

## VI ВИКОРИСТАННЯ АЛЬТЕРНАТИВНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

УДК 620.92

### ОГЛЯД КОНСТРУКЦІЙ ФІЛЬТРІВ ДЛЯ ЗНЕВОДНЕННЯ БІОПАЛИВ В СИСТЕМАХ ЖИВЛЕННЯ АВТОТРАКТОРНИХ ДВИГУНІВ

*Марчак Т.В. к.х.н, доцент*

**Романов О.М.** *ст.викладач*

**Чернишук В.В.** *магістр*

*Вінницький національний аграрний університет*

**Постановка завдання.** На відміну від стандартів на якість палива деяких країн Європи, Сполучених Штатів Америки, Японії, стандарти якості палива України не допускають наявності води у паливі для автотракторних двигунів. Така вимога свідчить про значну увагу діючих стандартів до можливого впливу води на елементи системи живлення двигунів.

**Основна частина.** Питання впливу води на елементи системи живлення автотракторних двигунів – багатогранна проблема, що знайшла достатньо широке висвітлення в літературі [1]. Узагальнюючи існуючі дані, вкажемо на основні показники шкідливого впливу наявності води в паливі на елементи системи живлення (табл. 1).

Таблиця 1

#### Вплив води на елементи системи живлення двигунів

ПАЛИВНИЙ БАК
<ul style="list-style-type: none"><li>- Пошкодження захисного покриття внутрішньої поверхні паливного бака</li><li>- Корозія матеріалу паливного бака</li><li>- Утворення колоній мікроорганізмів у паливі, внаслідок чого відбувається:<ul style="list-style-type: none"><li>- біологічна корозія матеріалу бака</li><li>- погіршення якості палива внаслідок його часткового розкладання</li><li>- створення умов для коагуляції забруднюючих речовин органічного походження з - утворенням шламів</li></ul></li></ul>
ПАЛИВНІ ФІЛЬТРИ
<ul style="list-style-type: none"><li>- УТВОРЕНІ У ПАЛИВНОМУ БАЦІ ШЛАМИ ЗАБРУДНЮЮТЬ ПОВЕРХНЮ ФІЛЬТРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ЗМЕНШУЮЧИ ПРОПУСКНУ СПРОМОЖНІСТЬ ФІЛЬТРІВ, ЩО ВИКЛИКАЄ:<ul style="list-style-type: none"><li>- ПОГІРШЕННЯ ПОДАЧІ ПАЛИВА ДО ПАЛИВНОГО НАСОСУ ВИСОКОГО ТИСКУ</li><li>- УСКЛАДНЮЮТЬ ПРОЦЕС ЗАПУСКУ ДВИГУНА</li><li>- В ХОЛОДНУ ПОРУ РОКУ НА ФІЛЬТРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТАХ УТВОРЮЮТЬСЯ КРИСТАЛИКИ ЛЬОДУ, ЗМЕНШУЮЧИ ПРОПУСКНУ СПРОМОЖНІСТЬ ФІЛЬТРІВ</li><li>- ЗМЕНШУЄТЬСЯ МЕХАНІЧНА МІЦНІСТЬ ФІЛЬТРУЮЧИХ ЕЛЕМЕНТІВ</li><li>- ЧЕРЕЗ ВЕЛИКЕ ЗНАЧЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА ПОВЕРХНЕВОГО НАТЯГУ ВІДБУВАЄТЬСЯ ЗАКУПОРЮВАННЯ ПОР МАТЕРІАЛУ ФІЛЬТРА ЗІ ЗБІЛЬШЕННЯМ ГІДРАВЛІЧНОГО ОПОРУ ФІЛЬТРОВАНОМУ ПАЛИВУ</li></ul></li></ul>

