

Keyword. Centrifugal pump, gap seal, bearing seal, liquid presse, hydrodynamic forces, hydrodynamic moment, rotor of pump.

Дата надходження до редакції: 17.06.2017
Рецензент: д.т.н., проф. Кундера Ч.

УДК 621.928.

УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ І ТЕХНОЛОГІЙ ВІДНОВЛЕННЯ ВЛАСИВОСТЕЙ ВІДПРАЦЬОВАНИХ МОТОРНИХ МАСЕЛ

М. В. Горовий,
Сумський національний аграрний університет

Розроблена установка, блочно-модульного типу і технологія регенерації відпрацьованих масел. В установці впроваджено новий тип гідродинамічного випромінювача, нешкідливого для обслуговуючого персоналу. Також для покращення якості очищення масла від механічних домішок на відцентрових центрифугах впроваджено струменевий насос, який забезпечує збільшення кількості обертів ротора центрифуги (чим більше частота обертів, тим краще проходить очищення). Для освітлення масла (мікрофільтрації) здобувачем впроваджено керамічний мембранний мікрофільтр, який не потребує заміни в процесі роботи, а за допомогою компресора можна проводити його самоочищення.

Ключові слова: відпрацьовані масла, регенерація, теоретичні дослідження, механічні домішки, осадження, центрифугування, мікрофільтрація, диспергування (активізація) присадок, гідродинамічні випромінювачі.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Відпрацьовані масла – цінна сировина для виробництва мастильних матеріалів. Проте широке поширення досвіду відновлення і використання відпрацьованих масел стримується відсутністю ефективної технології регенерації масел, відсутністю технічних засобів для збору і переробки відпрацьованих масел.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У процесі експлуатації масла відбувається погіршення його показників, що безпосередньо впливає на якість масла, тобто відбувається процес старіння.

Дослідженнями цих процесів займалися вчені: Григор'єва М.А., Коваленко В.П., Лишко Г.П., Ітинська Н.І., Черножуков Н.І., Хмелевий Н.М. Дідур В.А., Лебідев А.Т. та інші.

Незважаючи на глибокі зміни якості при роботі масла в автотракторних двигунах, основний його вуглеводневий склад змінюється незначно. Якщо з відпрацьованого масла видалити всі механічні домішки і продукти окислення, то знову можна одержати очищене масло, по якості не гірше за товарне. Саме на цьому принципі заснована система повторного використання масел, що дозволяє значно скоротити витрату моторних масел. Цій проблемі присвячені роботи багатьох вчених Бутова Н.П., Венцеля С.В., Віннера А.В., Дехтярьова В.А., Морозова Г.А., Попок К.К., Рибаква К.В., Топіліна Г.Є. і інших.

Формулювання цілей статті. Мета роботи - подовження строку служби моторних масел та зниження експлуатаційних витрат при використанні тракторів і автомобілів в умовах АПК.

Виклад основного матеріалу дослідження. Властивості масел у процесі експлуатації

змінюються внаслідок старіння під дією окислювання й випару, а також забруднення твердими механічними домішками, дизельним паливом, водою й легко киплячими речовинами. На жаль старіння масла – необоротний процес. Забруднення можуть бути вилучені шляхом фільтрації твердих домішок і випарювання води. Окислювання масел відбувається в результаті контакту з киснем повітря й приводить до необоротних змін їхнього хімічного складу. Воно стимулюється каталітичною дією металів, з якими стикається масло, і швидко прогресує з підвищенням температури.

Процес старіння впливає на масла. Однак, незважаючи на нагромадження в маслі продуктів окислювання, механічних домішок і води, зниження змісту присадок, у маслі відбувається поліпшення (стабілізація) його вуглеводневого складу. Тому, якщо з масла видалити всі механічні домішки і продукти окислювання (загальна кількість яких звичайно не перевищує 4...6%) і додати до нього відсутню кількість присадок, то можна повторно використати масло по прямому призначенню. Саме на цьому принципі заснована система повторного використання масел, що дозволяє значно скоротити витрату моторних масел в агропромисловому виробництві (АПК).

Система регенерації масел дуже розвивається як у нас, так і за кордоном. Завдяки регенерації кожної тони відпрацьованих масел можна одержати 0,7–0,8 т базової основи мастильних матеріалів, на виробіток якої потрібно більше 5 т нафти.

