

Богач Валентин Михайлович, Шебанов Андрей Николаевич

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МАСЛОПОДАЧИ ДВУХРЯДНОЙ СИСТЕМОЙ "PULS" БЕЗ АККУМУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ МАСЛА

В статье рассмотрена современная система маслоподачи "Puls", обеспечивающая смазывание цилиндропоршневой группы судовых двигателей внутреннего сгорания. Отражены особенности ее конструкторского исполнения и эксплуатации. Приведены результаты исследований, направленных на снижение "выброса" масла на зеркало цилиндрической втулки, и предложены способы рационального использования его количества для обеспечения смазывания всей поверхности цилиндрической втулки. Использование результатов проведенных исследований способствует улучшению качества процесса смазывания цилиндропоршневой группы и снижает нагарообразование в цилиндре дизеля.

Адрес статьи: www.gramota.net/materials/1/2015/8/5.html

Статья опубликована в авторской редакции и отражает точку зрения автора(ов) по рассматриваемому вопросу.

Источник

Альманах современной науки и образования

Тамбов: Грамота, 2015. № 8 (98). С. 28-32. ISSN 1993-5552.

Адрес журнала: www.gramota.net/editions/1.html

Содержание данного номера журнала: www.gramota.net/materials/1/2015/8/

© Издательство "Грамота"

Информация о возможности публикации статей в журнале размещена на Интернет сайте издательства: www.gramota.net

Вопросы, связанные с публикациями научных материалов, редакция просит направлять на адрес: almanac@gramota.net

15. Фукидид. История / пер. Ф. Г. Мищенко и С. А. Жебелева / под ред. Э. Д. Фролова. СПб.: Наука; Ювента, 1999. 590 с.
16. Амага О. А. Les soldats d'Hannibal. Clermont-Ferrand, 2009. 86 p.
17. Jal A. La flotte de César. Paris: Firmin Didot frères, files et C, 1861. 430 p.
18. Scheffer J. De militia navali veterum libri quattuor. Ad historiam graecam latinamque utiles. Ubsaliae: J. Jansson, 1654. 348 p.

DEVICES TO FIGHT ENEMY SHIPS USED AT THE ANCIENT PERIOD

Bannikov Andrei Valer'evich, Ph. D. in History, Associate Professor
Gorbacheva Yuliya Gennad'evna
Saint Petersburg State University
elephantomasha@mail.ru; jgor439@yandex.ru

The basic weapon of the big ancient warship was a battering ram, the earliest mentions of which refer to the VI century BC. The first battering rams had rather simple form. Later on they were made in the form of the head of a certain animal, boar or raptorial bird. Except for battering rams, they also used towers, from which soldiers bombarded the enemy with flame projectiles, and various kinds of catapults. To join boarding fight the crew used hooks, grapplers, so called "iron claws", and a harpax – a special beam with a cramp iron at the end that was fired off from the catapult.

Key words and phrases: fleet; ships; battering ram; davits; grapnels; harpax; hooks; corvus.

УДК 621.431.74

Технические науки

В статье рассмотрена современная система маслоподачи "Puls", обеспечивающая смазывание цилиндропоршневой группы судовых двигателей внутреннего сгорания. Отражены особенности ее конструкторского исполнения и эксплуатации. Приведены результаты исследований, направленных на снижение «выброса» масла на зеркало цилиндрической втулки, и предложены способы рационального использования его количества для обеспечения смазывания всей поверхности цилиндрической втулки. Использование результатов проведенных исследований способствует улучшению качества процесса смазывания цилиндропоршневой группы и снижает нагарообразование в цилиндре дизеля.

Ключевые слова и фразы: судовой двигатель внутреннего сгорания; смазывание; лубрикатор; система электронного управления смазыванием; система маслоподачи "Puls"; истечение масла.

Богач Валентин Михайлович

Шебанов Андрей Николаевич

*Одесская национальная морская академия, Украина
saginsergey@mail.ru*

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА МАСЛОПОДАЧИ ДВУХРЯДНОЙ СИСТЕМОЙ "PULS" БЕЗ АККУМУЛИРОВАНИЯ ДАВЛЕНИЯ МАСЛА[©]

Развитие современного дизелестроения характеризуется созданием двигателей внутреннего сгорания с большим отношением хода поршня к диаметру цилиндра [5, с. 15]. Увеличение хода поршня компенсировало снижение частоты вращения и позволило сохранить на прежнем уровне цилиндрическую мощность. В связи с новыми показателями отношения хода поршня к диаметру цилиндра двигателей новых типоразмеров значительно увеличилась длина смазываемой части цилиндрической втулки, что требует особого внимания к вопросам эффективности работы лубрикаторных систем этих дизелей [2, с. 13].

