УДК 629.3

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА РАБОТУ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ ЛЕСНЫХ МАШИН

Оксана Михайловна Тимохова
кандидат технических наук, Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Россия, chonochka@mail.ru

Игорь Николаевич Кручинин
доктор технических наук, Уральский государственный лесотехнический университет, г. Екатеринбург, Россия, kinaa.k@yandex.ru

Аннотация. В процессе эксплуатации двигатель подвержен влиянию различных неисправностей, возникающих в узлах, механизмах и системах. В результате пуск двигателя затрудняется или становится невозможным. Кроме того заметно ухудшаются его мощностные и экономические показатели. В статье представлен анализ влияния эксплуатационных факторов на работу дизельных двигателей машин**.**

Ключевые слова. Двигатель внутреннего сгорания, дизельный двигатель, трение, эксплуатация, износ, ресурс работы.

ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF OPERATING FACTORS ON THE OPERATION OF INTERNAL COMBUSTION ENGINES FOREST MACHINES

Oksana Mikhailovna Timokhova
Candidate of Technical Sciences, Ural State Forestry University, Ekaterinburg, Russia, chonochka@mail.ru

Igor Nikolaevich Kruchinin
Doctor of Technical Sciences, Ural State Forestry University, Ekaterinburg, Russia, kinaa.k@yandex.ru

Abstract. During operation, the engine is subject to the influence of various malfunctions that occur in units, mechanisms and systems. As a result, starting the engine becomes difficult or impossible. In addition, its capacity and economic indicators are noticeably deteriorating. The article presents an analysis of the influence of operating factors on the operation of diesel engines of machines.

Keywords. Internal combustion engine, diesel engine, friction, operation, wear, service life.

Введение. Транспортно-технологические машины и специальная техника эксплуатируются в самых различных условиях и представляют собой сложную систему деталей и узлов, обеспечивающих выполнение заданных функций. Производительность машины напрямую зависит от работы двигателя внутреннего сгорания. Оценить работоспособность дизельного двигателя машины позволяют такие показатели как его мощность, удельный расход топлива, пусковые качества. Снижение мощности в условиях эксплуатации допускается до 15…17% от номинального значения. Например, эффективная мощность двигателя для ЯМЗ-236Д-4 должна быть не менее 175 л.с. и 235 л.с. – для ЯМЗ-238НД3.

Материалы и методы исследования. Проведены теоретические исследования зависимости работоспособности двигателя транспортно-технологической машины от эксплуатационных факторов. Важным показателем качества протекания рабочих процессов внутри цилиндров является удельный расход топлива. Для двигателей ЯМЗ он должен быть в пределах 143…157 г/л.с.ч.

В процессе эксплуатации двигатель подвержен влиянию различных неисправностей, возникающих в узлах, механизмах и системах. В результате затрудняется или становится невозможным пуск двигателя, заметно ухудшаются его мощностные и экономические показатели, увеличивается дымность отработавших газов, появляются дополнительные стуки или повышенный уровень шума.

Основными неисправностями, влияющими на эксплуатационные показатели дизельного двигателя, являются: износ деталей цилиндро-поршневой группы; отклонение от нормы величины максимальной цикловой подачи топлива; изменение (по сравнению с требуемым значением) фактического угла опережения впрыска топлива.

Износ деталей цилиндро-поршневой группы характеризуется увеличением зазоров в сопряжениях "гильза-поршень", в замках поршневых колец и между кольцами и канавками поршней по высоте.

Результаты. По мере износа деталей цилиндро-поршневой группы увеличивается утечка газов из надпоршневого пространства в картер двигателя, что ведет к ухудшению процессов смесеобразования и сгорания топливовоздушной смеси.

Ухудшение смесеобразования связано с недостатком воздуха, необходимого для перемешивания с распыленными частицами топлива. При нормальной цикловой подаче топлива коэффициент избытка воздуха может уменьшиться с 1,26 до 1,0.

Таким образом, вследствие ухудшения условий смесеобразования и

сгорания происходит переобогащение рабочей смеси, догорание ее при такте расширения, прорыв значительной частя газов и несгоревших продуктов в картер двигателя.

Максимальная цикловая подача топлива изменяется в процессе эксплуатации двигателя по причине износа и микродеформации прецизионных пар и нарушения регулировок топливной аппаратуры.

Прецизионные пары изготавливаются с высокой точностью и с малыми диаметральными зазорами, не превышающими 0,0006…0,0025 мм. Местные износы плунжерных пар, имеющие наибольшее значение в зоне впускных окон гильзы, способствуют увеличению утечек топлива из надплунжерной камеры.

Установлено, что при максимальном износе головки плунжера и местном износе участка впускного окна гильзы утечка топлива составляет на номинальном скоростном режиме 33…35%, а на пусковых оборотах – 70…73%. Износ винтовой кромки плунжера и сопряженного участка перепускного окна гильзы сокращает продолжительность подачи топлива.

Вследствие неодинакового износа плунжерных пар в комплекте топливной аппаратуры утечки топлива будут различными, отчего повышается неравномерность подачи. Она увеличивается при предельных износах плунжерных пар.