У світі використовується багато технологій регенерації масел, але ці технології – промислові й застосовуються на нафтопереробних підприєм-

ствах, при великомасштабному виробництві. Регенерація масел по цих технологіях безпосередньо на місцях їхнього використання, тобто в АПВ, ремонтних підприємствах і у фермерських господарствах пов'язана з великими труднощами й економічно не вигідна, тому практично не прийнятна.

Таким чином, у сформованих умовах АПВ (технічні засоби реалізації цього процесу ще недосконалі) необхідно шукати нові методи і технології регенерації масел, які були б прийнятні для агропромислового виробництва.

Проаналізувавши існуючі окремі технологічні процеси регенерації відпрацьованих масел, ми прийшли до висновку про необхідність створення установок блочно-модульного типу, що послідовно виконують кілька завершених процесів. Сформований у такий спосіб технологічний процес складається з наступних операцій: відстою; центрифугування механічних домішок; видалення води й палива; мікрофільтрації (освітлення); введення й диспергування присадок.

Вивченням процесів очищення моторних масел і інших робочих рідин від забруднюючих домішок за допомогою найпростішого способу – відстою займалися фахівці в різних галузях машинобудування й механізації сільськогосподарського виробництва.

У нашій роботі виникла необхідність розглянути це питання, тому при розробці установки для регенерації масел був передбачений перший блок – блок відстою, у якому протікає процес попереднього очищення осадженням деякої частини забруднюючих домішок у гравітаційному полі.

Припускаючи, що частка домішок осідає з постійною швидкістю (без прискорень) і тому, зневажаючи силою інерції (під власною вагою), запишемо рівняння:

$$U = \frac{2 \cdot r^2 \cdot (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{м}})}{9 \cdot \mu},$$

де U – швидкість осадження;

r – наведений радіус частки;

μ – коефіцієнт динамічної в'язкості;

$\rho_{\text{м}}$ – об'ємна маса масла;

$\rho_{\text{ч}}$ – об'ємна маса матеріалу частки.

Якщо процес осадження проходить у резервуарі висотою H , то тривалість осадження забруднюючих домішок складе:

$$\tau \leq \frac{H}{U} = \frac{9 \cdot \mu \cdot H}{2 \cdot r^2 \cdot (\rho_{\text{ч}} - \rho_{\text{м}})}. \quad (1)$$

Якби виявилось економічно доцільним здійснювати підігрів відпрацьованого масла при його відстої, то використовуючи вираження з урахуванням температури, можемо перетворити в (1)

$$\tau \leq \frac{9 \cdot H \cdot \mu_1}{2 \cdot r^2 \cdot \left[\frac{\rho_{\text{ч}}^0}{1 + \beta \cdot t} - \rho(t) \right] \cdot \left(\frac{T_2}{T_1} \right)^k}, \quad (2)$$

де T – температура масла, $^{\circ}\text{K}$;

k – коефіцієнт, що для моторного масла визначається співвідношенням $2,53 \leq k \leq 3,27$;

$\rho_{\text{ч}}^0$ – об'ємна маса початкова;

β – коефіцієнт об'ємного розширення матеріалу частки;

t – температура частки щодо початкового стану.

Аналізуючи рівняння (2), можна відмітити, що з підвищенням температури масла при відстої тривалість осадження часток забруднюючих домішок помітно знижується.

Наступний етап технології очищення масел від механічних домішок – процес центрифугування. На основі останніх досягнень у розробці теорії відцентрового очищення масла фахівцями сконструйовані надшвидкісні відцентрові очисники. Однак при всіх своїх перевагах центрифуги мають і істотний недолік: злив приводної рідини з корпусу центрифуги протікає самопливом. Це значно знижує ефективність роботи центрифуг і ступінь очищення масла.

Показники ефективності роботи центрифуги є функцією кутової швидкості ротора. Тому можна зробити висновок, що вдосконалення гідроприводу центрифуги (з метою підвищення сепараційної ефективності) повинне бути спрямоване на підвищення кутової швидкості обертання ротора центрифуги.

Кутова швидкість ротора визначається як відношення:

$$\omega = \frac{\eta_{\text{г}} \cdot N_0}{M_{\text{с}}(\omega)},$$

де $\eta_{\text{г}}$ – гідравлічний КПД центрифуги;

N_0 – потужність приводного потоку;

$M_{\text{с}}(\omega)$ – сумарний момент опору обертанню центрифуги.

