

ИЗМЕНЕНИЕ РЕСУРСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ 6ЧН18/22 ПРИ РАБОТЕ НА ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

Е.А. Белов, И.Г. Мироненко, Л.О. Соловьёва

Эксплуатация дизелей на водотопливной эмульсии (ВТЭ) имеет ряд положительных качеств, о которых уже многократно говорилось и писалось. Среди них:

- заметное сокращение расхода топлива при эксплуатации, как изношенных дизелей, так и конструктивно новых, рабочий процесс которых на заводе - изготовителе ещё «не доведён»;
- существенно (до 40% и более) сокращается расход смазочного масла на угар;
- практически во всех исследованиях говорится о заметном снижении дымности отработавших газов;
- сокращается сажевыделение в цилиндрах двигателя, в отработавших газах существенно уменьшается концентрация оксидов азота.

Кроме перечисленных выше преимуществ, которые даёт применение эмульгированных топлив, в ряде работ отмечается, что при переходе с безводного топлива на ВТЭ:

- снижается теплонапряженность деталей цилиндрико-поршневой группы (ЦПГ) [13, 2 и др.];
- сокращается нагарообразование в КС дизелей [13, 1 и др.];
- происходит восстановление (раскоксовывание) распыливающих отверстий форсунок [16 и др.];
- увеличивается срок службы выпускных клапанов (особенно при работе двигателей на тяжелых сортах топлива [12]).

Перечисленное даёт основание предположить, что при переводе дизеля на ВТЭ улучшаются и его ресурсные показатели. Однако единства среди исследователей в этом вопросе нет. Так в работе [7] подчёркивается, что применение эмульгированного топлива улучшает работу двигателя (работа становится мягче), уменьшает износ цилиндров, поршневых колец и подшипников кривошипно-шатунного механизма. Эти результаты вполне объяснимы, учитывая снижение теплонапряженности деталей и «смягчение» рабочего процесса. Однако, последнее обстоятельство не характерно для дизелей работающих на ВТЭ и, возможно, связано с особенностью подачи ВТЭ в камеру сгорания. Обычно, жёст-

кость рабочего процесса на ВТЭ возрастает.

Результаты [7] удовлетворительно согласуются с результатами [15] работы среднеоборотного дизеля на эмульгированном моторном топливе. Проведённые в [15] исследования величины износа основных деталей дизелей 6ЧН 18/22 и 8NVD36 (поршень, кольца, втулка цилиндра и коленчатый вал) показали, что он не превышает износов при работе на «чистом» дизельном топливе. Аналогичные результаты получены в работах [5, 3, 6 и 4] для эмульгированного дизельного топлива.

В противовес выше названным исследованиям авторы [9 и 10] утверждают, что применение эмульгированного топлива увеличивает коррозию топливной системы, втулок цилиндров, поршней и поршневых колец. Факт коррозионной активности ВТЭ по отношению к деталям топливной аппаратуры убедительно показан в работе [13]. Диаметрально противоположные результаты приводятся в работе [8]: «Спустя 8 мес. после окончания эксперимента не было обнаружено признаков коррозии поршня, цилиндра, форсунки и топливного насоса». Возможно, это связано с применением в исследованиях [8] «2,6 ÷ 8 % беззольного эмульгатора органического состава», о чём в работах [9 и 10] не говорится.

Всё выше сказанное свидетельствует о том, что вопросы, связанные с изменением ресурсных показателей ДВС работающих на эмульгированном топливе по-прежнему актуальны.

Рассмотрим, как изменяется скорость изнашивания основных деталей дизеля 6ЧН18/22 при стендовых испытаниях, работающего в режиме номинальной мощности. Скорость изнашивания оценивалась методом спектрального анализа картерного масла по концентрации в последнем химических элементов – индикаторов износа. Спектральный анализ проб масла выполнялся на установке МФС-7. Пробы масла отбирались из картера в установившемся режиме номинальной мощности через определённые промежутки времени. Свыше 150 часов двигатель работал на товарном дизельном топливе марки Л-0,2. В течение этого периода определялась

ИЗМЕНЕНИЕ РЕСУРСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ 6ЧН18/22 ПРИ РАБОТЕ НА ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

«номинальная» скорость изнашивания основных деталей, соответствующая паспортным условиям эксплуатации технически исправного дизеля. После этого двигатель переводился на водотопливную эмульсию с содержанием водной фазы $C_W^{об} = 20\%$ (ВТЭ-20) и так же отбирались пробы масла для спектрального анализа.