Кроме того, износ плунжерных пар сопровождается значительным снижением давления подаваемого топлива. При максимальном износе оно снижается в 4…3 раз по сравнению с номинальным значением. Учитывая, что на преодоление сопротивления трубки высокого давления теряется 30…70 кг/см^2, необходимо производить выбраковку плунжерных пар, развивающих давление менее 200 кг/см^2 на пусковых оборотах.

У нагнетательного клапана изнашиваются запорный конус, разгрузочный поясок и направляющий хвостовик. Вследствие этого происходит увеличение цикловой подачи топлива на всех оборотах работы двигателя. Так, при зазоре 0,038…0,042 мм производительность секции топливного насоса возрастает на номинальных оборотах на 10…12%, а на пусковых – на 50…60%.

Одностороннему износу разгрузочного пояска способствует' неравномерный износ хвостовика вследствие перекоса клапана при посадке его в гнездо.

Неравномерный износ нагнетательных клапанов в комплекте приводит к неодинаковой разгрузке топливопроводов, что сопровождается увеличением неравномерности подачи топлива в среднем в 4…5 раз.

С возрастанием износа клапанов наблюдается ранний впрыск топлива (в среднем на 2…2,5°) и большая его продолжительность из-за снижения разгрузочного эффекта.

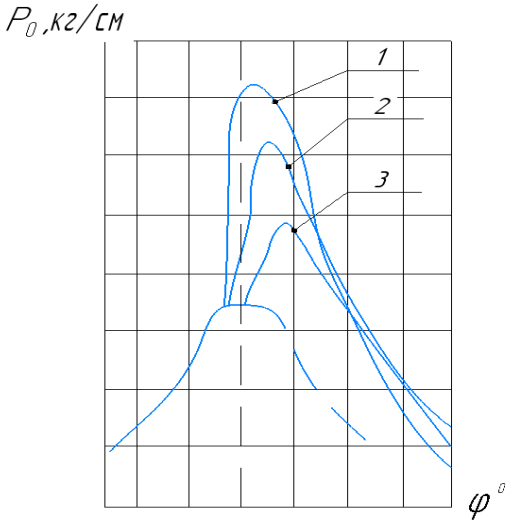
Таким образом, при износе нагнетательного клапана увеличиваются подача топлива, продолжительность впрыска и неравномерность распределения по цилиндрам. В связи с этим происходит нарушение процесса сгорания, увеличение дымности отработавших газов, возрастание нагрузок на детали кривошипно-шатунного механизма и повышение интенсивности их износа.

Износ распылителей форсунок приводит к потере их гидравлической плотности, увеличению хода иглы, возрастанию размеров или закоксовыванию сопловых отверстий.

Величина максимальной цикловой подачи топлива зависит от состояния регулировок топливной аппаратуры. Особое влияние оказывает снижение давления впрыска топлива форсунками. Установлено, что через 150…200 часов работы давление начала впрыска снижается на 35…45 кг/см^2, что ведет к увеличению пропускной способности форсунок в среднем на 3,5…4%.

Комплексное влияние различных факторов на эксплуатационные показатели дизельного двигателя характеризуется следующими данными. Величина износа деталей цилиндро-поршневой группы за межремонтный срок службы, оцениваемая давлением (P_c) конца такта сжатия, составляет в среднем 22…23%, максимальная цикловая подача топлива уменьшается на 4…5% от номинального значения, а суммарное изменение фактического момента начала впрыска топлива форсунками при запаздывании находится в пределах 8…10 градусов поворота коленчатого вала.

Несоответствие интенсивности износа деталей цилиндро-поршневой группы изменению цикловой подачи топлива является основной причиной нарушения процесса сгорания рабочей смеси (рис.1), что приводит в конечном итоге к увеличению дымности, ухудшению экономичности и повышению температуры отработавших газов дизельного двигателя.



ЯМЗ-236Д-4 при 1700 об/мин, полной подаче топлива и различных углах опережения впрыска топлива: 1 – ранний впрыск; 2 – оптимальный угол впрыска топлива; 3 – поздний впрыск
Рисунок 1. Общий вид индикаторных диаграмм дизельного двигателя

Заключение. Таким образом, своевременное техническое обслуживание позволит поддержать дизельный двигатель в исправном состоянии в процессе эксплуатации. Несоблюдение установленной периодичности и низкое качество технического обслуживания дизельного двигателя значительно уменьшают его ресурс. Происходит увеличение числа отказов, снижению мощности, ухудшение экологических показателей, рост затрат на его эксплуатацию. Эксплуатация лесных машин, оборудованных дизельным двигателем, без проведения очередного технического обслуживания не допускается.

Список литературы.

1. Денисов, А.С. Обеспечение надежности автотракторных двигателей / А.С. Денисов, А.Т. Кулаков. – Саратов: СГТУ, 2007. – 422 с.
2. Калимуллин, Р.Ф. Концепция повышения долговечности автомобильных двигателей при эксплуатации / Р.Ф. Калимуллин // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2015. – №9 (184). – С. 144 – 152.
3. Горбунов, А. А. К вопросу увеличения срока службы работы лесовозного автомобильного транспорта в суровых климатических условиях / А. А. Горбунов, А. М. Бургонутдинов, О. Н. Бурмистрова, О. М. Тимохова // Фундаментальные исследования. – 2015. - № 2 (часть 10). – С. 2092–2098.

© Тимохова О. М., Кручинин И.Н. 2021