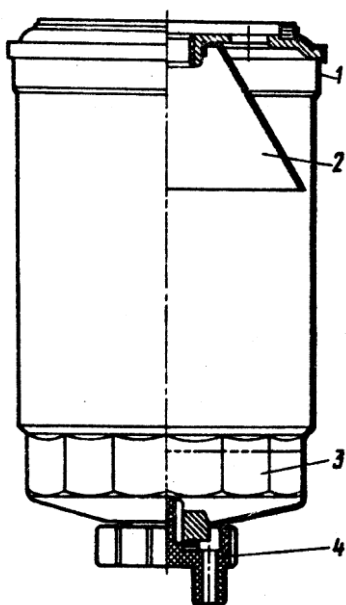
- ЗМЕНШУЄТЬСЯ ЕФЕКТИВНИЙ ОБ'ЄМ КОРПУСУ ФІЛЬТРА
ПАЛИВОПРОВОДИ
- УТВОРЕНІ У ПАЛИВНОМУ БАЦІ ШЛАМИ ЗАКУПОРЮЮТЬ ПАЛИВОПРОВОДИ
- УТВОРЮЮТЬСЯ ВОДЯНІ ПРОБКИ У МІСЦЯХ ЗГИНУ ПАЛИВОПРОВОДІВ
- КОРОЗІЯ (В ТОМУ ЧИСЛІ Й БІОЛОГІЧНА) МАТЕРІАЛУ ПАЛИВОПРОВОДІВ
ПАЛИВНИЙ НАСОС ВИСОКОГО ТИСКУ І ФОРСУНКИ
- УТВОРЕНІ У ПАЛИВНОМУ БАЦІ І НЕ ЗАТРИМАНІ У ФІЛЬТРАХ ШЛАМИ ВИКЛИКАЮТЬ ЗАКЛИНЕННЯ ПЛУНЖЕРА У ВТУЛЦІ НАСОСУ ВИСОКОГО ТИСКУ І ЗАПОРНОЇ ГОЛКИ У КОРПУСІ РОЗПИЛЮВАЧА ФОРСУНКИ
- КОРОЗІЯ МАТЕРІАЛУ ДЕТАЛЕЙ
- ЗМЕНШЕННЯ МАСТИЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПАЛИВА

Зауважимо, що досліджень впливу палива на елементи систем живлення практично не проводилися. Існує точка зору, що цей вплив набагато менший від впливу механічних домішок на абразивне зношування деталей паливного насосу високого тиску і форсунку. Проте такий підхід нами не підтримується, тому що неможливо точно визначити, який вид зношування деталей зазначених приладів більш важливий і обумовлює найбільшу кількість несправностей. Крім того, від впливу води на фільтрувальні елементи фільтрів тонкого очищення палива відбувається руйнування власне фільтрувального елемента (переважно пресованого картону), що опосередковано зменшує якість очищення палива, в тому числі й зменшується кількість затриманих абразивних матеріалів.

Розглянемо найбільш типові конструкції очищувачів палива з переважним очищенням від води.

Фільтри-водовіддільники є основним видом устаткування для очищення палива від вільної води. Одна з конструкцій фільтру-відстійника показана на рис. 1. Такі фільтри є типовими в конструкціях дизельних двигунів тракторів, самохідних сільськогосподарських машин і автомобілів, що випускаються в країнах бувшого Радянського Союзу.

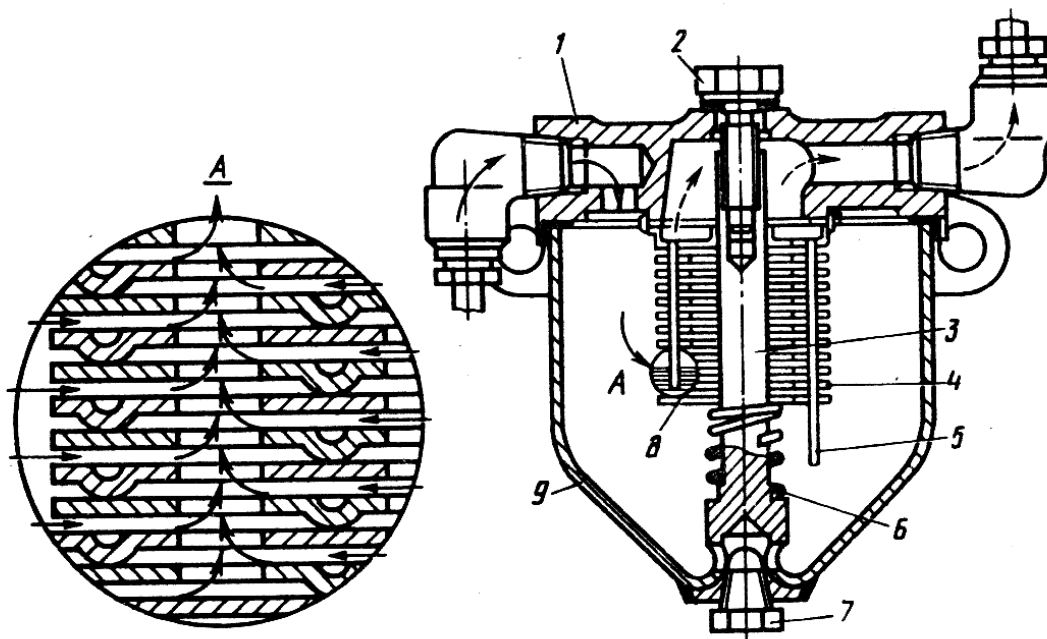
Фірма Бош (Німеччина) випускає водовіддільники вертикальної конструкції (рис. 1).