Переход дизеля с товарного топлива на ВТЭ характеризовался изменением следующих параметров:

- уменьшением температуры отработавших газов на выходе из цилиндров $\approx 25 \pm 5^\circ\text{C}$;
- некоторым увеличением жёсткости рабочего процесса;
- снижением эффективного удельного расхода топлива $\approx 8 \pm 1\%$;
- уменьшением максимального давления сгорания в пределах погрешности измерений.

Для определения скорости изнашивания отдельных деталей или механизмов выберем элементы-индикаторы износа в соответствии с рекомендациями [14] и маркой материала, из которого изготовлена деталь:

- Железо (Fe) – концентрация железа в смазочном материале характеризует интегральный (совокупный) износ деталей газораспределительного механизма (ГРМ), цилиндрической втулки, поршневого пальца и шеек коленчатого вала;

- Хром (Cr) – характеризует износ верхних компрессионных колец;

- Медь (Cu) и олово (Sn) – характеризуют износ вкладыша верхней головки шатуна;

- Алюминий (Al) – характеризует износ коренных и шатунных вкладышей подшипников коленчатого вала.

Как известно [17], скорость изнашивания определяется по формуле:

$$J = \Delta h / t,$$

где Δh – величина износа, м; t – время, ч.

В нашем случае величина износа определяется концентрацией элемента-индикатора в смазочном масле. Следовательно, скорость изнашивания есть не что иное, как тангенс угла наклона линий описывающих изменение концентрации элемента-индикатора во времени (рис. 1-5). Проанализируем с этих позиций относительное изменение скорости изнашивания основных деталей и узлов дизеля при переводе его на водотопливную эмульсию.

Как видим (рис. 1), скорость изнашивания трибосопряжений из железоуглеродистых сплавов, характерных для деталей ГРМ, втулки цилиндра и т.д. несколько уменьшилась по сравнению с «номинальной». Объясняется это уменьшением теплонапряжённости деталей, вызванное снижением температуры и уменьшением сажеосодержания отработавших газов, как это утверждается в работе [12].

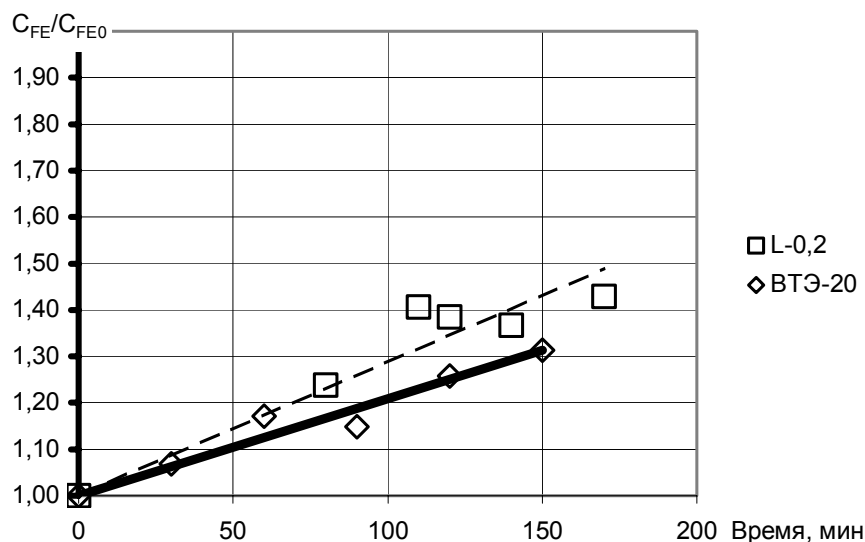


Рис. 1. Относительное изменение концентрации железа в картерном масле дизеля 6ЧН 18/22