В современных судовых дизелях применяются электронные модули "Puls" вместо традиционных лубрикаторов. "Puls"-лубрикаторы устанавливаются на каждый цилиндр. Сервомотор посредством поршня приводит в движение плунжеры подачи масла к штуцерам. Моменты подачи и количество нагнетаемого масла определяются микропроцессором, подающим управляющие сигналы на соленоидный клапан лубрикатора. Маслоподача осуществляется с определенной периодичностью по оборотам коленчатого вала двигателя в количестве заданной величины удельного расхода масла. Вначале модернизации системы смазывания модули "Puls" обеспечивали подвод масла через оба пояса штуцеров новой конструкции (Рис. 1), при этом аккумуляторы были исключены из системы, что объясняется стремлением повысить давление в нагнетательном маслопроводе. Удаление аккумуляторов из системы является отрицательным фактором, поскольку они играют очень важную роль в увеличении равномерности подачи масла по оборотам, что доказано множеством исследований [3, с. 16; 4, с. 12].

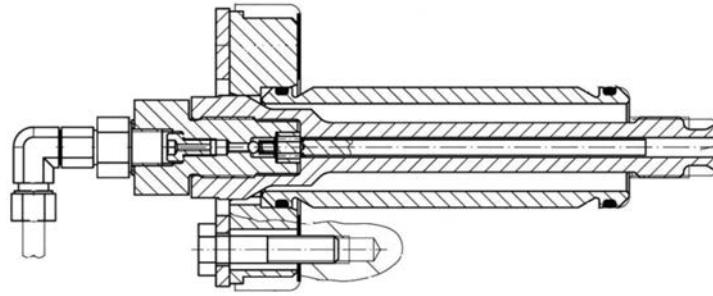


Рис. 1. Штуцер без аккумулятора системы "Puls"

В дальнейшем верхний пояс штуцеров был отключен и подвод масла обеспечивался только к нижнему поясу (Рис. 2).

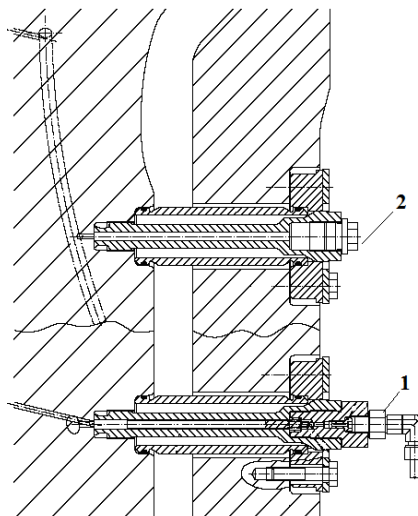


Рис. 2. Нижний рабочий (1) и верхний заглушенный (2) штуцеры системы "Puls"

Как и в предыдущей системе смазывания, обратный клапан находится на значительном удалении от зеркала цилиндрической втулки, а поступление масла к поверхностям трения осуществляется по наклонному каналу в стенке втулки.

Система электронного управления имеет насосную станцию, включающую фильтр и охладитель масла, а также рабочий насос, включаемый автоматически при пуске двигателя, и резервный насос. Эти насосы поддерживают давление 4,5 МПа на входе в лубрикатор.

Отличительной особенностью системы смазки цилиндров рассматриваемых двигателей является синхронизация подачи масла плунжером с положением поршня в цилиндре.

Условия использования масла и работы пары трения «поршневое кольцо – втулка», при прочих равных условиях, во всех цилиндрах этих дизелей, в отличие от двигателей с несинхронизированным приводом лубрикаторов, должны быть одинаковы.

Однако, большие колебания длин нагнетательных трубопроводов от 1-го до 3-х метров при равных ходах плунжеров не обеспечивают одинаковых условий смазки каждым штуцером, что при определенных условиях (неправильный выбор сорта масла, его дозировки, перегрузка двигателя и др.) может послужить причиной нарушения нормальной работы цилиндропоршневой группы.

Результаты вскрытий цилиндров показывают, что следы встречи масла с боковой поверхностью головки поршня на исключены, что может быть объяснено отсутствием исследований влияния предложенной геометрии канала на процесс истечения масла в цилиндр.

В основу новой системы положен принцип впрыскивания определенного объема масла в цилиндр путем управления движением плунжера (отмеряющего поршня смазочного модуля). По утверждению разработчиков системы [2, с. 17], точный выбор времени впрыскивания обеспечивает поступление всего нагнетаемого плунжером цилиндрического масла непосредственно на поршневые кольца.

