

О.М. ДУБОВЕЦЬ, канд. техн. наук; **М.К. КРАВЦОВ**, канд. техн. наук;
Б.Г. ЛЯХ, канд. техн. наук, УПА, м. Харків;
І.І. ЛИТВИНЕНКО, канд. техн. наук;
В.І. ТОШИНСЬКИЙ, докт. техн. наук;
О.М. ДЗЕВОЧКО, канд. техн. наук, НТУ “ХП”.

ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ОМІЧНИХ СИГНАЛІЗАТОРІВ РІВНЯ НА ДИСПЕРСНИХ СЕРЕДОВИЩАХ (ШЛАМАХ, ПУЛЬПАХ, СУСПЕНЗІЯХ)

У статті представлений аналіз використання омичних сигналізаторів на підприємствах будівельної, горно-збагачувальної та ін. промисловості. Наведено результати експериментальних досліджень різних методів очищення чутливих елементів сигналізаторів і запропоновані способи їхньої практичної реалізації.

The report presents an analysis of ohmic detectors using in the construction, mining and other industries. The results of studies eksperitentalnyh various cleaning methods sensitive elements of detectors, and suggested ways for their implementation.

Омічні сигналізатори використовують головним чином для сигналізації і підтримки в заданих межах рівня електропровідних рідин (води, розчинів, кислот, лугів). Принцип дії омичних сигналізаторів заснований на замиканні електричного ланцюга джерела живлення через контрольоване середовище, що є ділянкою електричною, ланцюги з певним омичним опором. Практично омичні сигналізатори рівня можна застосовувати для середовищ з провідністю від 0,002 См/см і більш. «Чутливими» елементами омичних сигналізаторів є електроди (металеві стрижні або труби, вугільні стрижні) [1].

Гідністю омичних сигналізаторів є простота конструкції і висока точність (у момент зіткнення електроду з середовищем) спрацьовування, похибка, як правило, складає не більше 1 мм.

Основний недолік всіх електродних приладів – неможливість їх застосування в середовищах в'язких, таких, що кристалізуються, утворюючих тверді осідання і електродів, що налипають на поверхню [2].

Представляє значний практичний інтерес застосування омичних сигналізаторів на підприємствах будівельної, хімічної, гірничо-збагачувальної промисловості, де потрібно вимірювати і сигналізувати граничні верхні рівні в

ємкостях і басейнах. При використанні вказані сигналізатори досить часто спостерігаються відмови, що приводить до заповнення ємкостей (басейнів) і створення аварійних ситуацій.

Одній з причин неспрацьовування омічних сигналізаторів на дисперсних середовищах рахують їх налипання на поверхню електроду і освіту на вказаній поверхні після висихання міцної «плівки», що володіє недостатньою електропровідністю. В результаті при зіткненні дисперсного середовища (на верхньому граничному рівні) з електродом електричний ланцюг не замикається і не відбувається ні формування сигналу на сигналізацію, ні відключення насоса, що подає середовище в басейн.

Метою даної роботи була розробка конструкції омічного сигналізатора рівня дисперсних середовищ, що забезпечує високу надійність при експлуатації і можливості неспрацьовування сигналізатора, що повністю виключає, при виникненні контакту контрольованого середовища з електродом.

Беручи до уваги, що найбільшою адгезійною здатністю і максимальним опором у висохлому стані володіють шлами цементного виробництва, експериментальні дослідження проводилися (у лабораторних умовах) на вказаних шламах.

Дослідження залежності електропровідності шламу, налиплого на електрод, від ступеня його висихання показали, що:

- шлам стає не електропровідним тільки після повного висихання і утворення плівки важко руйнованою за допомогою механічної дії (така плівка утворюється у випадку, якщо шлам знаходиться на електроді більш 3-ої доби);

- шлам, що міцно закріпився на електроді, після приміщення електроду у воду приблизно через 30 с стає електропровідним, тобто шлам у воді «розмокає», при цьому подібне спостерігається і при приміщенні електроду в шлам, але за триваліший проміжок часу;

- при частих заповненнях шламбасейна, коли електрод кілька разів в добу контактує з «новим» шламом, омічні сигналізатори не втрачають працездатності.

На основі експериментів був зроблений вивід, що високу працездатність омічних сигналізаторів на шламах цементного виробництва можна забезпечити або підтримуючи шлам на електроді безперервно у вологому стані, або безперервно видаляючи шлам з електроду після контакту електроду з поверхнею шламу, або не допускаючи контакту електроду з шламом, але забезпе-

чуючи при цьому замикання ланцюга, при досягненні шламом сигналізуючої відмітки.

