

Научная статья  
УДК 621.436.12  
<https://doi.org/10.24143/2073-1574-2026-2-30-37>  
EDN LTJKFS

## **Исследование влияния характеристик масляных фильтров типа spin-on на рабочие параметры систем смазки высокооборотных судовых ДВС**

---

*Станислав Владимирович Терлыч*

*Херсонская государственная морская академия,  
Херсон, Россия, [rn6ay@yandex.ru](mailto:rn6ay@yandex.ru)*

---

**Аннотация.** Повышение эффективности высокооборотных дизельных двигателей может быть выполнено за счет оптимизации работы элементов масляной системы – уменьшения насосных затрат. Повышенные затраты на привод масляных насосов связаны с работой двигателя на высоковязких маслах, работой непрогретого двигателя и эксплуатацией двигателя с загрязненным масляным фильтром. На степень загрязнения моторного масла влияет режим работы дизельного двигателя, климатические условия эксплуатации, качество дизельного топлива, марка применяемого моторного масла. Проведены стендовые исследования рабочих параметров масляных фильтров и их влияния на эксплуатационные показатели масляного насоса в широком диапазоне частот вращения. Результаты выполненных исследований приведены в виде графических и аналитических зависимостей. Представлены зависимости расхода моторного масла в напорную магистраль, линию слива и значения производительности масляного насоса при использовании четырех различных моделей масляных фильтров: ФМ 009-1012005, WL7133, SM 108 и M-019 (загрязненный). Дополнительно определено влияние исследуемых режимов на распределение давления моторного масла, создаваемого масляным насосом, давления в напорной магистрали, перепада масляного давления на исследуемых масляных фильтрах и с учетом разрежения на линии всасывания. Представленные зависимости дают возможность осуществить оценку работы предохранительного клапана масляной системы и состояния фильтрующего элемента. Зависимость перепада давления на загрязненном фильтре модели M-019 ожидаемо отличается от других исследуемых моделей фильтров и указывает на наличие повышенных энергетических потерь для привода масляного насоса при общем снижении подачи моторного масла в напорную магистраль системы смазки.

**Ключевые слова:** высокооборотный дизельный двигатель, система смазки, моторное масло, масляный насос, масляный фильтр, стендовые испытания

**Для цитирования:** Терлыч С. В. Исследование влияния характеристик масляных фильтров типа spin-on на рабочие параметры систем смазки высокооборотных судовых ДВС // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2026. № 2. С. 30–37. <https://doi.org/10.24143/2073-1574-2026-2-30-37>. EDN LTJKFS.

Original article

## **Investigation of the influence of oil filter characteristics spin-on type on the operating parameters of lubrication systems for high-speed marine internal combustion engines**

---

*Stanislav V. Terlych*

*Kherson Maritime State Academy,  
Kherson, Russia, [rn6ay@yandex.ru](mailto:rn6ay@yandex.ru)*

---

**Abstract.** Increasing the efficiency of high-speed diesel engines can be achieved by optimizing the operation of the oil system elements and reducing pumping costs. The increased costs of driving oil pumps are associated with the operation of the engine with high-viscosity oils, the operation of an unheated engine and the operation of the engine with a dirty oil filter. The degree of engine oil contamination is influenced by the operating mode of the diesel engine, climatic operating

conditions, the quality of diesel fuel, and the brand of engine oil used. Bench studies of the operating parameters of oil filters and their effect on the performance of an oil pump in a wide range of rotational speeds have been carried out. The results of the performed studies are presented in the form of graphical and analytical dependencies. The dependences of the engine oil consumption in the pressure line, drain line and the oil pump performance values are presented when using four different oil filter models: FM 009-1012005, WL7133, SM 108 and M-019 (dirty). Additionally, the influence of the studied modes on the distribution of engine oil pressure generated by the oil pump, pressure in the pressure line, oil pressure drop on the studied oil filters and taking into account the vacuum on the suction line is determined. The presented dependencies make it possible to evaluate the operation of the safety valve of the oil system and the condition of the filter element. The dependence of the pressure drop on the contaminated filter of the M-019 model is expected to differ from other studied filter models and indicates the presence of increased energy losses for the oil pump drive with a general decrease in the supply of engine oil to the pressure line of the lubrication system.