**Рис. 1 Водовіддільник фірми Бош:**

1 – корпус; 2 – конусний елемент; 3 – відстійна зона; 4 – зливний кран

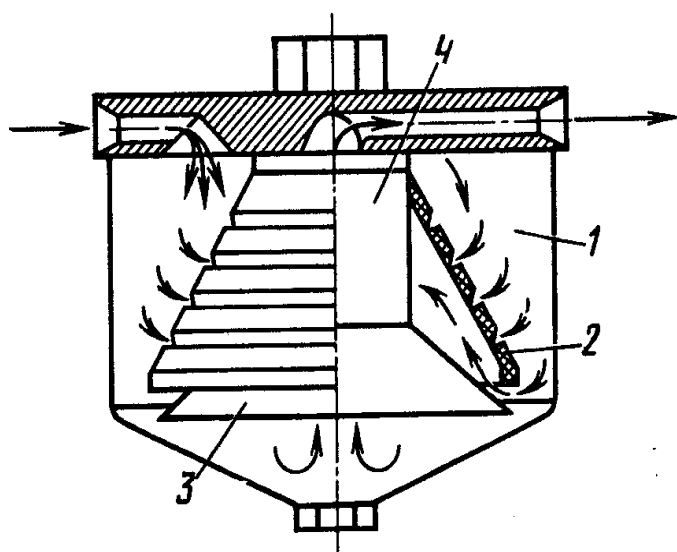
Суміш палива з водою поступає на конус, розташований у верхній частині водовіддільника, і при опусканні вниз по конусу прискорюється. Важчі частинки води відкидаються до стінки і опускаються у відстійник, іноді виконаний з прозорого матеріалу, потім вода видаляється при технічному обслуговуванні. Водовіддільники випускаються також фірмами "Руза мастер" (США), "Сиейві", "Пуролейтер", "Текалеміт" і ін. В системах живлення карбюраторних двигунів понад 40 років використовуються магістральні фільтри-відстійники, конструкція яких представлена на рис. 2.



**Рис. 2 Магістральний фільтр-відстійник карбюраторних двигунів:**

*1 – кришка; 2 – болт; 3 – стрижень; 4 – елемент фільтрувальний; 5 – стяжний стрижень фільтрувального елемента; 6 – пружина; 7 – болт зливний; 8 – нижня кришка фільтрувального елемента; 9 – корпус*

Очищення палива в таких відстійниках здійснюється як шляхом відстоювання, так і фільтрації через фільтрувальний елемент, який представляє собою набір алюмінієвих (рідше – латунних) кільцевих пластин із зазорами між ними близько 50 мкм. Така величина зазору практично гарантує непропускання через фільтрувальний елемент води (завдяки великому коефіцієнту поверхневого натягу води), проте не забезпечує затримання механічних часток розміром до 50 мкм. Тому часто такі відстійники виконують роль тільки водовідділяча. Недоліком такого фільтра є ще й те, що в конструкції не передбачено елемент для гасіння коливаний палива в корпусі при руху нерівностями. Для усунення цієї недоробки на Московському карбюраторному заводі (м. Москва, Російська Федерація) розроблено конструкцію фільтра-відстійника з заспокійликом (рис. 3. 3). Очищення палива і виділення крапель води в такому очищувальному елементі відбувається на поверхні верхнього заспокійлика 2, а також на нижньому заспокійлику. На відміну від тракторних фільтрів-відстійників типу ФГ ефективність гашення можливих коливаний тут досягається використанням одразу двох кільцевих пластин-заспокійликів.