Перше може бути практично реалізоване, наприклад, періодичною «промивкою» електроду технічною водою. По суті це постійне зволоження висохлого на електроді шламу через певні проміжки часу, значення яких залежать від чинників, сприяючих висиханню шламу. Експерименти показали, що в лабораторних умовах, коли спеціально створювалися «оптимальні» умови для висихання шламу, його зволоження на електроді через кожних 30 хвилин повністю виключало неспрацьовування сигналізатора при повторних заповненнях ємкості.

Робилися спроби видаляти висохлий шлам з поверхні електроду механічним шляхом. Для цього використовувалася металева щітка, що приводиться в обертання малопотужним двигуном. Було встановлено, що:

- шлам раціонально видаляти з поверхні електроду після його достатнього висихання (у вказаному випадку щітка не забивається вологим шламом і не вимагає подальшого очищення після декількох використань);

- щітка повинна розташовуватися (при стаціонарній установці) так, щоб вона знаходилася на 5 мм нижче за зону контакту електроду з шламом і одночасно «охоплювала» поверхню електроду, розташовану на 20 – 25 мм вищий за зону контакту; у вказаному випадку ефективно очищається і нижній край електроду, що спочатку контактує з шламом, і вище розташована зона електроду, з якою контактує шлам в результаті його короткочасного надходження в ємність після відключення насоса;

- стаціонарне розташування щітки нижче за електрод (і навіть на одному рівні з електродом) приводить до занурення її в шлам при заповненні ємкості, унаслідок чого щітка забивається шламом;

- варіант розташування щітки над робочою зоною електроду і переміщення її у вищеописаний стан у момент використання за допомогою електромагніту істотно ускладнює конструкцію очисного пристрою.

На основі вищенаведеної інформації був зроблений вивід, що механічні пристрої ефективно очищають поверхню електродів від шламу, відновлюючи їх електропровідність, але не можуть бути рекомендовані для широкого використання з причини засмічення їх очисного елемента шламом або твердими частинками.

Експериментально випробувалися для очищення поверхні електродів від шламу дії, що створюються вібраційними і відцентровими полями.

Для створення вібраційного поля використовувалася промислова частота. Створювалися в процесі експериментів подовжні і поперечні коливання електроду, при цьому було встановлено:

- вібрація достатньо ефективно очищає поверхню електроду від шламу при вологому стані останнього;

- максимальна ефективність очищення досягається при – поперечній вібрації електроду і зростає при збільшенні амплітуди коливання;

раціонально приводити електрод у вібруючий стан за мінімальний проміжок часу до його зіткнення з шламом і відключати вібрацію (системою управління) у момент відключення насоса, що подає шлам в ємність;

- приведення електроду у вібруючий стан повинне здійснюватися у момент спорожнення ємності від шламу і продовжуватися не менше 5 хвилин;

- у разі відсутності датчика, що визначає момент приведення електроду у вібруючий стан (при заповненні ємності шламом), у вказаний стан електрод повинен приводитися при кожному подальшому заповненні ємності.

На основі експериментальних досліджень «вібраційних» електродів були зроблені наступні висновки:

- вібрація може використовуватися для очищення поверхні електродів від шламу;

- для здійснення вібрації може використовуватися промислова частота;

- вібраційне очищення поверхні електродів від шламу достатньо ефективно і переважно механічного очищення з позицій мінімізації габаритів і управління.

Експериментально досліджувалася можливість очищення поверхні електроду від шламу за допомогою його обертання. Для цього як електрод використовувався вал слабкострумного двигуна (вал повинен виступати з кожного боку корпусу двигуна на довжину не менше 50 мм). Двигун встановлювався стаціонарно у вертикальному положенні. На верхньому кінці валу зміцнювалося графітове кільце, на нижньому кінці – циліндрова насадка з неіржавіючої сталі, на рівні графітового кільця встановлювався токоз'ємний елемент, контакт якого стикався з поверхнею графітового кільця і вільно ковзав по ньому в процесі обертання валу двигуна.

При заповненні ємності шламом останній контактує (на заданому рівні) з електродом, що обертається, відбувається замикання ланцюга сигналізатора, що приводить до спрацьовування сигналізуючого елемента і відключення двигуна насоса, що подає шлам в ємність. Система управління обертанням

електроду спроектована так, що після припинення подачі шламу в ємність відбувається відключення двигуна, вал якого є електродом, але його повторне включення здійснюється на 3 – 5 хвилин після початку спорожнення ємності від шламу.

