

УДК 621.431.74.03-57

Богач В.М., Шебанов А.Н.
ОНМА

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

В современных судовых дизелях применяются электронные модули "Puls" (рис.1) вместо традиционных лубрикаторов.



Рис. 1. Модификации электронных модулей "Puls"

"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 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.2, при этом аккумуляторы были исключены из системы, что объясняется стремлением повысить давление в нагнетательном маслопроводе.

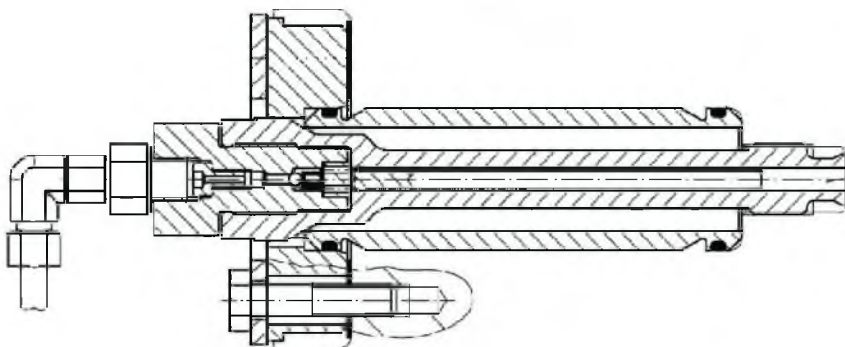


Рис. 2. Штуцер без аккумулятора системы "Puls"

Удаление аккумуляторов из системы является отрицательным фактором, поскольку они выполняют очень важную роль в увеличении равномерности подачи масла по оборотам, что доказано множеством исследований.

В дальнейшем верхний пояс штуцеров был отключен и подвод масла обеспечивался только к нижнему поясу (рис.3). Как видно из рисунка верхние штуцеры заглушены, это так же можно наблюдать и в эксплуатации (см. фотографию, рис.3.).

Как и в предыдущей системе смазывания, обратный клапан находится на значительном удалении от зеркала ЦВ, 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 не синхронизированным приводом лубрикаторов, должны быть одинаковы.

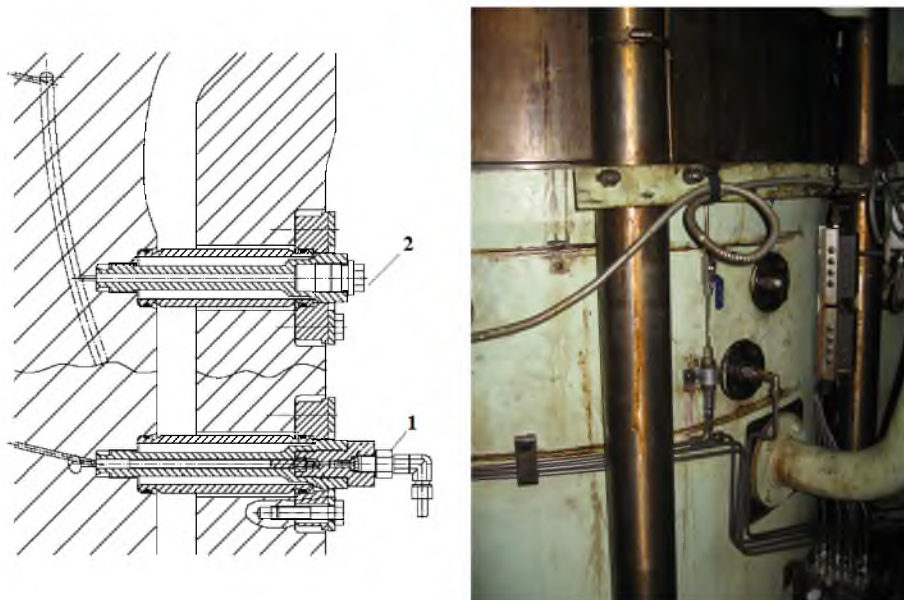


Рис. 3. Нижний рабочий (1) и верхний заглушенный (2) штуцеры системы "Puls"

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.

Автоматическая дозировки 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 ЦПГ при вскрытии цилиндров указывает на недостаточную эффективность существующих электронных систем смазывания, что потребовало проведения наблюдений за их работой в эксплуатационных условиях на различных режимах работы ДВС.