*Рис. 3 Магістральний фільтр-відстійник із заспокійликами:*

*1 – стакан відстійника; 2 – верхній заспокійлик; 3 – нижній заспокійлик; 4 – фільтрувальний елемент*

Проблемою будь-яких фільтрів-відстійників є видалення води із стакана відстійника. В деяких конструкціях для інформування водія про необхідність видалення відстою стакани виконуються скляними або з напівпрозорої пластмаси. Однак є конструкції, де інформування водія забезпечують спеціальні пристрої.

Так, для припинення подачі палива при заповненні відстійника водою застосовуються клапани поплавців (пат. 1113621, Великобританія). У нижній частині такого відстійника знаходиться поплавець, який спливає у воді і тоне в паливі. При заповненні відстійника водою поплавець перекриває подачу палива. Його дія нагадує роботу запорної голки поплавцевої камери карбюратора. Для відновлення подачі палива необхідно спустити воду з відстійника, відкривши кран в днищі фільтру.

У деяких конструкціях водовіддільників передбачене автоматичне видалення води і бруду за допомогою крана, керованого соленоїдом (пат. 3419034, США). Струм в обмотку соленоїда подається з електронної системи, виконаної на напівпровідниках. Датчик системи знаходиться у верхній частині відстійника. При збільшенні рівня відстою в ланцюзі датчика, приєднаного до бази першого транзистора, виникає струм, який посилюється і подається на обмотку соленоїда. Система обладнана реле часу, що затримують відключення на 1...2 с після того, як основний відстій злиться.

Паперовими фільтруючими елементами можна також відділяти воду. Папір просочується фенолом або амінами для отвердження. Вода, що проходить через папір, затримується в складках, коагулюючись при цьому у великі краплі. Випавша вода в результаті проходження через паперовий елемент збирається внизу, у відстійнику. Фірма "Технокар" (Італія) випускає фільтр з паперовим патроном, обладнаним датчиком-сигналізатором води.

Фірма "Сиейві" випускає паливні фільтри, обладнані автоматичним запобіжним пристроєм, в якому при рівні води, що перевищує допустимий, замикається електричний ланцюг сигнальної схеми, що подає застережливий звуковий сигнал.

Часто водовіддільчі виконуються як складовий елемент комбінованих фільтрів. Комбінований фільтр – це агрегат, який суміщає декілька функцій, зокрема водовідділення, грубе і тонке очищення, а також електропідігрів.

У деяких конструкціях фільтрів для кращого використання їх об'єму, спрощення обслуговування і зменшення комутацій на двигуні фільтруючі елементи грубого і тонкого

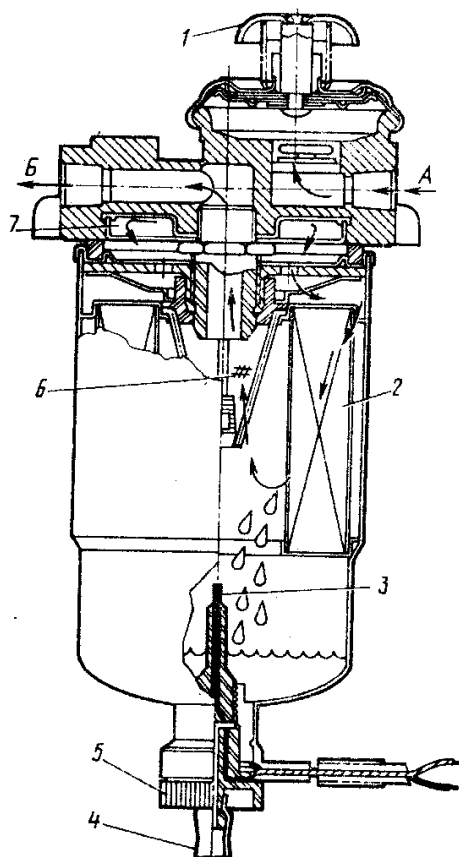
очищення об'єднані в одному корпусі або під однією кришкою і виконують роль здвоєного ступінчастого фільтра.