Експерименти показали:

– використання електроду, що обертається, виконаного у вигляді валу слабкострумового двигуна, забезпечує надійний електричний контакт шламу з електродом, що дозволяє здійснювати і сигналізацію граничного рівня шламу в ємності, і відключення двигуна насоса, що подає шлам в ємність;

– при малих швидкостях обертання і діаметрах валу до 8 мм ефективного очищення поверхні електроду від шламу не спостерігається (шлам повністю не віддаляється з поверхні електроду), після зупинки двигуна на електроді залишається тонкий шар шламу, що перетворюється після висихання в міцну плівку, яка не руйнується при обертанні валу-електроду (в повітрі);

– при значних швидкостях обертання (більше 500 об/хв) навколо валу-електроду починає утворюватися воронка, ефективність видалення шламу з поверхні електроду зростає, але повне видалення шламу не забезпечується;

– наявність стумонепроводячої плівки на поверхні циліндрових електродів з діаметром до 8 мм приводить в деяких випадках до неспрацьовування системи сигналізації у момент контакту електроду, що обертається, з шламом;

– неспрацьовування системи сигналізації при зіткненні електроду, що обертається, з шламом є слідством, по-перше, значного опору плівки висохлого шламу і, по-друге, недостатності для її руйнування зусиль, що виникають у момент контакту електроду з шламом (сил тертя, що виникають між поверхнею електроду і шламом).

Для збільшення сил тертя, що виникають при контакті електроду з шламом, і сил, сприяючих видаленню шламу з поверхні електроду, останній виконувався з діаметрами до 20 мм і у вигляді конуса. Проте помітних позитивних змін вказані конструктивні рішення не забезпечили.

Роботи із створення електроду, що обертається, з мінімальними габаритами (з мінімальною металоємністю), з максимальною здібністю до самоочищення (за рахунок збільшення сил тертя, що виникають при зіткненні електроду з шламом і сприяючих руйнуванню плівки висохлого шламу на поверхні електроду), привели до розробки дугоподібної плоскої (пластина з неі-

ржавіючої сталі шириною 10 мм) насадки, жорстко закріпленої на валу двигуна.

У даному випадку:

- з поверхнею шламу контактує при обертанні валу двигуна кінець плоскої пластини з неіржавіючої сталі (списоподібної форми або у вигляді півкола), віддалений від центру валу на 50 мм;

- вал обертається з швидкістю не більше 200 об/хв;

- після спрацьовування системи сигналізації і блокування двигун обертає пластину декілька хвилин, внаслідок чого шлам активно віддаляється з поверхні пластини за рахунок дії на нього відцентрової сили;

- після зупинки двигуна на пластині залишається мінімальна кількість шламу, яка після висихання не утворює токонепровідної плівки по всій поверхні списоподібної частини пластини;

- у момент зіткнення пластини, що обертається, з поверхнею шламу (при заповненні шламом ємкості) створюються значні сили тертя, сприяючи видаленню залишків плівки висохлого шламу з поверхні пластини і забезпеченню надійного контакту електроду з шламом, що приводить до гарантованого спрацьовування систем сигналізації і блокування.

Одночасно слід зазначити, що використання і вібрації, і обертання електроду пов'язане з певними труднощами при розробці систем управління вібрацією і обертанням. Річ у тому, що при сигналізації граничного верхнього рівня шламу в ємкості контакт шламу з електродом є «кінцевою» операцією, виконання якої забезпечує сповіщення оперативного персоналу про заповнення ємкості шламом і формування сигналу на відключення насоса. Очевидно, що для її гарантованого здійснення необхідне, щоб електрод починав обертатися за декілька секунд до зіткнення з шламом і потім зупинявся і повторно починав обертатися при втраті контакту електроду з шламом (при спорожненні ємкості) протягом 3 – 5 хвилин з подальшою зупинкою. Отже, електрод повинен обертатися, щоб забезпечити гарантований контакт з шламом і «самоочищення» від шламу не більше 5 хвилин, що можливо здійснити тільки після розробки відповідної системи управління двигуном, що приводить електрод в обертання. Система управління обертанням електроду істотно «ускладнює» його використання і обслуговування. При цьому доводиться вибрати один з двох варіантів: або електрод обертається безперервно, або застосовувати систему управління обертанням, що відрізняється простотою і високою надійністю.