**Keywords:** high-speed diesel engine, lubrication system, engine oil, oil pump, oil filter, bench tests

**For citation:** Terlych S. V. Investigation of the influence of oil filter characteristics spin-on type on the operating parameters of lubrication systems for high-speed marine internal combustion engines. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and technologies.* 2026;2:30-37. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-1574-2026-2-30-37>. EDN LTJKFS.

### Введение

Одним из способов повышения энергоэффективности высокооборотных дизельных двигателей судового назначения является оптимизация работы элементов системы смазки, а именно стремление к уменьшению насосных затрат. Повышенные энергозатраты для привода масляных насосов связаны с работой двигателя на высоковязких маслах, непрогретого двигателя (у которого неисправна система охлаждения) и эксплуатацией двигателя с загрязненным масляным фильтром. Согласно рекомендациям предприятий – производителей двигателей [1], замена масляных фильтров осуществляется при каждой замене моторного масла, а именно при отработке 500 ч. На степень загрязнения моторного масла влияет режим работы двигателя, климатические условия эксплуатации, качество дизельного топлива, марка примененного моторного масла.

*Постановка задачи.* Рациональным направлением научных исследований относительно повышения эффективных показателей ДВС является изучение влияния условий эксплуатации на загрязнение моторного масла, уменьшение влияния присадок, изменение его физических свойств с целью корректировки регламентной периодичностью замены моторного масла и перевода ДВС с планово-предупредительной системы технического обслуживания и ремонта на систему согласно реальному техническому состоянию. Использование масляных фильтров с увеличенной площадью фильтрационного материала обеспечивает возможность работать с увеличенным ресурсом.

Для определения оптимальных сроков технического использования масляных фильтров необходимо исследовать их главные эксплуатационные показатели в составе конкретных систем смазки высокооборотных дизельных двигателей и установить в соответствии с их характеристиками критерии целесообразности замены.

*Основной целью* статьи являются стендовые ис-

следования рабочих параметров масляных фильтров и их влияния на эксплуатационные показатели масляного насоса в широком диапазоне частот оборотов.

### Материалы исследования

Изучение влияния составных элементов систем смазки тронковых ДВС, которые характеризуются наличием в их составе масляных насосов (типа spin-on) и полнопоточных масляных фильтров, на эксплуатационные параметры таких систем, невозможно без учета изменения параметров масляных фильтров во время их эксплуатации [1].

В качестве фильтровального материала в масляных фильтрах производители обычно используют фильтрованную бумагу, которая состоит из натуральных и синтетических волокон (например, полиэстеры и полиамиды), которые пропитываются различными смолами [2]. В процессе эксплуатации происходит природное загрязнение фильтрующего материала, что приводит к изменению фильтрующей способности фильтра и к повышению перепада давления на нем.

Особенностью конструкции картриджного фильтра является наличие обратного (антидренажного) и перепускного клапанов [3]. Антидренажный клапан необходим для противодействия стекания моторного масла из фильтров во время остановки двигателя. Перепускные же клапаны необходимы для разгрузки фильтрующих элементов во время запуска и работы двигателя на холодных оборотах и, соответственно, вязких маслах и для обеспечения двигателя маслом при загрязненных фильтрующих элементах. Масляный фильтр исполняется в металлическом корпусе, который оснащен присоединенной резьбой или в бескорпусном варианте. Дополнительно в масляных системах устанавливают предохранительные клапаны, которые обеспечивают поддержку заданного производителем давления масла в нагретой магистрали.

Таким образом, очевидно, что использование

фильтров разных производителей и разные степени загрязнения фильтрующих элементов будут приводить к изменению расхода моторного масла через напорную магистраль двигателя. Наличие вышеуказанных элементов в составе контура подачи и очистки моторного масла системы смазки приводит к необходимости создания разработки алгоритмов диагностики их работоспособности, особенно определения их допустимых (граничных) параметров.

Аналитические описания таких масляных филь-

тров (рис. 1) и их замены в процессе эксплуатации не будут окончательно точными без учета расходной характеристики фильтра в реальных условиях эксплуатации и особенностей технического состояния масляного насоса, а также настройки предохранительного клапана. Важным аспектом, который определяется условиями эксплуатации дизельного ДВС, считается температурный режим моторного масла и его вязкостно-температурная характеристика.