Так, фірма Бош випускає двухступінчасті фільтри. В якості першого ступеня використовуються повстяні фільтруючі елементи або в деяких випадках водовіддільники вертикальної конструкції (див. рис. 2); а в якості другого ступеня – паперову спіральну шторку.

Фірмою "Давко" (США) розроблений новий легkozнімний фільтр для вантажних автомобілів і інших надпотужних дизельних двигунів. Фільтр забезпечує водовідділення, підігрів і очищення палива в єдиному корпусі. Фільтр підігривається охолоджуючою рідиною двигуна від теплової радіаторної труби. Водовідділення і видалення бруду здійснюється за допомогою спеціально обробленого фільтрувального паперу.

Фірма "Ракор" (США) випускає фільтри-сепаратори. Фільтри забезпечують три стадії очищення палива: відділення води і механічних частинок за допомогою відцентрових сил; осадження частинок забруднень під дією власної ваги; остаточне очищення в пористому фільтроелементі.

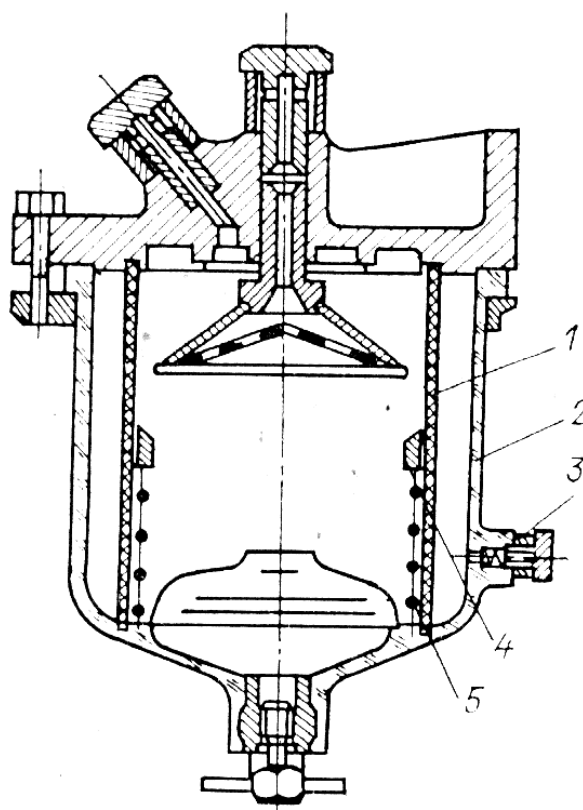
Фільтр-сепаратор фірми "Фрам" (США) складається з водовідділяючого і водовідштовхувального ступенів. Одночасно у фільтрі передбачений підігрів палива. Для визначення рівня води у відстійнику застосовується спеціальний щуп. Фільтр забезпечений автоматичним зливом відстою (рис. 4).



**Рис. 4 Фільтр-сепаратор фірми "Фрам":**

1 – насос низького тиску; 2 – фільтрувальний елемент; 3 – вимірювач рівня води; 4 – гнучка дренажна трубка; 5 – дренажний клапан; 6 – сітчастий фільтрувальний елемент, оброблений сіліконом (матеріал сітки – нейлон); 7 – електронідрівач

З нашої точки зору ільш ефективним є фільтр (АС № 1180549, СРСР), у якому використаний новий принцип очищення палива від води. Фільтр грубої очистки (ФГО), зображений на рис. 3. 5, укомплектований циліндричною пористою стінкою 1, розміщеною у відстійнику 2 і утворюючою з ним кільцеву порожнину, з'єднану з впускним колектором двигуна через зворотний клапан 3. Фільтр містить кільцевий вантаж 4, що спирається на пружину 5.



