

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ ПЕРЕГОРОДОК

Т. К. Уразгалеев, доктор техн. наук, профессор, академик АЕН РК
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана

В. В. Остриков, доктор техн. наук, профессор
ГНУ ВНИИТИН Россельхозакадемия, г. Тамбов

А. Ю. Бектилезов, аспирант
Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана

Бұл мақалада аз көміртекті болат пен алюминийден ұнтақтарынан оларды жоғары температурада пресстеу арқылы алынған кеуекті қоршауларды зерттеу жүргізілді. Олардың механикалық және фильтрлік (сүзгілік) қасиеттері анықталды, фильтрлік элементтерді жасау технологиясы нақтыланды, осы қоршаулар арқылы дизельдік отындардың заңдылықтары анықталды.

В статье авторами были проведены исследования пористых перегородок из порошков малоуглеродистой стали и алюминия полученные путем прессования этих порошков при высоких температурах. Определены их механические и фильтрующие свойства и закономерности фильтрации дизельного топлива через эти перегородки.

Researches of porous partitions from powders low-carbon steels and aluminum received by pressing of these powders are carried out at heats. Their mechanical and filtering properties are defined, manufacturing techniques of filtration elements are specified, and laws of filtration of diesel fuel through these partitions are defined.

В связи с высокой насыщенностью агропромышленного комплекса автотракторной, зерноуборочной и другой самоходной сельскохозяйственной техникой, оснащенной дизельными силовыми установками, вопросы сохранения качества и экономии дизельного топлива в условиях сельскохозяйственного производства приобретают особенно важное значение. Одним из основных направлений сохранения качества дизельного топлива является разработка мероприятий по снижению его загрязненности и обводненности при транспортировке, хранении и заправке техники, а также в процессе использования этой техники.

Загрязнения в дизельных топливах (твердые, жидкие, газообразные и микробиологические), попадая в топливную систему двигателя, преждевременно забивают фильтры, вызывают повышенный износ прецизионных пар топливной аппаратуры, сопряженных деталей цилиндропоршневой группы и т.п. Отрицательное влияние на работу двигателя оказывает попавшая в топливо вода. В зимнее время при отрицательных температурах вода в топливе образует кристаллы льда, которые являются причиной забивания фильтров и образования ледяных пробок в трубопроводах, что приводит к нарушению подачи топлива в цилиндры двигателя и к простоям в работе техники. В летнее время вода в топливе приводит к интенсивному образованию загрязнений, преждевременному забиванию фильтров и повышению износа сопряженных деталей двигателя. При большой обводненности топлива наблюдается ухудшение процесса его сгорания, может произойти аварийный выход из строя деталей топливоподающей системы и остановка двигателя [1].

Для очистки дизельных топлив, заправляемых в топливные баки сельскохозяйственной техники, применяется система очистки, включающая отстаивание топлив в резервуарах нефтесклада и их фильтрование через складские фильтры. Фильтрование (лат. *filtrum* – войлок, англ., франц. *filtration*) – процесс разделения неоднородных систем (например, суспензия,

аэрозоль) при помощи пористых перегородок, пропускающих дисперсионную среду и задерживающих дисперсную твёрдую фазу. С учетом классификации свойств пористых перегородок разработана комплексная методика исследования физико-механических и фильтрационных свойств. Эта методика включает стандартные методики определения, а также оригинальные или модернизированные методики для проведения настоящего исследования. Образцы пористых перегородок исследовались в естественном (товарном) состоянии, а также после контакта с нефтепродуктами и после вибрационной и термической обработки. Для этого пористые перегородки помещались в специальные емкости с нефтепродуктами, где выдерживались в жидкой и паровой фазах при температуре 20 и 50 °С до 10 и 30 суток и подвергались вибрационному воздействию на вибростенде [2].