Рис. 1. Конструкция масляного фильтра баночного типа

Fig. 1. Design of a can-type oil filter

Для проведения таких исследований совместно со специалистами кафедры двигателей внутреннего сгорания ФГБОУ ВО «Луганский государственный университет имени Владимира Даля» изготовлен стенд для исследования эксплуатационных параметров элементов смазочной системы высокооборотных ДВС, а именно по контуру подачи и очистки моторного масла. Подробное описание стенда приведено в источнике [3]. Схема установки фильтра на стенде

показана на рис. 2, а гидравлическая схема стенда – на рис. 3. Стендовые испытания проводились с использованием шестеренчатого односекционного масляного насоса 50-1403010Б1 и корпуса масляного фильтра дизельного ДВС Д-246.4 производства Минского моторного завода, который используется в составе дизель-генераторных установок, в том числе и судового исполнения [4]. Технические данные масляного насоса [4] приведены в табл. 1.

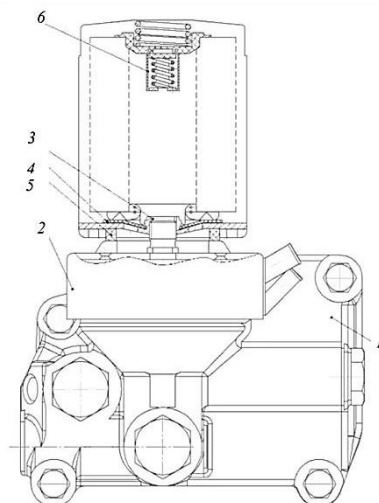


Рис. 2. Конструкция установки масляного фильтра: 1 – корпус фильтра; 2 – жидкостно-масляный теплообменник; 3 – штуцер; 4 – прокладка жидкостно-масляного теплообменника; 5 – противодренажный клапан; 6 – перепускной клапан

Fig. 2. Design of the oil filter installation: 1 – filter housing; 2 – liquid-oil heat exchanger; 3 – fitting; 4 – liquid-oil heat exchanger gasket; 5 – anti-drain valve; 6 – bypass valve

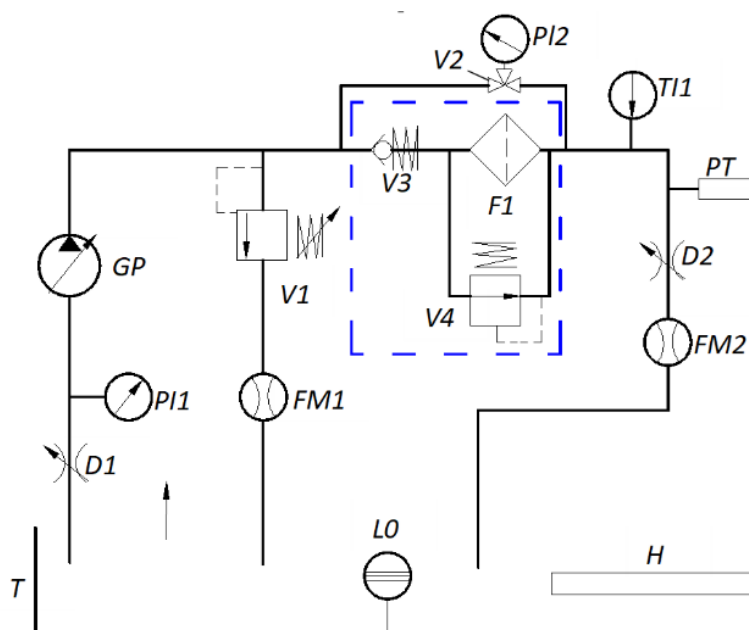


Рис. 3. Гидравлическая система стенда:  $D_1, D_2$  – дроссели;  $PI_1$  и  $PI_2$  – вакуумметр и манометр соответственно;  $GP$  – масляный насос;  $FM_1$  и  $FM_2$  – расходомеры;  $V_1$  – предохранительный клапан;  $V_2$  – трехходовой клапан;  $V_3$  – противодренажный клапан масляного фильтра;  $V_4$  – перепускной клапан масляного фильтра;  $F_1$  – фильтровальный элемент;  $TI_1$  – термометр (Pt100);  $PT$  – цифровой датчик давления масла;  $T$  – масляный бак;  $LO$  – показатель уровня масла;  $H$  – электрический нагревательный элемент моторного масла