Аналіз даного виразу показує, що при постійному ККД і величині наявної енергії потоку зміна кутової швидкості ротору пропорційно зміні величини моменту опору обертанню. При зростанні кутової швидкості обертання в сумарному моменті опору збільшується аеродинамічна частка моменту опору.

Досягти зменшення аеродинамічного моменту опору обертанню можна шляхом зменшення щільності середовища, що оточує ротор центрифуги. І тут використання струминного насоса дозволить не тільки відбирати й транспортувати масло, але й створити велике (до 0,06 МПа) розрідження в корпусі центрифуги, що приведе до значного зменшення аеродинамічного моменту опору обертанню ротора центрифуги.

Третій етап технології очищення масел – мікрофільтрація. Відомо, що відділення зважених часток домішок розміром 0,1–1 мкм реалізується методами мікрофільтрації, що проходять при тисках 3–10 кг/см².

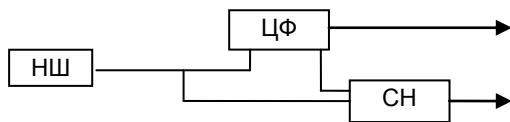


Рис. 1. Схема підключення струменевого насосу
НШ - насос шестерневий; ЦФ - центрифуга (реактивна); СН - струменевий насос

Ефективність мікрофільтрації оцінюється селективністю і питомою продуктивністю. Основні фактори, що впливають на швидкість і селективність мікрофільтрації – це робочий тиск, температура, гідродинамічні умови, природа й концентрація розділеної суміші.

При мікрофільтрації швидкість процесу на початку збільшується з підвищенням робочого тиску, а потім стабілізується й стає постійною. При досить високій швидкості перемішування концентрація мікродомішок в об'ємі постійна. При цьому товщина прикордонного шару й профіль концентрації в ньому також стають практично постійними. На поверхні мікрофільтра утворюється шар гелю, концентрація мікродомішок стає постійною і не залежить від робочого тиску. При цьому швидкість процесу й селективність мікрофільтра теж постійні. Застосування встановлених закономірностей, що визначають динаміку процесу фільтрації, залежить від властивостей фільтруючого матеріалу, концентрації забруднень у маслі і їхній дисперсній сполуці, режиму фільтрації й визначається експериментальними дослідженнями.

Для диспергування (активізації) присадок масла використовати гідродинамічний випромінювач ультразвукових коливань.

Тим більш, що акустична рідинна обробка матеріалів набула широкого застосування в промисловості. З її допомогою можна істотно інтенсифікувати основні технологічні процеси і у ряді випадків одержати якісно нові результати.

Але використання в технологіях потужних звукових полів представляє досить важку справу, тому що навіть наближений їх розрахунок можна здійснити тільки базуючись на теорії нелінійної акустики. Слід зазначити, що основним фактором що інтенсифікує процес є не саме поширення пружної хвилі деформації, а виникаючі при цьому вторинні ефекти: акустичні хвилі, звукокапілярний ефект, кавітація й т.д..

З найбільше широко застосовуваних акустичних випромінювачів (магнітострікційні, п'єзокерамічні і гідродинамічні) можна використати гідродинамічні випромінювачі. Це визначається тим, що магнітострікційні та п'єзокерамічні перетворювачі складні у виготовленні й тому досить дорогі. Обслуговування цих систем вимагає спеціальної кваліфікації персоналу. До переваг гідродинамічних випромінювачів можна віднести й те, що струмись рідини тут є і генератором коливань, і об'єктом випромінювання.

Гідродинамічні випромінювачі – пристрої, які перетворюють частину енергії рідини, що рухається, в енергію акустичних хвиль. Робота гідродинамічного випромінювача заснована на генеруванні збурювань у рідкому середовищі у вигляді якогось поля швидкостей і тисків при взаємодії рідини, що рухається, з нерухою або рухливою механічною перешкодою певної форми й розмірів.