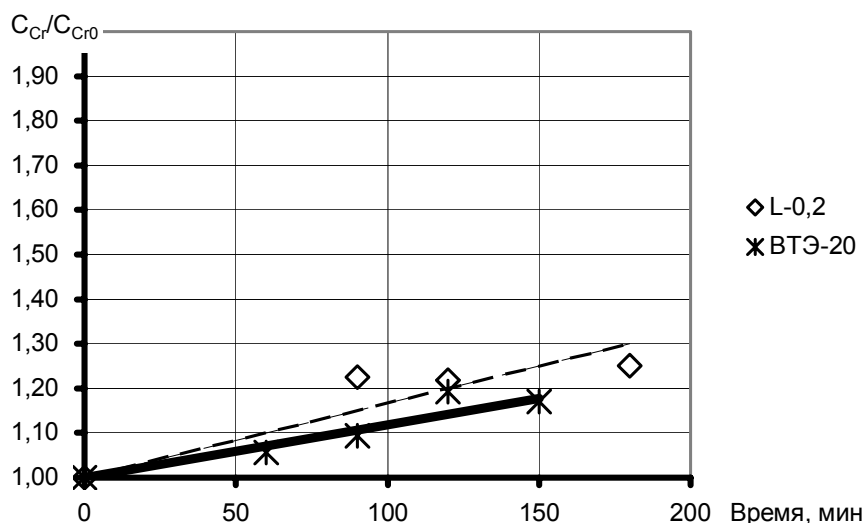


Рис. 2. Относительное изменение концентрации хрома в картерном масле

Переход на эмульгированное топливо положительно сказывается на ресурсных показателях компрессионных колец (рис. 2). Скорость их изнашивания уменьшается (на 17-20%). Это явление может быть объяснено

уменьшением температуры компрессионных колец, сокращением сажевыделения в цилиндрах двигателя [12] и уменьшением сажесодержания в масляной плёнке на поверхности втулки цилиндра [11].

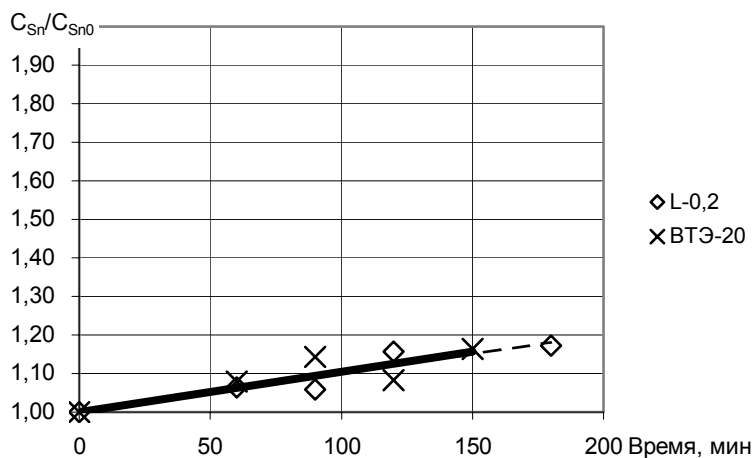


Рис. 3. Относительное изменение концентрации олова в картерном масле

Переход с безводного топлива на эмульгированное никак не сказывается на ресурсных показателях втулки верхней головки шатуна. Изменения скорости изнашивания (рис. 3) практически не происходит. Возможное увеличение ресурса втулки от снижения теплонапряжённости, а, следовательно, и температуры смазочного материала, скорее всего, компенсируется повышением жёсткости рабочего процесса.

Существенно снижается скорость изнашивания коренных и мотылёвых вкладышей подшипников (рис. 4) из сплава АСМ. Уменьшение скорости изнашивания подшипников объясняется снижением максимального давления сгорания. Изменение жёсткости рабочего процесса здесь практически не ощущается.

ИЗМЕНЕНИЕ РЕСУРСНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДИЗЕЛЯ 6ЧН18/22 ПРИ РАБОТЕ НА ВОДОТОПЛИВНОЙ ЭМУЛЬСИИ

