

**EIE Електротехніка і Електроомеханіка**



---

*Електротехніка і Електроомеханіка*

*Электротехника и Электромеханика*

*Electrical engineering & Electromechanics*

---

**2009'2**



**Електротехніка і Електромеханіка**  
**Электротехника и Электромеханика**  
**Electrical engineering & Electromechanics**

**EIE**

**Науково-практичний журнал**

**2009'2**

*Держвидання*

*Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України  
КВ № 6115 від 30.04.2002 р.*

*Видання засновано Національним технічним університетом "Харківський політехнічний інститут" у 2002 р.*

**РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:**

*Головний редактор*

**Клименко Б.В.** д.т.н., професор, НТУ "ХПІ", Харків

*Члени редколегії*

**Баранов М.І.** д.т.н., начальник відділу НДПКІ "Молнія" НТУ "ХПІ", Харків

**Батигін Ю.В.** д.т.н., професор кафедри автомобільної електроніки, ХНАДУ, Харків

**Босв В.М.** д.т.н., професор кафедри теоретичних основ електротехніки НТУ "ХПІ", Харків

**Болюх В.Ф.** д.т.н., професор кафедри загальної електротехніки НТУ "ХПІ", Харків

**Буткевич О.Ф.** д.т.н., професор, головний науковий співробітник ІЕД НАНУ, Київ

**Вороновський Г.К.** д.т.н., професор, член-кореспондент НАНУ, завідувач кафедри електричних станцій НТУ "ХПІ", Харків

**Гончаров Ю.П.** д.т.н., професор кафедри промислової та біомедичної електроніки НТУ "ХПІ", Харків

**Гурін А.Г.** д.т.н., професор, завідувач кафедри електроізоляційної і кабельної техніки НТУ "ХПІ", Харків

**Данько В.Г.** д.т.н., професор, завідувач кафедри загальної електротехніки НТУ "ХПІ", Харків (голова редакційної ради)

**Загірняк М.В.** д.т.н., професор, ректор КДПУ, Кременчук

**Кириленко О.В.** д.т.н., професор, академік НАНУ, директор ІЕД НАНУ, Київ

**Кравченко В.І.** д.т.н., професор, директор НДПКІ "Молнія" НТУ "ХПІ", Харків

**Лупіков В.С.** д.т.н., професор, завідувач кафедри електричних апаратів НТУ "ХПІ", Харків

**Маслієв В.Г.** д.т.н., професор кафедри електричного транспорту та тепловозобудування НТУ "ХПІ", Харків

**Михайлов В.М.** д.т.н., професор кафедри інженерної електрофізики НТУ "ХПІ", Харків

**Мілих В.І.** д.т.н., професор, завідувач кафедри електричних машин НТУ "ХПІ", Харків

**Набока Б.Г.** д.т.н., професор кафедри електроізоляційної і кабельної техніки НТУ "ХПІ", Харків

**Намітоков К.К.** д.т.н., професор кафедри світлотехніки і джерел світла ХНАМГ, Харків

**Омельяненко В.І.** д.т.н., професор, завідувач кафедри електричного транспорту та тепловозобудування НТУ "ХПІ", Харків

**Панасенко М.В.** д.т.н., професор, начальник Харківської філії ДНДЦ Укрзалізниці, Харків

**Подольцев О.Д.** д.т.н., провідний науковий співробітник ІЕД НАНУ, Київ

**Пуйло Г.В.** д.т.н., професор кафедри електричних машин ОНТУ, Одеса

**Резцов В.Ф.** д.т.н., професор, член-кореспондент НАНУ, керівник відділення ІЕД НАНУ, Київ

**Рудаков В.В.** д.т.н., професор, завідувач кафедри інженерної електрофізики НТУ "ХПІ", Харків

**Сосков А.Г.** д.т.н., професор, завідувач кафедри електротехніки ХНАМГ, Харків

**Ткачук В.І.** д.т.н., професор, завідувач кафедри електричних машин і апаратів НУ "Львівська політехніка", Львів

**Шинкаренко В.Ф.** д.т.н., професор, завідувач кафедри електромеханіки НТУУ "КПІ", Київ

**Юферов В.Б.** д.т.н., начальник відділу ННЦ ХФТІ, Харків

**АДРЕСА РЕДКОЛЕГІЇ**

Кафедра "Електричні апарати", НТУ "ХПІ", вул. Фрунзе, 21, м. Харків, 61002.  
Тел. (057) 707-62-81. E-mail: eie@kpi.kharkov.ua