Заслужовує уваги варіант здійснення контакту електроду з шламом через «рідинний прошарок», що створюється, наприклад, краплею технічної води, що знаходиться між електродом і шламом. Для цього електрод виконується порожнистим (у вигляді капілярної трубки), над яким встановлюється постійно заповнена водою до заданої висоти напірна ємкість. В результаті з капілярної трубки через приблизно рівні проміжки часу (3 – 5 с) витікають краплі рідини, при цьому кожна крапля «зростає» до певного об'єму і потім відривається. Завдяки цьому між електродом і шламом (при його наближенні до електроду) завжди є рідинний прошарок, що забезпечує гарантоване спрацьовування системи сигналізації.

Експерименти показали, що капілярний електрод ефективно працює на шламах у тому випадку, коли після контакту електроду з шламом забезпечується відключення насоса і рівень шламу в ємкості не збільшується (електрод не занурюється в шлам). Інакше на електрод із зовнішнього боку поступово налипає шлам, подовжуючи електрод. Налиплий шлам весь час знаходиться у вологому стані, оскільки краплі води проникають в нього, унаслідок чого при зіткненні вологого шламу, що знаходиться на поверхні електроду, і шламу, що заповнює ємкість, ланцюг сигналізації замикається. Проте виникає похибка спрацьовування (2 – 5 мм) і не виключається можливість засмічення капіляра твердими частинками шламу.

Кількість шламу, що налипає на електрод, гранично мінімізується (змивається з поверхні краплями води), якщо капіляр і зона контакту електроду з шламом розділені. Для цього до зовнішньої сторони капіляра кріпиться пластина з титану, кінець якої заломлений під кутом 45 – 50 градусів до горизонту і розташований так, що краплі, витікаючи з капіляра вільно падаючи, потрапляють на похилий майданчик пластини.

У вказаному випадку з шламом контактує майданчик похилої пластини, поверхня якої постійно волога і з якою безперервно змивається шлам під впливом ударів крапель. В процесі експериментів частина похилої пластини спеціально занурювалася в шлам на деякий час і потім встановлювалася в «робоче» положення. Під дією крапель майданчик похилої очищався від шламу протягом 15 – 20 с зовнішнього боку і від більшої частини шламу (через 60 с) з внутрішньої сторони, що дозволяє затверджувати про ефективність очищення поверхні похилої частини електроду під дією вільно падаючих крапель, що формуються капіляром, сполученим з напірною ємкістю.

ВИСНОВКИ.

1. Омичні сигналізатори рівня рідких середовищ можуть використовуватися для сигналізації граничного рівня шламу в ємкостях у випадках, коли електроди сигналізаторів забезпечені пристроями, що забезпечують очищення їх поверхні від вологого і висохлого шламу.

2. Для очищення електродів від шламу можуть використовуватися механічна дія, вібрація, відцентрова сила і гідравлічна дія.

3. Максимальний ефект при очищенні електроду від шламу досягається за допомогою використання відцентрової сили, коли електрод виконується у вигляді дугоподібної пластини, закріпленої на валу вертикально встановленого двигуна, а її кінець загострений або у вигляді дуги

розташований під кутом 45 градусів до горизонту (при швидкості обертання валу двигуна 200 об/хв).

4. Достатній ефект при очищенні поверхні електроду від шламу досягається за допомогою його виконання у вигляді вертикальної розташованої пластини, нижній кінець якої заломлений під кутом 45 – 50 градусів до горизонту і на зовнішню поверхню якої (з капілярної приставки) прямують з дискретністю 3 – 5 с краплі рідини.

5. При використанні вібраційного і відцентрового методів очищення поверхні електроду від вологого і «сухого» шламу доцільно розробити ефективну і одночасно просту схему управління, що забезпечує використання допоміжної енергії тільки перед контактом електроду з шламом і в процесі його очищення від вологого шламу і непровідної плівки, що утворюється при висиханні шламу.

Список літератури: 1. Кулаков М.В. Технологические измерения и приборы для химических производств / М.В. Кулаков. – [3-е изд.]. – М.: Машиностроение, 1983. – 424 с. 2. Фарзани Н.Г. Технологические измерения и приборы / Н.Г. Фарзани, Л.В. Илясов, А.Ю. Азим-заде. – М.: Высшая школа, 1989. – 469 с.

Надійшла до редколегії 14.05.09