Fig. 3. Hydraulic system of the bench:  $D_1, D_2$  – throttles;  $PI_1$  and  $PI_2$  – vacuum gauge and pressure gauge, respectively;  $GP$  – oil pump;  $FM_1$  and  $FM_2$  – flow meters;  $V_1$  – safety valve;  $V_2$  – three-way valve;  $V_3$  – oil filter anti-drain valve;  $V_4$  – oil filter bypass valve;  $F_1$  – filter element;  $TI_1$  – thermometer (Pt100);  $PT$  – digital oil pressure sensor;  $T$  – oil tank;  $LO$  – oil level indicator;  $H$  – electric engine oil heating element

Таблица 1

Table 1

### Технические параметры масляного насоса 50-1403010Б1

#### Technical specifications of the 50-1403010B1 oil pump

Параметр	Значение
Номинальная частота оборотов вала насоса, мин <sup>-1</sup>	2 800
Давление масла на выходе из насоса, МПа	0,70–0,75
Номинальная объемная подача, л/мин	43
Мощность, используемая на привод насоса, кВт	≤ 1,1

В масляном фильтре перепускной клапан должен открываться при перепаде на нем давления масла в пределах 0,13–0,17 МПа [5–7]. В исследовании в качестве образцов использовались фильтры, рекомендуемые предприятием-изготовителем для данного типа дизельных ДВС, параметры которых представлены в табл. 2.

Фильтр модели ФМ 009-1012005 находился в эксплуатации 70 ч от момента запуска ДВС и фактически использовался в процессе работы двигателя. При экспериментальных исследованиях использовался фильтр модели М-109, который применялся после работы на двигателе между периодами регла-

ментной замены моторного масла. Все другие фильтры до момента установки на экспериментальный стенд в эксплуатации не находились.

Эксплуатационные параметры составляющих системы исследованы с применением моторного масла, соответствующего индексу вязкости SAE 30. Температура моторного масла поддерживалась в пределах 83–87 °С. Исследования проводились при неизменных настройках предохранительного клапана и перепускного сечения стендового дросселя, который имитировал расход моторного масла через трибоузлы и элементы двигателя.

Таблица 2  
 Table 2

Параметры масляных фильтров, рекомендуемых для ДВС Д-246.4  
 Parameters of oil filters recommended for the Д-246.4 engine

Параметр	Марка фильтра			
	ФМ 009-1012005	WL 7133	SM 108	М-109
Внутренний диаметр 1, мм	71,4	72,0	72,0	72,0
Внутренний диаметр 2, мм	61,5	62,5	62,0	62,0
Внешний диаметр, мм	97,5	95,0	93,0	98,0
Высота, мм	117,5	181,0	142,0	128,0
Степень очистки, мкм	< 45	12	–	–
Площадь фильтрации, м <sup>2</sup>	–	37	–	–
Дифференциальное давление открытия перепускного клапана, МПа	0,13–0,17	0,25	0,25	–
Давление открытия антидренажного клапана – 0,10 МПа				
Тип присоединительной резьбы 3/4-16 UNF				

Результаты проведенных испытаний представлены в виде графических зависимостей. На рис. 4 представлены зависимости расхода моторного масла в напорную магистраль, линию слива и значение продуктивности масляного насоса при использовании четырех разных моделей масляных фильтров.

Полученные значения расхода моторного масла при исследовании фильтров ФМ 009-1012005, WL 7133 и SM 108 демонстрируют схожие зависимости. Расхождение между продуктивностью масляного насоса при максимальной наблюдаемой частоте оборотов масляного насоса составило 3,51 л/мин, что зафиксировано между фильтрами ФМ 009-1012005 и SM 108.

Анализ расходных характеристик в напорную магистраль и линию слива при установленном фильтре ФМ 009-1012005 дает возможность резюмировать о том, что величина расхода масла в линию слива за счет большего его гидравлического сопротивления превышает аналогичные значения фильтров WL 7133 и SM 108: 21 и 26 л/мин против 20,03 и 17,94 л/мин.

Дополнительно получена зависимость давления после масляного насоса, после масляных фильтров и значения снижения давления на масляных фильтрах от частоты вращения вала привода масляного насоса. Эти зависимости, которые получены с использованием фильтра модели ФМ 009-1012005, представлены на рис. 5 и в аналитических уравнениях:

$$\begin{aligned}
 p_M &= 1,004 \cdot 10^{-6} n^2; \\
 p_{HM} &= 7,45 \cdot 10^{-6} n^2; \\
 p_{MФ} &= 3,03 \cdot 10^{-7} n^2; \\
 p_B &= -6,63 \cdot 10^{-7} n^2,
 \end{aligned}$$

где  $n$  – частота вращения вала масляного насоса, мин<sup>-1</sup>;  $p_M$  – давление масляного насоса, кг/см<sup>2</sup>;  $p_{HM}$  – давление в напорной магистрали, кг/см<sup>2</sup>;  $p_{MФ}$  – дав-

ление на масляном фильтре, кг/см<sup>2</sup>;  $p_B$  – давление вакуума на линии всасывания, равное 10 кг/см<sup>2</sup>.