Осциллографирование процессов, протекающих в системе, опровергает это утверждение, поскольку движение плунжера и связанное с этим открытие клапана штуцера не означают поступление масла к кольцам, так как за клапаном имеется участок канала, который масло еще должно пройти, прежде чем оно окажется в зоне смазывания пары трения.

В отличие от механического привода лубрикатора, гидравлический привод рассматриваемой системы посредством гидравлической станции обеспечивает плавное перемещение плунжера смазочного модуля “Puls” в течение некоторого короткого времени, на завершающем цикле маслоподдачи плунжер совершает ход всасывания.

Применение компьютера в электрической схеме лубрикатора создает предпосылки для регулирования порций масла в зависимости от процентного содержания серы в топливе и щелочного числа цилиндрического масла [1, с. 58]. В рассматриваемых двигателях маслоподводящие каналы выполняются в верхней части цилиндрической втулки, чаще всего в два ряда, где давление импульсов газа в область маслоподводящих каналов равно 1,5...3,2 МПа. В действительности, на новых двигателях имеют место завышенные дозировки цилиндрического масла, судовладельцы зачастую дают противоречивые рекомендации по нормам расхода смазки.

Вскрытия цилиндров показывают имеющиеся натирки на поверхности зеркала втулки напротив маслоподводящих отверстий, что указывает на соприкосновение масла с горячими поверхностями поршня и, как следствие этого, появление дорожек нагара на головке поршня, приводящих к заполнению зазора между поршнем и втулкой и возникновению абразивного износа.

Автоматическая дозировка цилиндрического масла и эффективность цилиндрической смазки становятся действительно постоянно контролируемым параметром, зависящим от состава отработанного цилиндрического масла от каждого цилиндра. После обработки поступивших сигналов компьютером, передаются команды к каждому лубрикатору системы.

Тем не менее, анализ состояния деталей цилиндропоршневой группы при вскрытии цилиндров указывает на недостаточную эффективность существующих электронных систем смазывания, что потребовало проведения наблюдений за их работой в эксплуатационных условиях при различных режимах работы двигателей внутреннего сгорания.



Рис. 3. Кинокадры маслоподдачи через верхний пояс каналов

Как показали результаты вскрытий цилиндров, полностью исключить встречу масла с головкой и днищем поршня фирме не удалось. Как и на двигателях, оборудованных лубрикатормой системой, имеются дорожки нагара на боковой поверхности поршня напротив точек подвода смазки. Это указывает на поступление масла концентрированными порциями, которые касаются боковой поверхности головки поршня над первым компрессионным кольцом и ухудшают распределение его по окружности цилиндра.

Подтверждением этому является и то, что на данных двигателях фирмой устанавливается в верхней части втулки специальное кольцо, предназначенное для снятия образующегося на головке поршня нагара. Снимаемый таким образом нагар несомненно попадает на поверхности трения, что, в свою очередь, увеличивает их износ. Следовательно, применение новой системы маслоподдачи не исчерпало все возможности улучшения распределения и эффективности использования масла в цилиндре, что указывает на необходимость более детального изучения процесса маслоподдачи с целью повышения эффективности функционирования системы.

Нами были проведены испытания подачи масла через оба пояса каналов в стенке цилиндрической втулки.

Исследования верхнего пояса системы маслоподдачи, в которой аккумулятор давления масла не устанавливается, показали, что подача масла этой конструкцией сопровождается значительным его «выбросом», величина которого достигает 50% от всей подачи.

За период между рабочими ходами плунжера лубрикатора своеобразная предкамера между клапаном штуцера и зеркалом цилиндра опустошается настолько (в результате «выброса»), что для ее заполнения до уровня, обеспечивающего истечение, требуется не один, а несколько нагнетательных ходов плунжера лубрикатора.

«Выброс» (Рис. 3), как правило, происходит в течение 2...3 оборотов коленчатого вала, между рабочими ходами плунжера лубрикатора. Скорость истечения масла в цилиндр достигает 2 м/с.

Следовательно, использование сложного канала в сочетании со штуцером, изображенном на Рис. 1, у которого клапан размещен на значительном удалении от зеркала цилиндрической втулки, не улучшает процесс маслоподдачи, а наоборот, ухудшает его.

Поступление масла в цилиндр (как показывает осциллографирование (Рис. 4)) осуществляется в основном в диапазоне с 85° до 310° поворота коленчатого вала (п.к.в.). При этом 25...30% масла поступает в цилиндр, когда поршень находится выше маслоподводящих отверстий, и до 70% – при положении поршня ниже отверстий подвода смазки.