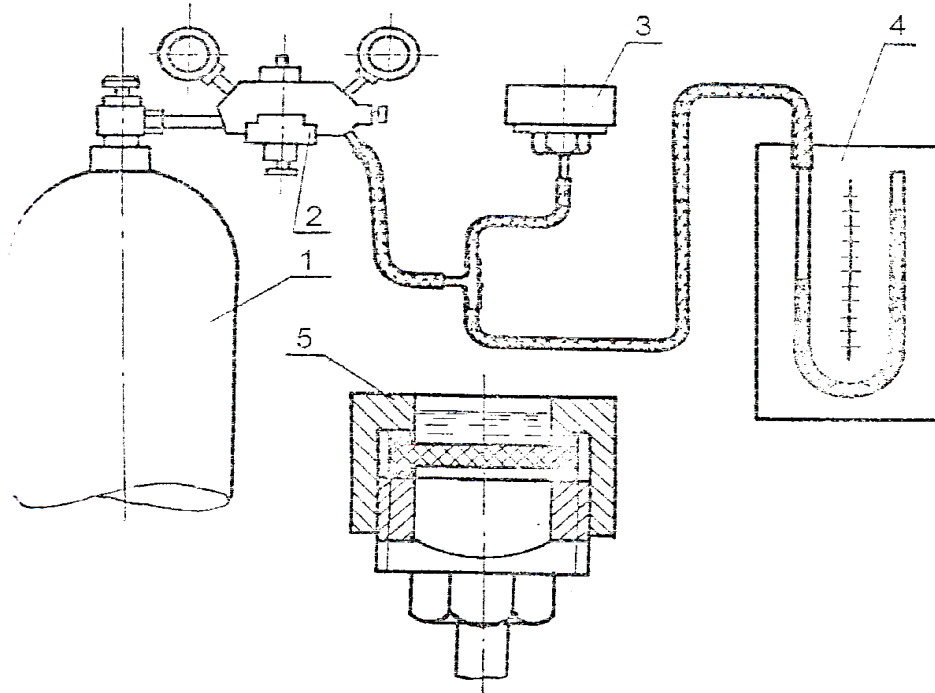
Определение прочности на разрыв производили по четырем полоскам шириной 50 и длиной 200 мм, вырезанным вдоль и поперек образца пористой. Разрывную нагрузку определяли на стандартном динамометре с расстоянием между зажимами 100 мм. После испытаний рассчитывали среднеарифметическую прочность на разрыв по длине и ширине образца материала. Относительное удлинение замеряли динамометром с точностью до 1 мм. Оно характеризовало удлинение полоски пористой перегородки в процентах.

Определение среднего и максимального размера пор производилось на приборе (рисунок 1), принцип действия которого основан на измерении давления, продавливания пузырьков воздуха через поры фильтрационного материала, погруженного в жидкость с известным поверхностным натяжением. Образец пористой перегородки, предварительно вымоченный в течении 15 ч в воде, зажимали в патрон, поверх образца заливали спирт на высоту 3-6 мм. Из баллона 1 через редуктор 2 под фильтр подавали воздух, давление которого фиксировал манометр 4. Появление первого пузырька соответствовало наибольшему размеру пор. При повышении давления количество пузырьков увеличивалось. Определяли средний размер (диаметр) пор:

$$d = 4\alpha (9,81 \cdot 1,003 \cdot 10^3 \cdot \rho) \quad (1)$$

где α – поверхностное натяжение воды;

ρ – давление перед испытуемой пористой перегородкой.



- 1 – баллон со сжатым воздухом;
- 2 – редуктор;
- 3 – патрон с фильтрационным материалом;
- 4 – манометр;
- 5 – патрон (разрез).

Рисунок 1 – Прибор для определения размера пор:

Пористость перегородки, равная отношению объема пор к объему перегородки, определяют путем насыщения образца жидкостью с последующим взвешиванием его в этой жидкости (вода, керосин, бензины или другая жидкость, имеющая небольшую вязкость, легко смачивающая и разрушающая материал). Пористость перегородки

$$m = 1 - (V_n / V_{\text{общ}}), \quad (2)$$

где V_n – объем перегородки (без пор), м^3 ;

$V_{\text{общ}}$ – общий объем перегородки, м^3 ;

Объем перегородки (без пор)

$$V_n = (G_1 - G_2) \rho_{\text{ж}}, \quad (3)$$

где G_1, G_2 – масса образца перегородки в жидкости и в воздухе, кг;

$\rho_{\text{ж}}$ – плотность жидкости, $\text{кг}/\text{м}^3$.

По результатам испытаний определяют перепад давления:

$$\Delta p = p_1 - p_2, \quad (4)$$

где p_1 – давление нефтепродукта перед испытываемым образцом, $\text{кг}/\text{см}^2$;

p_2 – давление нефтепродукта после испытываемого образца, $\text{кг}/\text{см}^2$;

(для безнасосной лабораторной установки $p_2 = 0$);

удельную пропускную способность

$$q = \frac{\Delta V \cdot 60}{\Delta \tau \cdot F}, \text{ л / мин см}^2 \quad (5)$$

где ΔV – объем нефтепродукта, прошедшего через испытываемый образец за время замера, л;

$\Delta \tau$ – время замера, в течение которого нефтепродукт данного объема прошел через испытываемый образец, с;

F – площадь испытываемого фильтрационного элемента, см^2 .