Аналогичные графики и математические зависимости для фильтра М-019 представлены, соответственно, на рис. 6 и в уравнениях:

$$\begin{aligned}
 p_M &= 1,012 \cdot 10^{-6} n^2; \\
 p_{HM} &= 7,78 \cdot 10^{-6} n^2; \\
 p_{MФ} &= 3,12 \cdot 10^{-7} n^2; \\
 p_B &= -6,27 \cdot 10^{-7} n^2.
 \end{aligned}$$

Зависимости, полученные с использованием фильтра ФМ 009-1012005, также являются типовыми для фильтров WL 7133 и SM 108.

Сравнение этих зависимостей с результатами, которые характеризуют расход моторного масла, указывает на то, что начало срабатывания предохранительного клапана приходится на значение частоты оборотов входного вала масляного насоса 1 000 мин<sup>-1</sup>. Это выражено уменьшением нарастания давления, но в то же время после значения частоты вращения 1 200 мин<sup>-1</sup> начальная тенденция увеличения давления сохраняется до частоты оборотов 2 500 мин<sup>-1</sup>. Дальнейшее изменение нарастания давления может объясняться срабатыванием перепускного клапана масляного фильтра при перепаде давления 1,75 кг/см<sup>2</sup>, что наблюдается после частоты вращения 2 500 мин<sup>-1</sup>.

Другую картину распределения давления можно наблюдать для загрязненного фильтра. Насос вынужден работать при повышенных параметрах давления, соответственно, момент срабатывания предохранительного клапана смещен в нерабочую зону частоты вращения масляного насоса стэнда. Момент срабатывания перепускного клапана соответствует значению перепада давления 3,0 кг/см<sup>2</sup>, что соответствует частоте вращения вала масляного насоса 1 250 мин<sup>-1</sup>.