Локализация натиров на нижней части цилиндрической втулки над ее окнами является признаком, указывающим на недостаток масла в этой части втулки при таком количественном его перераспределении.

Результаты испытаний подачи масла через верхний пояс показали, что значительная его часть (более 50%), из-за наличия «выброса», используется не по назначению, а более того, способствует увеличению нагарообразования в цилиндре и увеличению износов деталей цилиндропоршневой группы. Отсюда становится понятным стремление разработчика системы “Puls” – фирмы “Wartsila-Sulzer” – к отключению этого пояса.

Наблюдения за истечением масла через нижний пояс каналов показали, что масло поступает в цилиндры на первых 2...3 оборотах каждого цикла маслоподдачи. На оставшихся 2...4 оборотах, до следующего рабочего хода плунжера лубрикатора, поступление масла в цилиндр отсутствует.

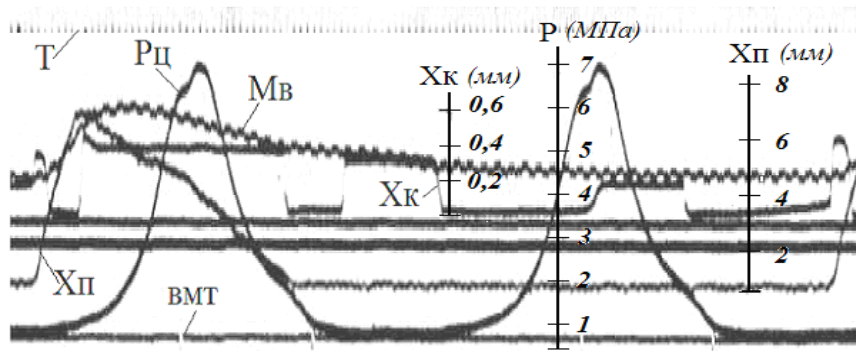


Рис. 4. Осциллограмма процесса маслоподачи через верхний пояс каналов

Канал за клапаном заполнен частично, что приводит к возвратно-поступательному движению газов над поверхностью масла в канале, деформации этой поверхности и, в конечном итоге, к формированию «выброса» (Рис. 5).

Величина «выброса» достигает всего лишь 10...15%, что обусловлено рациональной геометрией канала во втулке.

В результате исследований установлено, что скорость истечения масла, при рассматриваемой конструкции нагнетательного тракта системы, изменяется в пределах от 0,5 до 1,0 м/с (Рис. 6). При этом траектория полета масла за пределы канала достигает 15...20 мм и более.



Рис. 5. Кинокадры «выброса» масла

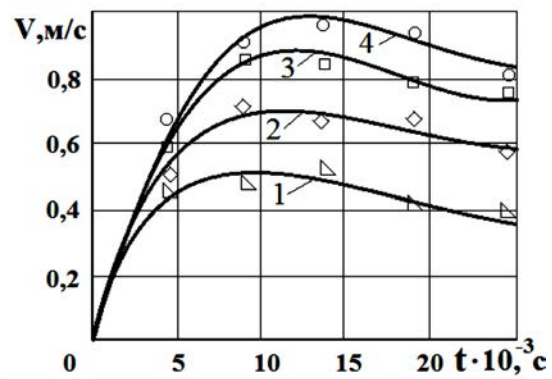


Рис. 6. Скорости истечения масла через нижний пояс каналов

Обработка осциллограмм (Рис. 7, 8), включающих запись действительного момента поступления масла в цилиндр (линия Мв), показала, что истечение за пределы среза канала происходит в два периода.

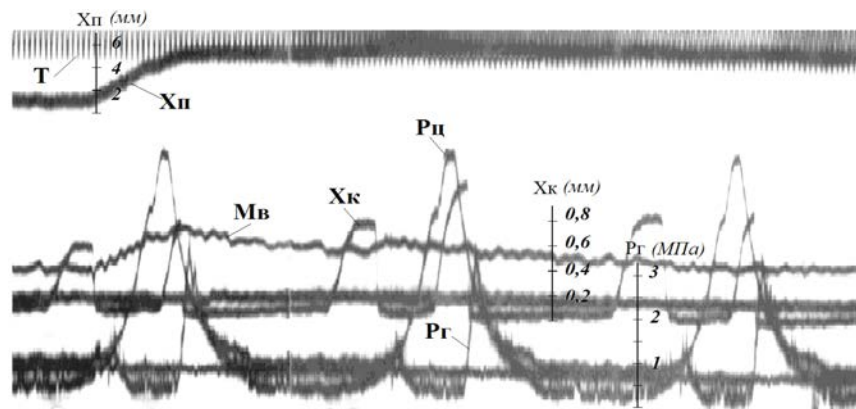


Рис. 7. Осциллограмма маслоподачи через нижний пояс каналов (начало цикла)