## ЗМІСТ

### ***Електричні машини та апарати***

Андреанов А.А., Сидоренко В.Н.	Оптимизация режимов стабилизации сварочной дуги переменного тока	5
Болюх В.Ф., Марков А.М., Лучук В.Ф., Щукин И.С.	Энергетические процессы и эффективность индукционно-динамического преобразователя ударного действия	9
Василів К.М.	Узагальнена математична модель автономної електроенергетичної системи на базі асинхронізованого генератора з безконтактним каскадним трифазно-трифазним модульованим збуджувачем за нульовою схемою	15
Васьковський Ю.Н., Шумилов Ю.А., Штогрин А.В.	Анализ вибровозмущающих осевых сил в сердечнике статора мощного турбогенератора	21
Гулевський В.Б.	Розробка магнітних відстійників для підвищення ефективності очищення мастильно – охолоджувальних рідин при ремонті деталей засобів транспорту	27
Дёгтев В.Г., Бабушанов А.В., Чеснов Я.А.	Выбор обмотки якоря бесконтактного совмещённого синхронного генератора	29
Заблудский Н.Н., Квасов В.А., Филатов М.А., Лупанов А.В.	Оценка энергетической эффективности полифункциональных электромеханических преобразователей методами неравновесной термодинамики преобразования свободной энергии	33
Кузнецов Б.И., Василец Т.Е., Варфоломеев А.А.	Система управления нелинейным динамическим объектом с нейрорегулятором nn predictive controller	39
Милых В.И., Ткаченко С.В.	Анализ магнитного поля в линейном электродвигателе для источников сейсмических колебаний	43
Петрушин В.С., Якимец А.М., Груша А.В.	Выбор асинхронных двигателей для различных режимов работы	48
Поляков М.А.	Определение и использование показателя режима нагрузки силового трансформатора в системе мониторинга и управления трансформатором	51
Шуруб Ю.В.	Дослідження автономної електромеханічної системи на базі асинхронної машини в несиметричному режимі роботи	55

### ***Техніка сильних електричних та магнітних полів***

Баранов М.И.	Усовершенствование электрофизической модели шаровой молнии с электронным ядром, микродипольной водной оболочкой и электродинамика ее электрических зарядов	57
Коновалов О.Я.	Экспериментальная проверка решения задачи определения формы одновиткового соленоида для магнитно-импульсной сборки	61

## **Теоретична електротехніка**

<b>Байда Е.И.</b>	К вопросу об эквивалентности замены части трехфазного токопровода магнитным моментом	66
<b>Ювілеї</b>		
<b>Розанов Ю.К.</b>	К 70-летию со дня рождения	70
<b>Сосков А.Г.</b>	К 70-летию со дня рождения	71
<b>Abstracts</b>		72
<b>Вимоги</b>	до оформлення статей і інформаційних матеріалів у науково-практичному журналі "Електротехніка і електромеханіка"	74

### **ШАНОВНІ ЧИТАЧІ!**

*Науково-практичний журнал "Електротехніка і Електромеханіка" – передплатне видання. Звертаємо вашу увагу, що починаючи з 2006 року журнал виходить шість разів на рік. Вартість передплати на рік — 136,44 грн., на два місяці — 22,74 грн., на чотири місяці – 45,48 грн., на шість місяців – 68,22 грн., на вісім місяців – 90,96 грн., на десять місяців - 113,7 грн. Передплатний індекс: 01216.*

### **ШАНОВНІ АВТОРИ ЖУРНАЛУ!**

*Постановою Президії ВАК України від 15.01.03 № 1-08/5 науково-практичний журнал "Електротехніка і Електромеханіка" внесено до Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук. Журнал зареєстровано як фаховий з № 1 2002 року.*

*Починаючи з 2005 року згідно з договором між редакцією журналу "Електротехніка і Електромеханіка" та Всеросійським інститутом наукової та технічної інформації Російської академії наук (ВИНИТИ РАН), інформація про статті з журналу за відбором експертів ВИНИТИ розміщується у Реферативному журналі (РЖ) та Базах даних (БД) ВИНИТИ. Згідно з цим договором ВИНИТИ надає редакції журналу звіт про відображення статей з журналу у РЖ та БД ВИНИТИ. Звіт ВИНИТИ за 2005 рік буде опубліковано в одному з номерів журналу за 2006 рік.*

*Починаючи з №1 за 2006 р. згідно з Наказом МОН України №688 від 01.12.2005 р. журнал надсилається до УкрІНТЕІ.*

*Звертаємо увагу авторів на необхідність оформлення рукописів відповідно до Вимог, які публікуються у кожному номері журналу. Статті, оформлені згідно з Вимогами будуть публікуватися у першу чергу.*