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

Подтверждением этому является и то, что на этих двигателях фирмой устанавливается в верхней части втулки специальное кольцо (рис.4) 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 маслоподачи не исчерпало все возможности улучшения распределения и эффективности использования масла в цилиндре, что указывает на необходимость более детального изучения процесса маслоподачи, с целью повышения эффективности функционирования системы.

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

Исследования верхнего пояса системы маслоподачи, 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.

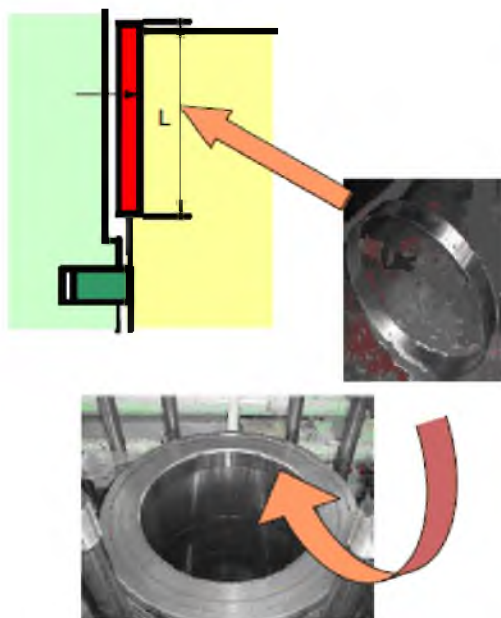


Рис.4. «Противополировочное» кольцо двигателей RTA

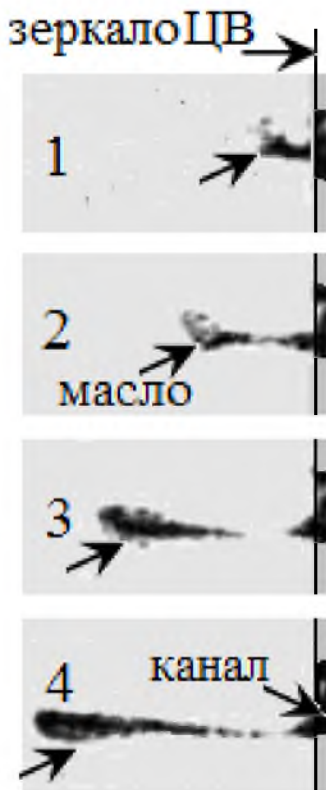


Рис.5. Кинокадры маслоподачи через верхний пояс каналов

“Выброс” (рис.5) 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 с штуцером изображенным на рис.2, у которого клапан размещен на значительном удалении от зеркала и без аккумулятора не улучшает процесс маслоподачи, а наоборот ухудшает его.

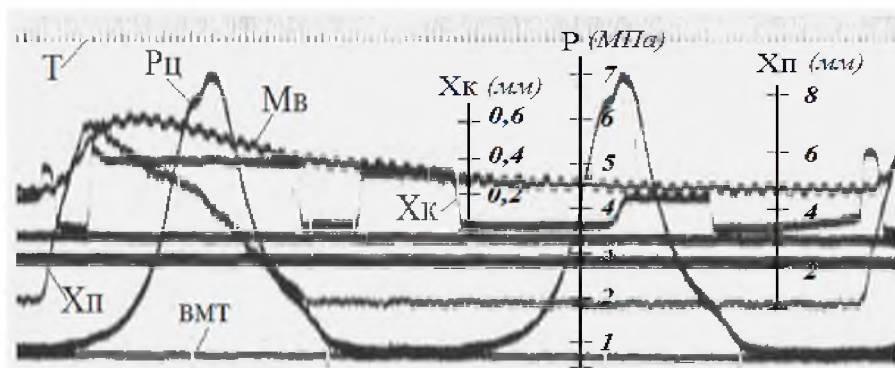


Рис.6. Осциллограмма процесса маслоподачи через верхний пояс каналов

Поступление масла в цилиндр (как показывает осциллографирование, рис.6) осуществляется в основном в диапазоне с 85 до 310 град.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 цилиндровой втулки над ее окнами являются 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 ЦПГ. Отсюда становится понятным стремление фирмы «Вяртсиля-Зульцер» 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 маслоподачи. На оставшихся 2-4 оборотах, до следующего рабочего хода плунжера лубрикатора, поступление масла в цилиндр отсутствует.

