

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРИСТОСТИ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ

**А.Н. Карташевич¹, д.т.н., профессор,
А.В. Гордеенко¹, к.т.н., доцент, В.Г. Костенич², к.т.н., доцент**

*¹УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь,*

*²УО «Белорусский государственный аграрный технический
университет», г. Минск, Республика Беларусь*

Введение

Надёжность машин, применяемых в различных отраслях народного хозяйства, в большой степени обусловлена надёжностью двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Многолетний опыт эксплуатации ДВС подтверждает, что двигатели подвергаются главным образом абразивному изнашиванию, которое составляет 50–60 % от всех видов изнашивания [1]. Поэтому одним из условий повышения долговечности ДВС является надёжная защита пар трения на всех режимах его работы, которая может быть достигнута применением более совершенных фильтрующих материалов.

Опыт мировой и отечественной практики показывает, что наиболее эффективными и надёжными средствами очистки масла являются бумажные фильтрующие элементы [2]. Однако им также присущи некоторые недостатки. Так при запуске непрогретого двигателя резко возрастает вероятность открытия перепускного клапана фильтра или прорыва фильтрующей шторы из-за высокой вязкости холодного масла, что может привести к поступлению неочищенного масла в масляную магистраль двигателя [3].

Для устранения вышеперечисленных недостатков нами разработан полнопоточный фильтр для очистки масла в ДВС с фильтрующими элементами из углеродных материалов [4].

Основная часть

С целью подбора углеродных материалов для очистки масла в ДВС были проведены исследования для определения пористости углеродных материалов «Бусофит Т-04», «Бусофит ТМ-055» и

«Карбопон». Пористость является одним из основных свойств фильтрующих материалов (ФМ) и определяется отношением объема пор $V_{\text{п}}$ к полному объему пористого тела V

$$\Pi = \frac{V_{\text{п}}}{V}. \quad (1)$$

Пористость ФМ может быть определена как расчётным методом, так и экспериментально – методом пропитки, гидростатического взвешивания и др.[5].

Пористость ФМ расчётным методом находили из выражения

$$\Pi = 1 - \frac{m_1}{V\rho_{\text{к}}} = 1 - \frac{m_1}{S\delta\rho_{\text{к}}}, \quad (2)$$

где: m_1 – масса сухого образца; V – объём образца; $\rho_{\text{к}}$ – плотность компактного материала; S – площадь образца; δ – толщина образца.

Плотность компактного материала определяли с помощью пикнометра 2-го класса точности объёмом 100 мл (ГОСТ 1770–74). Для этого на весах ВЛР-200 (ГОСТ 19491–74) производили взвешивание с точностью до 0,001 г пустого пикнометра, пикнометра, заполненного материалом и пикнометра, заполненного материалом и жидкостью до отметки 100 мл. В качестве испытательной жидкости использовался «Нефрас С4-150/200» (ТУ 38 1011026–85) плотностью $\rho = 784 \text{ кг/м}^3$. Затем по результатам взвешивания определяли плотность компактного материала из выражения

$$\rho_{\text{к}} = \frac{m_{\text{пм}} - m_{\text{п}}}{V_{\text{п}} - \frac{m_{\text{пмж}} - m_{\text{пм}}}{\rho_{\text{ж}}}}, \quad (3)$$

где: $m_{\text{п}}$ – масса пустого пикнометра; $m_{\text{пм}}$ – масса пикнометра с материалом; $m_{\text{пмж}}$ – масса пикнометра с материалом и жидкостью; $V_{\text{п}}$ – объём пикнометра.

По методу пропитки пористость находили из выражения [5]

$$\Pi = 1 - \frac{m_2 - m_1}{V\rho_{\text{ж}}} = 1 - \frac{m_2 - m_1}{S\delta\rho_{\text{ж}}}, \quad (4)$$

где: m_2 – масса образца, пропитанного жидкостью; m_1 – масса сухого образца; V – объём образца; $\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости; S – площадь образца; δ – толщина образца.