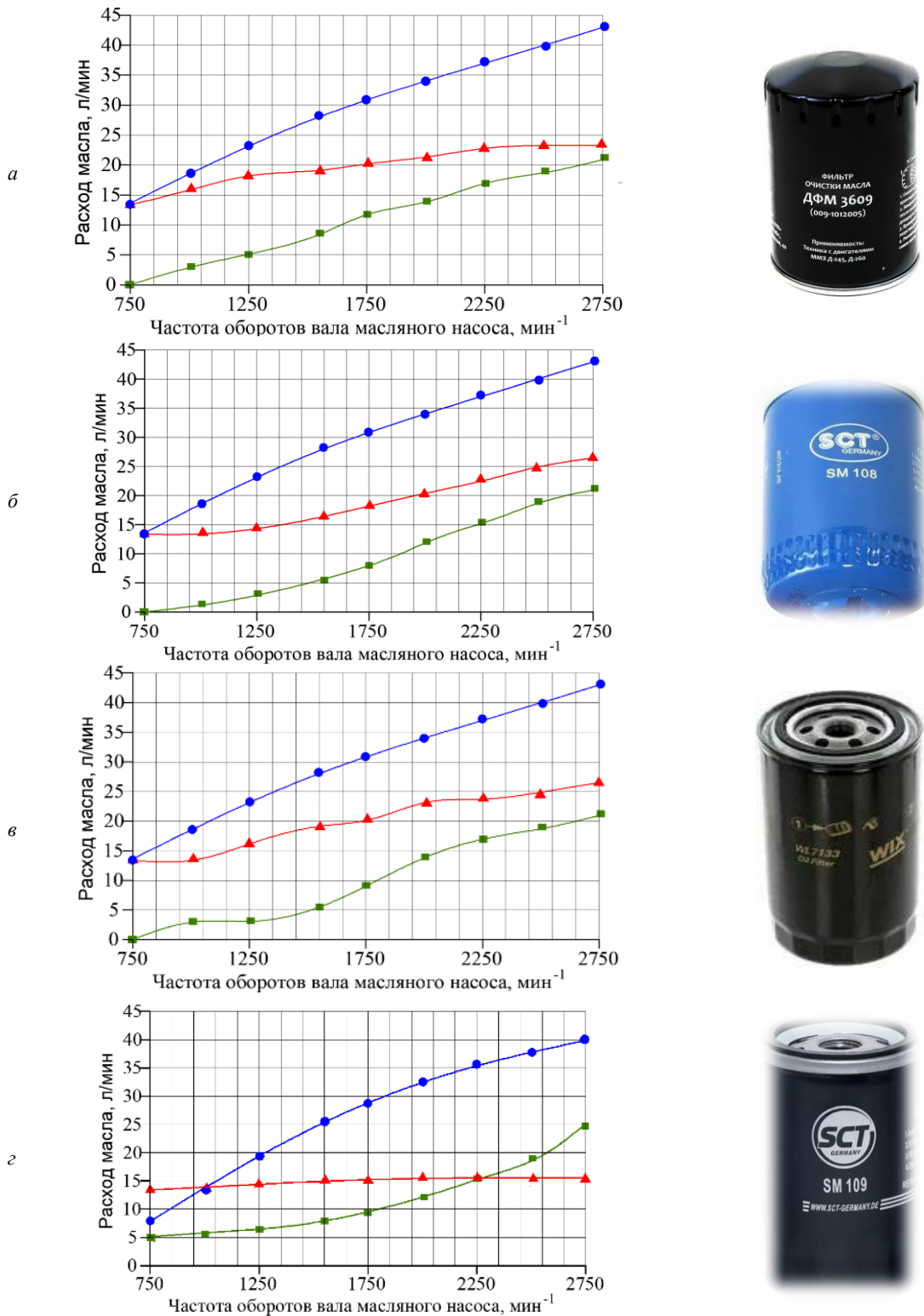


Рис. 4. Зависимость продуктивности масляного насоса ● и расхода моторного масла в напорную масляную магистраль ▲ и линию слива ■ при установленном масляном фильтре:  
 а – ФМ 009-1012005; б – SM 108; в – WL 7133; з – M-109

Fig. 4. Dependence of oil pump productivity ● and the flow rate of engine oil into the pressure oil line ▲ and the drain line ■ with the oil filter installed: а – ФМ 009-1012005; б – SM 108; в – WL 7133; з – M-109

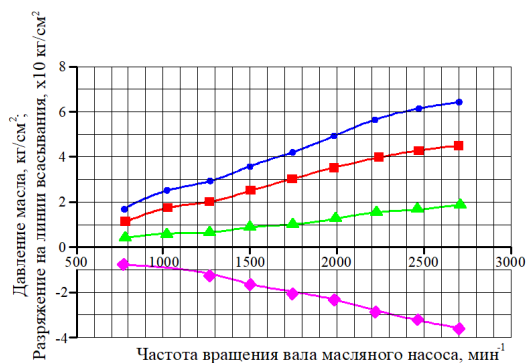


Рис. 5. Зависимость давления масляного насоса ●, давления в напорной магистрали ■, перепада давления ▲ на масляном фильтре ФМ 009-1012005 и вакуума на линии всасывания масляного насоса ◆

Fig. 5. Oil pump pressure dependence ●, pressure in the pressure line ■, pressure drop ▲ on the oil filter ФМ 009-1012005 and vacuum on the suction line of the oil pump ◆

Таким образом, зафиксировано начало условий эксплуатации ДВС, при котором частично к смазываемым узлам поступает неочищенное моторное масло. Это влияет на интенсивность износа трубопроводов двигателя, особенно подшипников скольжения коленчатого вала, распределительного вала и газотурбонагнетателя. Похожие ситуации

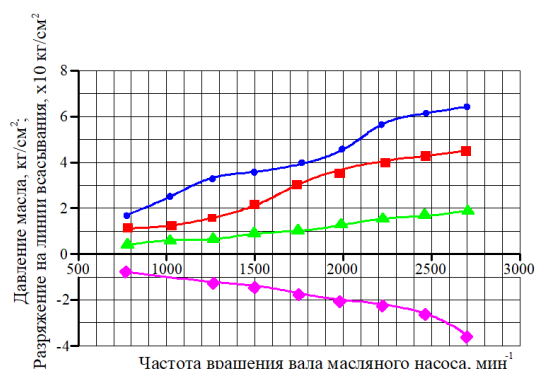


Рис. 6. Зависимость давления масляного насоса ●, давления в напорной магистрали ■, перепада давления ▲ на масляном фильтре М-0198 и вакуума на линии всасывания масляного насоса ◆

Fig. 6. Dependence of the oil pump pressure ●, pressure in the pressure line ■, pressure drop ▲ on the M-0198 oil filter and vacuum on the suction line of the oil pump ◆

описаны в [8–11].