Первый из них лежит в промежутке между 320° и 45° п.к.в., а второй – между 70° и 290° п.к.в. При этом, в первом периоде подача масла составляет 15...20% и осуществляется в основном под кольца, а во втором, с учетом величины «выброса» (составляющего 10...15%), количество масла достигает 85...90%. Эта порция поступает в цилиндр дизеля в момент нахождения поршневых колец ниже отверстий, через которые происходит подача масла.

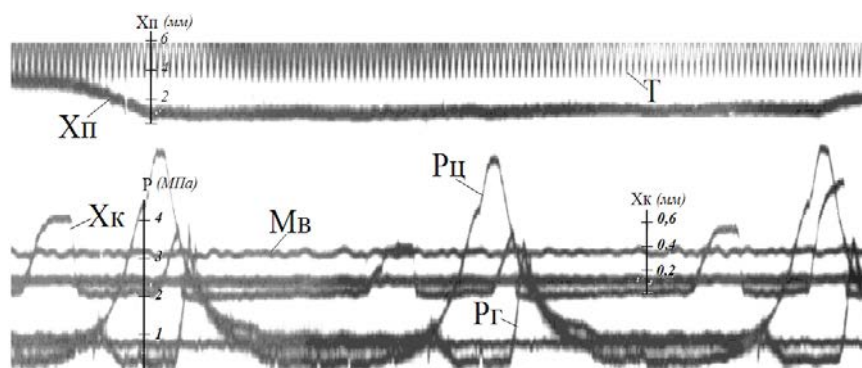


Рис. 8. Осциллограмма маслоподачи через нижний пояс каналов (конец цикла)

Отсюда следует, что «выброс», происходящий в этом периоде, приходится на поршень. Оставшаяся часть масла вытекает из канала на зеркало сосредоточенной порцией, практически минуя маслораспределительные канавки. Это приводит к локализации нагарообразований на участках головки, расположенных напротив точек смазки, которые, по мере их роста, заполняют зазор между поршнем и зеркалом цилиндра, оставляя следы натира и износа на его поверхности в виде вертикальных полос.

Результаты испытаний электронной системы смазывания показывают, что она имеет ряд недостатков, характерных для обычных лубрикативных систем, которые снижают эффективность ее работы и требуют дальнейшего совершенствования системы с целью улучшения основных характеристик процесса маслоподачи.

Список литературы

1. Богач В. М. Моделирование процессов смазывания сопряжений ЦПГ при эксплуатации судовых дизелей // Судовые энергетические установки. Одесса, 2012. Вып. 29. С. 55-64.
2. Богач В. М. Эффективность электронной системы смазывания цилиндров “Pulse” // Судовые энергетические установки. Одесса, 2011. Вып. 28. С. 13-20.
3. Богач В. М., Задорожный А. А., Богач А. В. Исследование маслоподачи в цилиндры двигателей V&W // Судовые энергетические установки. Одесса, 2004. Вып. 10. С. 14-23.
4. Богач В. М., Шебанов А. Н., Колиев И. Д., Журавлев Ю. И. Эксплуатационные показатели эффективности лубрикативных систем судовых дизелей // Судовые энергетические установки. Одесса, 2007. Вып. 19. С. 10-22.
5. Конск Г. А., Лашко В. А. Мировое судовое дизелестроение. Концепции конструирования, анализ международного опыта: учебное пособие. М.: Машиностроение, 2005. 512 с.

RESEARCH OF OIL SUPPLY PROCESS BY THE DOUBLE-ROW SYSTEM “PULS” WITHOUT ACCUMULATION OF OIL PRESSURE

Bogach Valentin Mikhailovich
Shebanov Andrei Nikolaevich

Odessa National Maritime Academy, Ukraine
saginsergey@mail.ru

The article considers the modern oil supply system “Puls”, which provides the lubrication of the cylinder-piston group of internal combustion marine engines. The peculiarities of its design and operating performance are reflected. The paper shows the results of the research aimed at reducing the “release” of oil on the liner mirror and provides methods for the rational use of its amount for the liner entire surface lubrication. The use of the results of the research contributes to the improvement of the quality of the cylinder group lubrication process and reduces scale formation in the diesel cylinder.

Key words and phrases: internal combustion marine engine; lubrication; lubricator; lubrication electronic control system; system of oil supply “Puls”; efflux of oil.