## РОЗРОБКА МАГНІТНИХ ВІДСТІЙНИКІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОЧИЩЕННЯ МАСТИЛЬНО – ОХОЛОДЖУВАЛЬНИХ РІДИН ПРИ РЕМОНТІ ДЕТАЛЕЙ ЗАСОБІВ ТРАНСПОРТУ

*Робота присвячена питанням розробки магнітних відстійників для очищення мастильно-охолоджувальних рідин в технологічних процесах відновлення деталей при ремонті засобів транспорту.*

*Работа посвящена вопросам разработки магнитных отстойников для очистки смазочно-охлаждающих жидкостей в технологических процессах восстановления деталей при ремонте транспортных средств.*

### ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Постійна незабезпеченість ремонтного виробництва запасними частинами - серйозний чинник зниження технічної готовності автомобільного транспорту. Подальше розширення виробництва нових запасних частин пов'язане з необхідністю ще більшого зростання матеріальних і трудових витрат. Альтернативою подальшого зростання темпів виробництва запасних частин є вторинне використання зношених деталей, відновлених в процесі ремонту автомобілів і агрегатів. Для відновлення повної працездатності зношених деталей необхідно повернути їм початкові розміри, геометричну форму і поверхневі властивості. Надання деталі ремонтного розміру і правильної геометричної форми після проводиться механічною обробкою різанням [1].

Найбільш поширеним високопродуктивним способом механічної обробки є абразивна обробка відновлених деталей шліфувальними кругами. Однак в наслідок швидкої втрати ріжучої здатності зерен абразивного круга шліфування пов'язане з небезпекою виникнення в зоні контакту інструменту з деталлю підвищених миттєвих і контактних температур, здатних викликати структурно-фазові перетворення в поверхневому шарі деталі. Останнє, як правило, супроводжується появою прижогів та небажаної розтягуючої технологічної залишкової напруги і навіть появою мікротріщин.

Використання мастильно-охолоджувальних рідин (МОР) знижує кількість замін інструменту, збільшує час роботи шліфувальних кругів між правками, підвищує чистоту інструменту і продуктивність обробки. У реальних умовах роботи МОР містять різні забруднення, які певним чином впливають на її фізико-хімічні властивості тому велике значення має чистота МОР при повторному використанні. Стабільність чистоти МОР залежить від закономірностей роботи очищувачів, що проводять очищення рідини від шліфувального шламу. В той же час, як показав аналіз, очищувачі, які застосовують на верстатах при абразивній обробці відновлених деталей засобів транспорту не дозволяють по заданих значеннях концентрації забруднень прогнозувати якісні показники чистоти МОР.

Для досягнення найбільшої ефективності процесу абразивної обробки відновлених деталей засобів транспорту необхідно вибрати очищувач з такими режимними параметрами, які забезпечать обробку деталей з найменшою вартістю і необхідною якістю [2].

### АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведеними раніше дослідженнями встановлено, що механічні забруднення при обробці деталей рі-

занням складаються переважно з дрібної металевої стружки розміром (5 – 150) мкм, частинок абразиву і зв'язки круга розмірами (20 – 250) мкм, причому металевих частинок припадає на частку (80 – 98%) від всієї маси шламу, що дозволяє рекомендувати магнітні очищувачі МОР.

Найбільш простими пристроями для очищення МОР від механічних домішок є відстійники, в основі яких лежить принцип гравітації – дія на частинки тільки масових сил тяжіння. При наявності механічних забруднень, які мають магнітні властивості тривалість відстоювання можна скоротити в кілька разів і тим підвищити ефективність очищення [3].

Аналізуючи існуючі конструкції магнітних відстійників [4] можна зробити висновок, що у всіх існуючих пристроях градієнт магнітного поля завжди має постійний напрям і дрібнодисперсні частинки, які потрапляють в робочу зону, утворюють магнітні флокули, які створюють шунт, тим самим, перебиваючи дію магнітного поля в робочих зонах, що не дає можливість створити умови для ефективного витягання механічних домішок. Також недоліком відомих конструкцій є значні капітальні і експлуатаційні витрати із-за великої металоємності і енергоємності.

Таким чином підвищення ефективності абразивної обробки при відновленні деталей засобів транспорту вимагає розробки відстійника в якому виключається шунтування полюсів уловленими домішками та з магнітною системою, що створює необхідне за значенням і градієнтом магнітне поле по заданих значеннях режимів різання.