Полное заполнение всех пор жидкостью достигалось пропиткой ФМ в вакууме [5]. Схема установки для пропитки приведена на рисунке 1. Установка состоит из сосуда 1, вакуумного насоса 2, вакуумметра 3, кранов 4 и 5, резервуара с жидкостью 6, соединительных трубопроводов 7 и исследуемого образца 8.

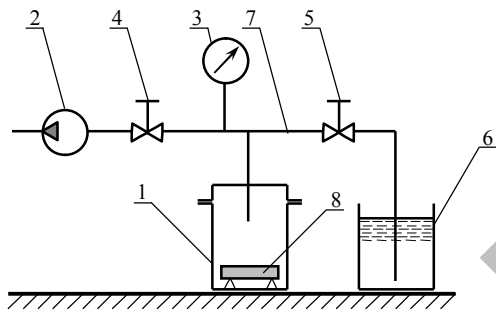


Рисунок 1 – Схема установки для пропитки фильтрующих материалов в вакууме

Исследуемый образец 8 помещают в герметичный сосуд 1, включают вакуумный насос 2 и открывают кран 4 (кран 5 закрыт). При достижении в сосуде разрежения $P_{\text{вак}} = 0,1$ МПа перекрывают кран 4, отключают вакуумный насос и открывают кран 5. Жидкость из резервуара 6 потечёт в сосуд 1 и под действием атмосферного давления пропитает исследуемый образец 8.

При определении пористости методом гидростатического взвешивания после заполнения пор исследуемых образцов водой дополнительно определяли массу образцов в воде, а пористость рассчитывали по формуле [5]

$$\Pi = \frac{m_2 - m_1}{m_2 - m_3}, \quad (5)$$

где: m_1 – масса сухого образца; m_2 – масса образца, пропитанного жидкостью; m_3 – масса образца в воде.

Заключение

Результаты исследований представлены в таблице. Полученные данные позволяют выбрать для очистки масла в ДВС углеродный материал «Карбопон», как обладающий максимальной пористостью из исследуемых образцов.

Таблица – Результаты измерений и полученные значения пористости для исследуемых образцов углеродных материалов.

Определяемые параметры	Бусофит Т-04	Бусофит ТМ-055	Карбопон
Площадь образца, см ²	500	500	500
Толщина образца, см	0,065	0,195	0,175
Масса сухого образца, m_1 , г	12,239	35,311	17,239
Масса образца, пропитанного водой, m_2 , г	35,557	126,611	89,976
Масса образца в воде, m_3 , г	4,742	13,885	5,874
Пористость по методу гидростатического взвешивания	0,76	0,81	0,86
Пористость, определённая расчётным методом	0,78	0,79	0,88
Пористость по методу пропитки	0,72	0,93	0,83

Список использованной литературы

1. Рыбаков, К.В. Очистка воздуха, топлив и масел от загрязнений – одно из важнейших направлений повышения надёжности и ресурсов ДВС / К.В. Рыбаков, Ю.В. Микулин // Двигателестроение. – 1985.– № 7, стр. 3.
2. Мануков, Р.Р. Разработка фильтрующих элементов для очистки масла, топлива и воздуха в дизельных двигателях «Воля-Н» / Р.Р. Мануков, В.И. Зуев, В.Г. Мирошниченко, И.А. Кулясова // Двигателестроение. – 1985.– № 7, стр. 24.
3. Костенич, В.Г. Анализ способов очистки масла в двигателях внутреннего сгорания // Механизация мелиоративных работ: Сб. научн. трудов. – Горки, 1997.– С. 18–23.
4. Костенич, В.Г. Регенерируемый фильтр для очистки масла в ДВС // Молодежь, наука, аграрное образование и производство: Сб. научн. трудов. – Витебск, 1999.– С. 119–120.
5. Витязь, П.А. Фильтрующие материалы / П.А. Витязь, В.М. Капцевич, Р.А. Кусин. – НИИПМ, – Минск, 1999.