольований від колісного диска; маточина ізольована від шасі автомобіля; всі елементи не ізольовані (серійна конструкція). Графічна залежність електричного потенціалу, що утворюється на контактуючих поверхнях, від ємності металевого елемента та часу фрикційної взаємодії проілюстрована на рис. 3.

Як видно з рис. 3, чим менша металоемність, а отже і електрична ємність металевого фрикційного елемента, тим менше він електризується і навпаки. При значній ємності металевого елемента, коли він заземлений через раму, додатній або від'ємний заряд, що переходить на



**Рисунок 4 а, б – Закономірності зміни величин лінійного зношування поверхонь барабана переднього (а) та заднього (б) БКГ агрегату АОРС-60: 1 – для ізолюваного гальмівного барабана; 2 – серійного фрикційного вузла**

містять в собі фрикційні вузли з металополімерними парами, є заземленими (наприклад, бурові лебідки) або ізолювані від поверхні Землі, але мають досить велику метало-, а отже і електричну ємність (агрегати на автомобільному шасі). Для дослідження залежності ізоляції металевого фрикційного елемента на зношування поверхонь фрикційних накладок були змодельовані наступні компонування: гальмівний барабан не ізолюваний (заземлений) та гальмівний барабан ізолюваний від маточини колеса. На рис. 4 проілюстровані закономірності зміни величин лінійного зношування поверхонь накладок БКГ з ізолюваним та неізолюваним металевим фрикційним елементом. Дослідження зносу проводились для десятих точок накладки. Встановлено, що лінійне зношування поверхонь фрикційних накладок для БКГ з ізолюваним металевим барабаном, в середньому, на 15-20 % менше, ніж зношування поверхонь накладок гальма з серійною конструкцією неізолюваного металевого гальмівного барабана.

УДК 622.24 + 621.694.2

## **ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ СТРУМИННОГО НАСОСА ДЛЯ ПРОМИВАННЯ ПІЩАНИХ КОРКІВ**

**О.В.Паневник, І.Ф. Концур, Д.О. Паневник**

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу  
76019 м. Івано-Франківськ, вул. Карпатська, e-mail: [gidro@nung.edu.ua](mailto:gidro@nung.edu.ua)

Перспективним способом ліквідації піскових корків є промивання свердловин з використанням струминних насосів. Ці насоси надійні, здатні працювати в агресивному середовищі та мають просту конструкцію. Існуючі технології використання при промиванні піскових корків струминних насосів вимагають застосування подвійної колони підйомних труб. Це суттєво зменшує ефективність даного