Циліндрична пориста стінка виконана напівпроникною (з кераміки або спеціальної плівки). В міру нагромадження води у фільтрі молекули води просочуються в кільцеву порожнину між відстійником 2 і стінкою 1. При роботі двигуна в його впускному колекторі виникає розрідження, що приводить до відкриття зворотного клапана 3, в результаті чого вода засмоктується із кільцевої порожнини фільтра і через зворотній клапан надходить в колектор. Очищення внутрішньої поверхні циліндричної пористої стінки від механічних забруднень здійснюється кільцевим вантажем 4.

**Рис. 5 – Фільтр грубої очистки палива (а.с. 1180549 СРСР):**

1 – пориста стінка; 2 – відстійник фільтра грубої очистки палива; 3 – зворотній клапан; 4 – кільцевий вантаж; 5 – пружина

Крім фільтрування і відстоювання, відділення води від палива здійснюється також методами центрифугування і використання вологовбирних матеріалів (адсорбентів). Основною проблемою відстоювання і фільтрації палива є неможливість відокремити від палива мілкодисперсної і розчиненої в паливі води.

Центрифугування для очищення палива від води застосовується дуже рідко через складність конструкції фільтра, що забезпечує тангенціальний рух палива і використання для очищення відцентрових сил, застосування яких для поділу суміші з двох рідин на сьогодні залишається вельми проблематичним з точки зору технічного рішення елементів конструкції, тим більше що густини дизельного палива і води близькі.

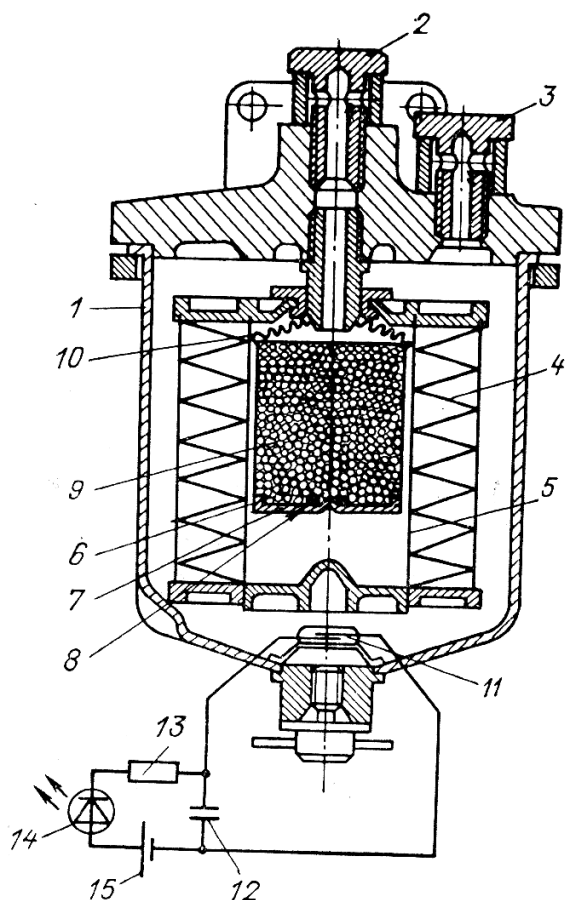
Найбільш доцільним представляється метод очищення палива від мілкодисперсної й розчиненої в ньому води з використанням адсорбентів, насамперед сілікагелей. Все ширше з цією метою використовуються природні адсорбенти. Зазначимо, що промислові запаси природних адсорбентів на Україні є, і, зокрема, значні їх запаси є в родовищі поблизу с. Озаринці Могилів-Подільського району Вінницької області. Додатково зазначимо, що вологовбирна здатність природних адсорбентів у півтора-два рази вища, ніж сілікагелів.

Об'єднання методу адсорбції з фільтрацією пропонуємо використати в триступінчастому фільтрі грубої очистки, у якому поряд з очищенням палива, адсорбуванням мілкодисперсної і розчиненої у паливі води здійснюється і контроль за ступенем насичення водою адсорбенту (рис. 6).

Тут паливо через штуцер 3 надходить до фільтруючого елемента першої 4 і другої 5 ступенів, очищається від механічних забруднень і частково від води, що утримується в

ньому. Потім надходить у внутрішню порожнину циліндричної склянки 6, омиває адсорбент 9, де за рахунок дії молекулярних сил відбувається його повне зневоднення.