Існують гідродинамічні випромінювачі, що створюють звукове поле за рахунок пульсації вихрової області локалізованої між соплом і відбивачем. У цих випромінювачах використовуються конусно-циліндричне сопло й відбивач із виїмкою, близької за формою до параболоїда обертання. При певних геометричних розмірах сопла й відбивача спостерігається періодичне вибухово-подібне руйнування вихрової області. Частота цього руйнування і визначає основний тон генеруемого звукового поля. Увесь же спектр генеруємих коливань (залежно від конструкції випромінювача) може лежати в інтервалі 0,4–40 кГц. Максимум звукового тиску в ближній зоні випромінювача може досягати 2–4,5 МПа при швидкості витікання струменя не менш 20–25 м/с (для рідин з динамічною в'язкістю близько 1.0 МПа·с). Для одержання такого ж звукового поля в рідинах з більшою в'язкістю треба збільшувати швидкість витікання рідини із сопла. При цьому ККД випромінювача (відношення енергії звукового випромінювача до кінетичної енергії струменя) становить 6–8%. Збільшення зовнішнього протитиску може підвищувати звуковий тиск генеруємих коливань, але при цьому треба підвищувати тиск рідини на вході у випромінювач.

На підставі проведених досліджень і обґрунтувань був розроблений технологічний процес (рис. 2.) і побудована установка (рис. 3.).

Висновки. На підставі проведених теоретичних досліджень можна зробити наступні висновки:

– процес попереднього очищення масла від забруднюючих домішок осадженням залежить від наступних факторів: температури масла, висоти стовпа відстою рідини. Якщо ємність відстою підігрівается й висота стовпа найменша, то процес протікає більше ефективніше;

– якість очищення масла від механічних домішок центрифугуванням буде залежати від частоти обертання ротора центрифуги, а саме при збільшенні частоти обертання до десяти тисяч обертів у хвилину досягається найбільша якість очищення. Але для вітчизняних автотракторних центрифуг таку частоту обертання ротора можна одержати тільки використовуючи струминний насос, що створює розрідження в порожнині ротора й тим самим зменшує в ньому аеродинамічні опори;



Рис.2. Технологічний процес регенерації відпрацьованих масел



Рис. 3. Установка для відновлення експлуатаційних властивостей відпрацьованих масел.

- для виділення механічних домішок розміром до 0,1 мкм найбільш ефективним є метод з використанням мікрофільтрів. Його ефект залежить від типу мікрофільтра, його об'єму, часу фільтрації, тиску й в'язкості масла яке фільтрується;
- для диспергування й активізації присадок

ефективно використати гідродинамічний випромінювач, дієвість якого залежить від температури рідини, її тиску і в'язкості. Розрахунок гідродинамічного випромінювача необхідно проводити окремо для кожного випадку й залежить від потужності струминного насоса, температури й щільності рідини.

Список використаної літератури:

1. Венцель С.В. Применение смазочных масел в двигателях внутреннего сгорания./ Венцель С.В. – М: Химия, 1979. –240 с.
2. Заславский Ю.С. Трибология смазочных материалов./ Заславский Ю.С. – М.: Химия, 1991. –185 с.
3. Итинская Н.И. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости./ Итинская Н.И. – М.: Колос, 1974. –352 с.
4. Камбулов С.И. Оптимизация параметров очищения масел. // Технологические комплексы, машин и оборудования для механизации производственных процессов в полеводстве. Сб. Науч. Тр. ВНИПТИМЭСХ–Зерноград, 1994 –С.176 – 184.
5. Лышко Г.П. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. / Лышко Г.П., Потапов Ю.С., Алейнов И.Н. – Кишинев, ГАУ Молдовы, 1997. –486 с.
6. Шашкин П.И. Регенерация отработанных нефтяных масел./ Шашкин П.И., Брай И.В – М.: Химия, 1970. – 304 с.

Горовой М.В. Усовершенствование технических средств и технологий восстановления свойств отработанных моторных масел

Разработанная установка, блочно-модульного типа и технология регенерации отработанных масел. В установке используется новый тип гидродинамического излучателя, безвредного для обслуживающего персонала. Также для улучшения качества очистки масла от механических примесей на центробежной центрифуге используется струйный насос, который обеспечивает увеличение частоты вращения ротора центрифуги (чем больше частота вращения, тем лучше проходит очистка). Для осветления масла (микрофльтрации) используются мембранные керамические микрофильтры, который не нуждается в замене, а с помощью компрессора можно проводить их очистку.

Ключевые слова: отработанные масла, регенерация, теоретические исследования, механические примеси, осаждение, центрифугирование, микрофльтрация, диспергирование (активизация) присадок, гидродинамические излучатели.