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

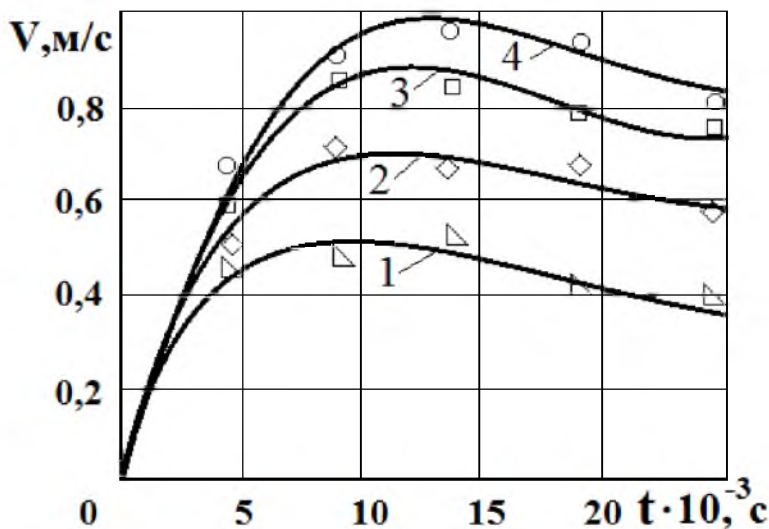


Рис. 7. Скорости истечения масла через нижний пояс каналов

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. 7). При этом траектория полета масла за пределы канала, достигает 15-20 мм и более.

Обработка осциллограмм (рис. 8, 9), включающих запись действительного момента поступления масла в цилиндр (линия Мв), показала, что истечение за пределы среза канала происходит в два периода.

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 при движении поршневых колец ниже отверстий.

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.

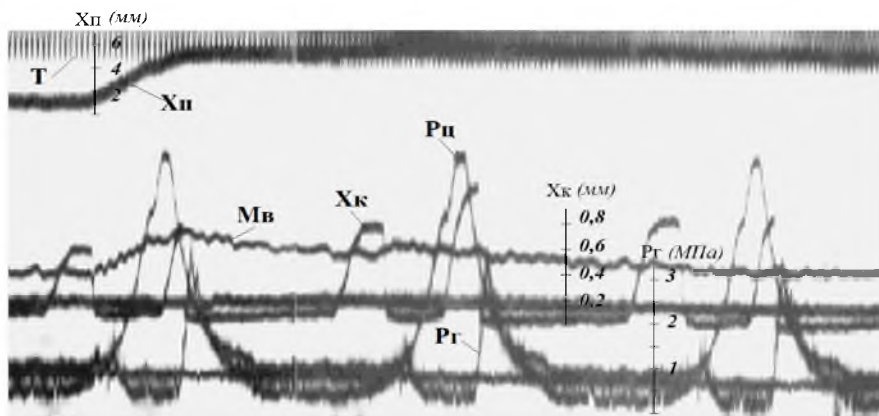


Рис.8. Осциллограмма маслоподачи через нижний пояс каналов (начало)

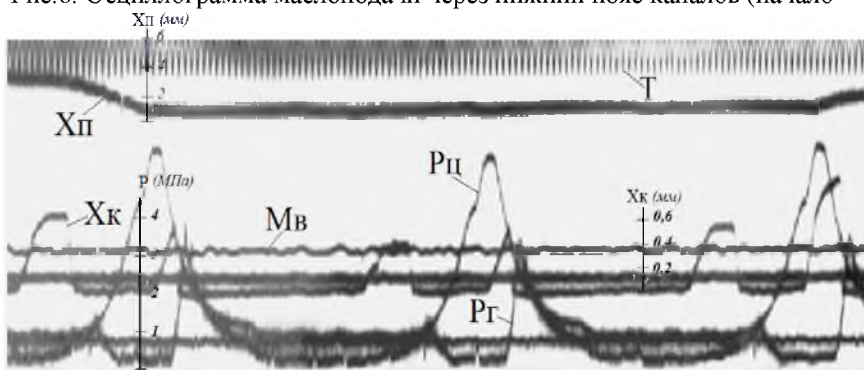


Рис.9. Осциллограмма маслоподачи через нижний пояс каналов (конец цикла)

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 лубрикаторных систем, которые снижают эффективность ее работы и требуют дальнейшего совершенствования системы с целью улучшения основных характеристик процесса маслоподачи.