Определение полноты и тонкости очистки на безнасосной лабораторной установке через испытываемый образец пористой перегородки продавливают, а на насосной лабораторной установке прокачивают при $\Delta p = 0,5 \text{ кг}/\text{см}^2$ нефтепродукт, загрязненный на 0,001-0,003 % лессовой пылью. Лессовая пыль (среднеазиатская) выбрана в качестве искусственного загрязнителя вследствие того, что она является характерной составляющей естественных загрязнений топлив. Кроме того, лессовая пыль неактивна по отношению к топливу и ее частицы практически не коагулируют в течение первых двух-трех суток.

В процессе продавливания или прокачки загрязненного нефтепродукта через испытываемый образец фильтрационного материала отбирают пробы до и после него. Пробы исходного нефтепродукта (суспензии) и фильтрата для определения полноты фильтрации пропускают через биологические мембранные фильтры № 4 (ГОСТ 8985-59). По разнице весов мембранных фильтров до и после пропускания через них нефтепродукта определяют весовое содержание загрязнений.

Для определения тонкости фильтрации в одну стеклянную кювету с плоским дном наливают суспензию, а в другую – фильтрат. После отстоя нефтепродукта подсчитывают количество частиц по интервалам размеров.

По результатам испытаний определяют:

коэффициент полноты фильтрации

$$\varphi = \frac{x_0 - x}{x_0}, \quad (6)$$

где x_0 – массовое содержание загрязнений в суспензии, %;

x – массовое содержание загрязнений в фильтрате, %;

коэффициент отсева частиц для каждого интервала размеров

$$n = \frac{K_0 - K}{K}, \quad (7)$$

где K_0 – количество частиц данного интервала размеров в 1 мл суспензии, шт.;

K – количество частиц данного интервала размеров в 1 мл фильтрата, шт.

Для определения необходимого количества испытаний использовалась зависимость

$$E = \frac{\Delta X_{отн}}{\sigma_{x_i}}, \quad (8)$$

где E – относительная ошибка в долях средней квадратичной ошибки;

$\Delta X_{отн}$ – относительная ошибка, %;

σ_{x_i} – средняя квадратичная ошибка, % (коэффициент вариации).

Зная величину E , можно определить необходимое количество испытаний. Для этого нужно задаться величиной доверительной вероятности и относительной ошибки измерения. В данном случае величина доверительной вероятности может быть принята равной $\alpha = 0,9$.

Определение необходимого количества испытаний для получения результатов измерения объема нефтепродукта ΔV с относительной ошибкой 10 и 20 % представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Необходимое количество определений фильтруемости нефтепродукта для получения результата с доверительной вероятностью $\alpha = 0,9$

Объем фильтрата топлива, мл	Необходимое количество определений		Объем фильтрата топлива, мл	Необходимое количество определений	
	$\Delta X_{отн} = 10 \%$	$\Delta X_{отн} = 20 \%$		$\Delta X_{отн} = 10 \%$	$\Delta X_{отн} = 20 \%$
200-50	3	2	17-15	6	3
50-35	3	3	15-13	8	3
35-20	4	3	13-11	9	4
20-17	n	3	11-9	11	n

Как видно из таблицы 1, методика позволяет определить фильтруемость топлива с ошибкой результата 10 % для большинства величин удельных пропускных способностей. При этом доверительная вероятность составляет $\alpha = 0,9$.

Ресурс фильтрации определяли на лабораторной насосной установке на нефтепродукте, содержащем естественные загрязнения. В том случае, когда при определении ресурса фильтрации на установке в расходном баке недостаточно нефтепродукта для полной забивки испытуемого образца, во всасывающую линию постепенно вводится концентрат загрязнений [3].

Таким образом, комплексные исследования загрязненности нефтепродуктов и пористых перегородок являются обобщающими для различных нефтепродуктов и пористых перегородок и могут применяться также для исследований в условиях производства, а также в условиях производства средств очистки нефтепродуктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Уразгалеев, Т. К. Исследование очистки нефтепродуктов от воды методом отстаивания / Т. К. Уразгалеев. // Поиск. Приложение к журналу «Высшая школа Казахстана». – Алмата. – 2000. – №2. – С. 186-199.
2. Уразгалеев, Т. К. Обводненность и загрязненность нефтепродуктов на нефтебазах Республики Казахстан : дисс. ... д-ра техн. наук. / Т. К. Уразгалеев – М. : МГАУ. – 2000.
3. Школьников, В. М. Топлива, смазочные материалы, технические жидкости / В. М. Школьников. – Москва : Химия. – 1999. – 432 с.