Horovyj M.V. Improvement of technical equipments and technologies of renewal of properties

of exhaust motor oils

Worked out setting, block-module type and technology of regeneration of exhaust oils. The new type of hydrodynamic emitter harmless for an auxiliary personnel is used in setting. Also for the improvement of quality of cleaning of oil from mechanical admixtures on a centrifugal centrifuge a stream pump that provides the increase of frequency of rotation of rotor of centrifuge (what more frequency of rotation, cleaning passes so much the better) is used. For lighting up of oil (microstrainings) membrane микрофилтры are used, that does not need replacement, and by means of compressor it is possible to conduct their cleaning.

Keywords: exhaust oils, regeneration, theoretical researches, mechanical admixtures, besieging, centrifugation, microstraining, dispersgating (activation) of additives, hydrodynamic emitters.

Дата надходження до редакції: 02.07.2017

Рецензент: д.т.н., проф. Ревенко І.І.

УДК 34.65.6П4.5

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ЕЛЕКТРОІСКРОВОГО ЛЕГУВАННЯ РОБОЧИХ ПОВЕРХОНЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ОСНАСТКИ

С. М. Герук, к.т.н., доцент, ст. наук. співр., член-кор. Інженерної академії України

ННЦ «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

П. П. Федірко, к.т.н., доц.

Подільський державний аграрно-технічний університет

Приведені результати дослідження нанесення твердосплавного покриття методом електроіскрового легування (ЕІЛ) на робочі поверхні інструменту з визначенням оптимальних технологічних режимів процесу. Дослідженнями встановлено, що технологія покриття робочої поверхні опорних ножів з інструментальних сталей методом ЕІЛ дозволяє збільшити їх стійкість більш ніж у 2 рази.

Ключові слова: електроіскрове легування, металорізальний інструмент, інструментальні сталі, твердий сплав.

Постановка проблеми

Відповідно до програми співпраці з підприємством машинобудування проведені дослідження можливості використання технології електроіскрового легування функціональних поверхонь засобів інструментального оснащення виробництва.

Суть методу електроіскрової обробки ґрунтується на переважному руйнуванні матеріалу аноду в іскровому розряді і перенесенні матеріалу аноду на поверхню катода. Основні переваги технології полягають у можливості переносу на оброблювальну поверхню будь-яких струмопровідних матеріалів, у тому числі тугоплавких металів і сплавів, а також у високій адгезії зміцненого шару з основним матеріалом. Метод ЕІЛ дозволяє проводити локальне нанесення покриття без деформації основи, підвищити стійкість інструменту при абразивному спрацюванні, сухому терті, при впливі високих температур і механічних навантажень, зменшити коефіцієнт тертя.

В основному процес ЕІЛ здійснюється за схемою RC-генератора залежних імпульсів (рис. 1).

Комутація міжелектродного зазору здійснюється за рахунок вібрації аноду, частота коливань якого задається дискретними значеннями 100 і 200 Гц.

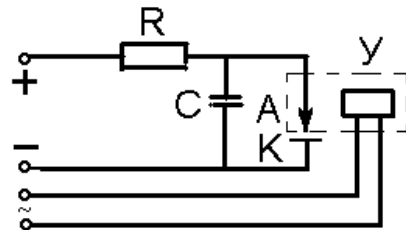


Рис. 1. Принципова схема установки ЕІЛ з генератором залежних імпульсів і вібратором (У) за схемою RC

Аналіз останніх досліджень

Технологія ЕІЛ поверхонь інструментальної оснастки достатньо досліджена в роботах [1, 2, 3, 4]. Основні наукові дослідження належать науковцям Інституту проблем матеріалознавства АН України, Інституту прикладної фізики АН Молдови та ряду зарубіжних наукових шкіл. Кількість способів поверхневого зміцнення весь час збільшується, що певним чином ускладнює роботу технологів і конструкторів.

Різноманітність деталей і конструкційних матеріалів, складу покриттів і засобів їх нанесення, а також вимог до експлуатації обумовлює проведення дослідних пошуків оптимальних рішень для проєктованих систем тертя.

Найрозповсюдженим способом зміцнення по верхнього шару деталей натеper є хіміко-термічна обробка (ХТО), яка дозволяє змінювати хімічний і фазовий склад поверхневого шару та градієнт властивостей деталей у напрямку від поверхні до серцевини. Це досягається за раху-