Главной зависимостью, которая характеризует пропускную способность масляных фильтров, является функция перепада давления на них от пропускной способности. Совокупные данные зависимости представлены на графиках (рис. 7).

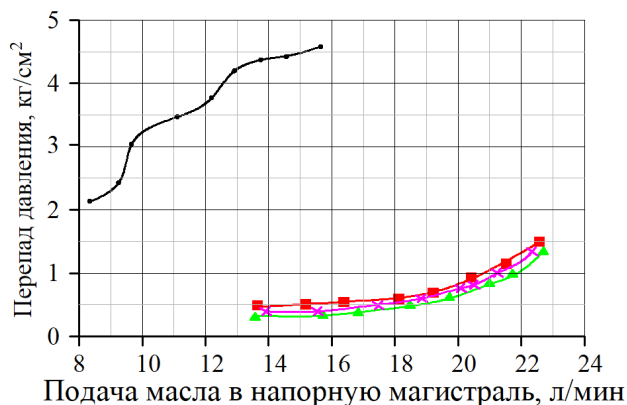


Рис. 7. Зависимости перепада давления на фильтрах в зависимости от их пропускной способности:

● – М-019 (засоренный); ■ – WL 7113; × – ФМ 009-1012005; ▲ – SM 108

Fig. 7. Pressure drop dependencies on filters depending on their capacity: ● – M-019 (clogged); ■ – WL 7113; × – ФМ 009-1012005; ▲ – SM 108

### Заключение

В результате проведенной серии экспериментальных исследований контура подачи и очистки моторного масла для смазочной системы с использованием четырех моделей масляных фильтров типа spin-on получены графические и аналитические зависимости расхода масляным насосом к главной масляной магистрали и к линии слива.

Дополнительно определено влияние исследуемых

режимов на распределение давления моторного масла, создаваемого масляным насосом, давления в напорной магистрали, перепада масляного давления на исследуемых масляных фильтрах и с учетом разрежения (вакуума) на линии всасывания. Представленные зависимости дают возможность осуществить оценку работы предохранительного клапана масляной системы и состояние фильтрующего элемента.

Зависимость перепада давления на загрязненном

фильтре модели М-019 ожидаемо отличается от других исследуемых моделей фильтров и указывает на наличие повышенных энергетических потерь для привода масляного насоса при общем снижении подачи моторного масла в напорную магистраль системы смазки.

Следующие исследования целесообразно провести в направлении определения критериев диагностирования технического состояния составляющих контура подачи и очистки моторного масла системы смазывания элементов ДВС.

#### Список источников

1. Mollenhauer K., Tschoeke H. *Handbook of Diesel Engines*. Berlin: Springer, 2010. 636 p.
2. Техническая брошюра по фильтрам: *Service tips&info. Motorservice, Technical Market Support*. MS International GmbH, 2014. 48 с.
3. Доценко Д. М., Данилейченко А. А., Брянцев М. А. Испытание дизеля 4СН8,5/11 с волновым обменником давления // Молодежь и наука XXI века: материалы Междунар. науч. конф. (Ульяновск, 13 декабря 2018 г.). Ульяновск: Изд-во УлГАУ, 2018. Т. 1. С. 487–492.
4. Двигатели Д-246.1, Д-246.2, Д-246.3, Д-246.4: рук. по эксплуатации. Минск: Изд-во Минск. мотор. завода, 2010. 104 с.
5. Зорин В. А. Основы работоспособности технических систем: учеб. М.: Академия, 2009. 208 с.
6. Botov S. *Investigation on Novel Polymer Filter Medium for Filtration of Automotive Lubricants*. Dissertation Submitted to the Department of Mechanical Engineering, University of Sheffield in Partial Fulfilment of the Require-