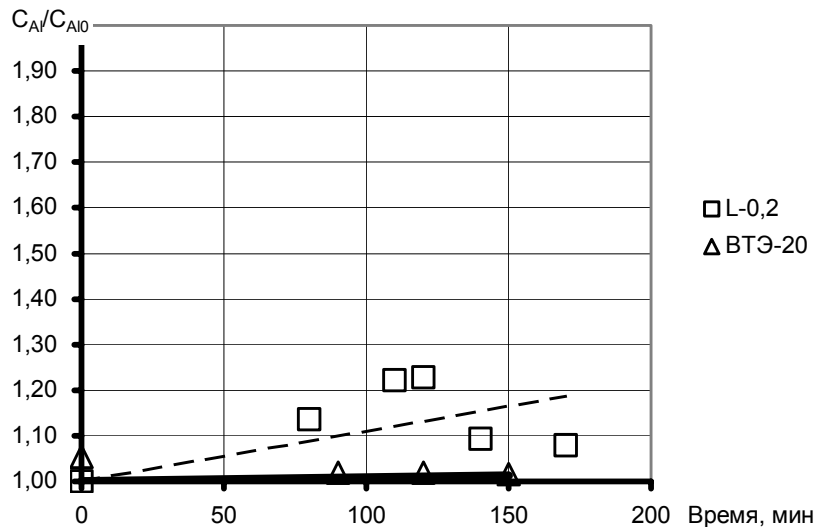


Рис. 4. Относительное изменение концентрации алюминия в картерном масле

Таким образом, перевод дизеля 6ЧН 18/22 с дизельного топлива на ВТЭ благотворно сказывается на ресурсных показателях его основных деталей:

- интегральный (совокупный) износ деталей газораспределительного механизма, цилиндровой втулки, поршневого пальца, компрессионных колец, коренных и шатунных вкладышей подшипников и шеек коленчатого вала уменьшается;

- износ вкладыша верхней головки шатуна при переходе с безводного топлива на эмульгированное практически не изменяется.

ЛИТЕРАТУРА

Adkins Philip. The burning of emulsified fuel in medium speed diesel engines // *Fairplay Int. Shipp Weekly*. 281, №5132, 1982. - P. 27, 29.

Bobev P., Bachvarov S., Nenkov N. Flexibility of water-oil emulsion application as fuel for ship engines. // 4th Int. Congr. - Varna. - May. 1987. - Vol. 5. - P. 188.

Collins A. Bell shipping group pours water on troubled oils // *Technol. Irel.* - 1982. - 14. - № 2. - P. 17-18.

Fox J. System Provides Fuel Saving For Ship // *Contains News (USA)*, 17, №7, 1982. -P. 36-37.

Hughes F.A. Emulsified fuel produces savings on shipboard trials // *Motor ship.* - 1982. - 62. - № 740. - P. 61-62.

Hughes F.A. Emulsifiers for fuel economy // *Shipbuild. and Mar. Eng. Int.* - 1982. - 105. - № 2661. - P. 387-388.

Hughes F.A. Performance on emulsified fuel // *Mar. Propuls. Int.* - 1984. - Apr. - P. 40-42.

Ishii Y., Takeuchi R. Application of emulsified fuels for a small diesel engine // *Trans. ASAE.* - 1974.

- 17. - № 5. - P. 864-866.

Mitsubishi Kazuya, Takasaki Kiyoshi, Nakagawa Hiroshi, Ando Kotaro, Ujile Yoshinori. Application of emulsified fuel on diesel engine // *Japan Shipbuilding and Mar. Eng.*, 13, №1, 1979. P. 34-44.

Oda Ken'ichi, Yamada Toshio. Burning of oil/water emulsified fuel on fishing boat engine // *Bull. Nut. Res. Inst. Fish. Eng.* - 1982. - № 3. - P. 173-176.

11. Лебедев О.Н., Мироненко И.Г. Влияние присадки сажи выпускных газов дизеля к смазочному материалу на коэффициент трения и среднюю скорость изнашивания деталей // *Энергетические установки речных судов: Сб. науч. тр. / Новосиб. ин-т инж. водного транспорта.* - 1991. - С.65-68.

Лебедев О.Н., Сомов В.А., Пушнин В.П. Гипотеза о механизме разрушения выпускных клапанов дизелей, работающих на тяжелых сортах топлива // *Двигателестроение*, №7, 1983. С. 59-60.

Лебедев О.Н., Сомов В.А., Сисин В.Д. Водотопливные эмульсии в судовых дизелях. Л.: Судостроение, 1988. 106 с.

Ломухин В.Б. Совершенствование системы диагностирования судовых дизелей по параметрам смазочного масла. // *Дисс. ... канд. техн. наук.* - Новосибирск. - 2002. - 153 с.

Носов В.П. Эффективный способ сжигания тяжёлого топлива в судовых среднеоборотных дизелях: *Дисс. канд. техн. наук.* - Новосибирск, 1981. - 174 с.

Середа А.С. Эффективный метод повышения экономичности судовых дизелей. Автореферат диссертации на соискание ученой степени к.т.н. Л, 1989.-16 с.

Трибология. Физические основы, механика и технические приложения: Учебник для вузов / И.И. Беркович, Д.Г. Громаковский; Под ред. Д.Г. Громаковского; Самар. гос. техн. ун-т. Самара, 2000. - 268 с.