### ОСНОВНА ЧАСТИНА

Для промислових випробувань була розроблена конструкція магнітного відстійника довжиною  $L = 0,65$  м; ширина відстійника,  $A = 0,12$  м, висота  $h = 0,45$  (рис. 1).

Випробування проводили по повно факторному плану, варіюючи певними параметрами: сила струму в обмотці електромагніту  $I = 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40$  А. Число витків в обмотці електромагніту:  $W = 2800$ . Як МОР використовували 3 % – у емульсії Укринол-1 з заданими концентраціями механічних забруднень:  $\delta_{\text{вх}} = 0,25; 0,7; 1$  г/л. Для значень концентрації забруднень узяті середні гранулометричні характеристики забруднень МОР при шліфуванні колінчастих валів двигунів КамАЗ, та СМД відновлених металізацією наплавленням та під ремонтний розмір. Швидкість горизонтального руху  $v_n$  МОР на початку відстійника приймали 9 – 12 мм/с. Час знаходження частинок забруднень  $t_{\text{ос}}$  у відстійнику, враховуючи, продуктивність відстійника – 30 с.

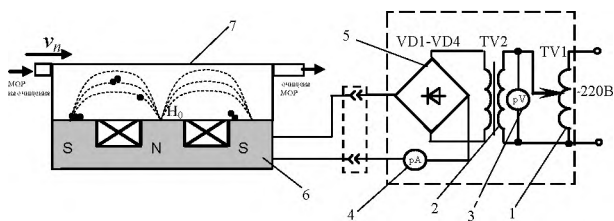


Рис. 1. Схема установки магнітного відстійника:  
1 – регульовальний трансформатор ЛАТР, 2 – знижувальний трансформатор 220/12, 3 – вольтметр, 4 – амперметр, 5 – блок випрямних діодів, 6 – електромагніт, 7 – відстійник

На першому етапі дослідження проводилися з концентрацією механічних домішок 1,0 г/л. МОР подавали у відстійник, при цьому в обмотці електромагніту змінювалася величина сили струму  $I$ . Зважаючи

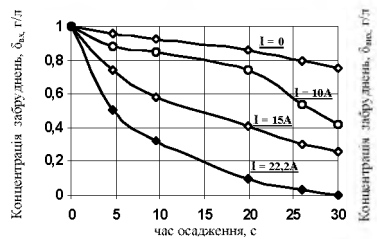


Рис. 2. Залежність концентрації забруднень МОР від часу знаходження частинок в відстійнику ( $W = 2800$ ,  $\delta_{вх} = 1$  г/л)

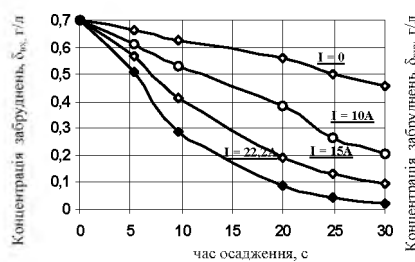


Рис. 3. Залежність концентрації забруднень МОР від часу знаходження частинок в відстійнику ( $W = 2800$ ,  $\delta_{вх} = 0,7$  г/л)

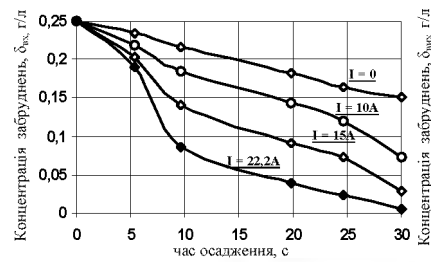


Рис. 4. Залежність концентрації забруднень МОР від часу знаходження частинок в відстійнику ( $W = 2800$ ,  $\delta_{вх} = 0,25$  г/л)

фіксуючи різницю мас, був отриманий ступінь чистоти  $K_{ч}$  МОР в магнітному відстійнику, яка визначалася по формулі (1), та отримана ефективність очищення від зміни сили струму в обмотці при різних вхідних параметрах забруднення МОР (рис. 5).

$$K_{ч} = \frac{\delta_{вх} - \delta_{вих}}{\delta_{вх}}, \quad (1)$$

де  $\delta_{вх}$  – вхідна концентрація забруднень МОР, г/л;  $\delta_{вих}$  – вихідна концентрація забруднень МОР, г/л.

Приведені експериментальні і розрахункові залежності очевидні і не вимагають особливих пояснень, погіршеність при їх зіставленні не перевищувала 10%.