- ments for the Degree of Master of Philosophy. May 2016. Sheffield, United Kingdom. 156 p.
7. Babicz J. *Wärtsilä Encyclopedia of ship technology*. Helsinki: Wärtsilä corporation, 2015. 659 p.
8. Belousov I., Bulgakov M., Savchuk V. *Modern Marine Internal Combustion Engines: Springer Series on Naval Architecture, Marine Engineering, Shipbuilding and Shipping*. Germany, 2020. V. 8. 385 p.
9. MANN+HUMMEL Filters for Liquids: Spin-on oil Filters. Speyer, Germany, 2020. 126 p.
10. Берденников А. А. Оптимизация режимов работы судового дизеля с винтом регулируемого шага // Системы управления и обработки информации. СПб.: НПО «Аврора», 2015. Вып. 30. С. 50–62.
11. Каракеев А. Б., Хекерт Е. В., Трапезникова Д. А. Методы оптимизации алгоритмов управления судовыми электроэнергетическими системами с целью повышения качества оптимизации // Эксплуатация мор. трансп. 2022. № 2 (103). С. 76–79.

#### References

1. Mollenhauer K., Tschoeke H. *Handbook of Diesel Engines*. Berlin, Springer Publ., 2010. 636 p.
2. *Tekhnicheskaya broshyura po fil'tram: Servise tips&info. Motorservice, Technical Market Support* [Technical brochure on filters: Service tips&info. Motorservice, Technical Market Support]. MS International GmbH, 2014. 48 p.
3. Docenko D. M., Danilejchenko A. A., Bryancev M. A. *Ispytanie dizelya 4CH8,5/11 s volnovym obmennikom davleniya. Molodezh' i nauka XXI veka* [Testing of a 4H8.5/11 diesel engine with a pressure wave exchanger. Youth and science of the 21st century]. *Materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferencii (Ulyanovsk, 13 dekabrya 2018 g.)*. Ulyanovsk, Izd-vo UIGAУ, 2018. Vol. 1. Pp. 487-492.
4. *Dvigateli D-246.1, D-246.2, D-246.3, D-246.4: rukovodstvo po ekspluatatsii* [Engines D-246.1, D-246.2, D-246.3, D-246.4: operation manual]. Minsk, Izd-vo Minskogo motor-nogo zavoda, 2010. 104 p.
5. Zorin V. A. *Osnovy rabotosposobnosti tekhnicheskikh sistem: uchebnyk* [Fundamentals of the operability of technical systems: textbook]. Moscow, Akademiya Publ., 2009. 208 p.
6. Botov S. *Investigation on Novel Polymer Filter Medium for Filtration of Automotive Lubricants*. Dissertation Submitted to the Department of Mechanical Engineering,

- University of Sheffield in Partial Fulfilment of the Requirements for the Degree of Master of Philosophy. May 2016. Sheffield, United Kingdom. 156 p.
7. Babicz J. *Wärtsilä Encyclopedia of ship technology*. Helsinki, Wärtsilä corporation Publ., 2015. 659 p.
8. Belousov I., Bulgakov M., Savchuk V. *Modern Marine Internal Combustion Engines: Springer Series on Naval Architecture, Marine Engineering, Shipbuilding and Shipping*. Germany, 2020. Vol. 8. 385 p.
9. MANN+HUMMEL Filters for Liquids: Spin-on oil Filters. Speyer, Germany, 2020. 126 p.
10. Berdennikov A. A. *Optimizatsiya rezhimov raboty sudovogo dizelya s vintom reguliruemogo shaga* [Optimization of the operating modes of a marine diesel engine with an adjustable pitch screw]. *Sistemy upravleniya i obrabotki informatsii*. Saint Petersburg, NPO «Aurora», 2015. Iss. 30. Pp. 50-62.
11. Karakayev A. B., Hekert E. V., Trapeznikova D. A. *Metody optimizatsii algoritmov upravleniya sudovymi elektroenergeticheskimi sistemami s cel'yu povysheniya kachestva optimizatsii* [Optimization methods of control algorithms for marine electric power systems in order to improve the quality of optimization]. *Ekspluatatsiya morskogo transporta*, 2022, no. 2 (103), pp. 76-79.

Статья поступила в редакцию 23.02.2026; одобрена после рецензирования 20.04.2026; принята к публикации 23.04.2026  
The article was submitted 23.02.2026; approved after reviewing 20.04.2026; accepted for publication 23.04.2026

#### Информация об авторе / Information about the author

**Станислав Владимирович Терлыч** – кандидат технических наук; декан факультета судовождения и судовой энергетики; Херсонская государственная морская академия; rnbay@yandex.ru

**Stanislav V. Terlych** – Candidate of Technical Sciences; Dean of the Faculty of Navigation and Marine Power Engineering; Kherson Maritime State Academy; rnbay@yandex.ru