**Рис. 6** Пропонована конструкція  
фільтра-відстійника:



1 – корпус; 2, 3 – штуцери підведення і відведення палива; 4, 5 – фільтруючі елементи першої і другої ступенів очистки; 6 – склянка; 7 – дно склянки; 8 – постійний магніт; 9 – вологопоглинаючий елемент; 10 – шторка; 11 – геркон; 12 – кон-денсатор; 13 – резистор; 14 – світлодіод; 15 – акумуляторна батарея

За наявності у фільтрі чистого палива циліндрична склянка 6 із заповнювачем 9 знаходиться у верхньому положенні. При надходженні в склянку 6 палива з домішками води адсорбент 9 всмоктує в себе воду і маса його збільшується. При цьому склянка 6 з постійним магнітом 8 поступово переміщується вниз. За рахунок дії магнітного поля постійного магніту 8 геркон 11 замикає електричний ланцюг і струм від джерела живлення 15 через резистор 13, конденсатор 12 надходить до світлодіода 14, що загоряється, сигналізуючи про граничне насичення водою адсорбенту 9. Відновлення адсорбенту здійснюється нагріванням і випарюванням води, що забезпечує його багаторазове використання.

#### Література

1. Григорьев М.А. Очистка масла в двигателях внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1983. – 148 с.
2. Григорьев М.А., Кукушкин А.С., Пономарев Н.Н. Эффективность работы топливного фильтра с элементами из фильтровальных бумаг типа БТ // Двигателестроение, 1985. – №12. – С. 21-23.
3. Григорьев М.А., Маев В.Е., Купершмидт И.В. Экспресс-метод определения показателей эффективности работы пористых фильтров // Двигателестроение, 1987. – №5. – С. 31-34.
4. Григорьев М.А. Борьба с абразивным износом – резерв повышения ресурса двигателей внутреннего сгорания // Вестник машиностроения, 1982. – №1. – С. 23-26.
5. Гуреев А.А., Иванова Р.Я., Щеголев Н.В. Автомобильные эксплуатационные материалы. – М.: Транспорт, 1974. – 224 с.
6. Жужиков В.А. Фильтрация: Теория и практика разделения суспензий. – М.: Химия, 1980. – 398 с.

7. Итинская Н.И., Кузнецов Н.А. Топливо. Масла и технические жидкости: Справочник. – М.: Агропромиздат, 1989. – 320 с.
8. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники. – М.: Химия, 1984. – 592 с.
9. Коваленко В.П., Ильинский А.А. Основы техники очистки жидкости от механических загрязнений. – М.: Химия, 1982. – 272 с.
10. Лишневский М.И. Безнагревные установки для осушки газов и жидкостей. – М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1979. – 53 с.
11. Лышко Г.П. Топливо и смазочные материалы. – М.: Агропромиздат, 1985. – 196 с.
12. Лышко Г.П., Потапов Ю.С., Алейнов И.Н. Топливо, смазочные материалы и технические жидкости. – Кишинев: ГАУМ, 1997. – 486 с.
13. Малкин Л.Ш. Очистка и осушка рабочей среды холодильных машин синтетическими адсорбентами. – М.: ЦНИИТЭИлещпищепром, 1972. – 44 с.
14. Неймарк И.Е. Синтетические минеральные адсорбенты и носители катализаторов. – К.: Наукова думка, 1982. – 216 с.
15. Романков П.Г., Лепилин В.Н. Непрерывная адсорбция газов и жидкостей. – Л.: Химия, 1968. – 228 с.
16. Рыбаков К.В. Авиационные фильтры для топлив, масел, гидравлических жидкостей и воздуха. – М.: Машиностроение, 1982. – 103 с.
17. Свиридов Ю.Б., Малявинский Л.В., Вихерт М.М. Топливо и топливо-подача автотракторных дизелей. – Л.: Машиностроение, 1979. – 248 с.
18. Серпионова Е.Н. Промышленная адсорбция газов и жидкостей. – М.: Высш. шк., 1984. – 414 с.
19. Цеолиты, их свойства, синтез и применение. – М.-Л.: Наука, 1975. – 362 с.