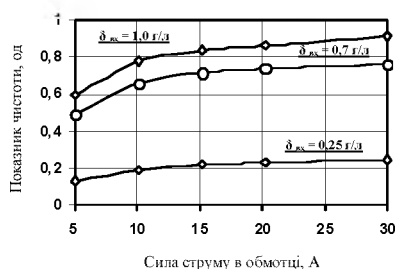


Рис. 5. Ефективність очищення при різних вхідних значеннях забруднення МОР

### ВИСНОВКИ

На підставі виконаних досліджень зроблені наступні висновки:

– запропонована конструкція магнітного відстійника дозволяє виключити шунтування полюсів уловленими магнітними домішками і збереження постійної напруженості магнітного поля в робочій зоні витягання, що дозволяє підвищити якість очищення МОР і понизити періодичність регенерації, економити електротехнічні матеріали [5];

неможливого візуального спостереження зміни концентрації, тому на виході з відстійника, після кожної зміни сили струму брали проби очищеної МОР і визначали масову концентрацію механічних домішок. Далі дослідження проводилися з другою заданою концентрацією механічних домішок по описаній вище методиці. В результаті експерименту отримані залежності, що зв'язують вихідну концентрацію механічних забруднень в МОР після очищення з наступними параметрами:  $\delta_{вих} = f(\delta_{вх}, t_{ос})$  (рис. 2–4). Для заданої концентрації  $\delta_{вих} = 1$  г/л отримана залежність  $\delta_{вих} = f(I)$ . Аналогічно неважко отримати залежності для інших заданих концентрацій.

– конструкція магнітного відстійника досліджена експериментально, при цьому отримані емпіричні залежності, які зв'язують електротехнічні (число витків джерела поля  $W$ , струму в обмотці  $I$ ) з урахуванням параметрів концентрації механічних домішок в МОР при абразивній обробці відновлених деталей засобів транспорту.

– зниження вихідної концентрації забрудненості МОР можливо із збільшенням числа обмоток або із збільшенням струму в обмотці.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. В.А. Шадрічев. Ремонт автомобілей. Учебник для студентів вузів спеціальності 1609. - М.: Высшая школа, 1970. - 480 с.
2. Просвірін В.І., Масюткін Е.П., Гулевський В.Б. Очищення технічних жидкостей в магнітних отстойниках // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. - Вип. 24. - Мелітополь: ТДАТА. - 2004. С. 39 – 47
3. Просвірін В.І., Гулевський В.Б., Савченко Б.В. Аналіз забруднень мастильно-охолоджувальних рідин при відновленні деталей транспортної техніки // Вісник ХНТУСГ. – Вип. 69 "Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва". - Харків: Вид-во ХНТУСГ. – 2008. – С. 162-167.
4. Большаков Г.Ф. Восстановление и контроль качества нефтепродуктов. Л., Недра, 1974. 320 с.
5. Пат. 11072 Україна, МПК<sup>7</sup> В03С1/00. Електромагнітний фільтр-сепаратор. / Масюткін Е.П., Гулевський В.Б., Просвірін В.І., Масюткін Д.С. (Україна). - № u2005 04571; Заявл. 16.05.2005; Опубл. 15.12.2005; Бюл.№ 12. – 3 с.

Надійшла 24.09.08

Гулевський Вадим Борисович,  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
Україна, Мелітополь, кафедра "Електрифіковані технології АПК"  
тел. (06192) 42-23-41

**НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ**

**ЕЛЕКТРОТЕХНІКА І ЕЛЕКТРОМЕХАНІКА  
ЭЛЕКТРОТЕХНИКА И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА  
ELECTRICAL ENGINEERING & ELECTROMECHANICS**

**2009'2**

**Рекомендовано до видання Вченою радою  
Національного технічного університету  
«Харківський політехнічний інститут»  
Протокол №4 від 10 квітня 2009 р.**

Технічне редагування : Смельянов Вадим Леонідович  
тел. + 8 057 707 69 76  
e-mail: evl@kpi.kharkov.ua

Секретар редакції: Злуніцина Наталя Ростиславівна  
тел. + 8 057 707 62 81  
e-mail: seb@kpi.kharkov.ua

Підписано до друку 14.04.2009 р.  
Формат 60 × 90 1/8. Папір Prima Copy  
Друк - лазерний. Ум. друк. арк. 9,5.  
Наклад 300 прим. 1-й завод - 100. Зам. № 149. Ціна договірна.



---

НТУ "ХПІ". 61002, Харків, вул. Фрунзе, 21

---

Дизайн та оформлення обкладинки ФОП Тимченко А.М. 61124, Україна, м. Харків-124, а/с 2249

---

Надруковано ТОВ "Сучасний друк" на цифровому видавничому комплексі  
ХероxDocuTech135, м. Харків, вул. Лермонтовська, 27

---