

ВЛИЯНИЕ ПРИСАДОК (ДОБАВОК) К МОТОРНОМУ МАСЛУ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Томкунас Ю.И., канд. техн. наук, доцент, Новиков А.В., канд. техн. наук, доцент,
Костиков А.И., канд. техн. наук, доцент, Дубовик Г.С., инженер
УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь

Долговечность и эффективность использования сельскохозяйственной техники, а также расход энергии для ее работы в большой степени зависят от эксплуатационных свойств и качества применяемых смазочных материалов. Моторные масла, применяемые в двигателях внутреннего сгорания, должны обеспечивать непрерывное смазывание трущихся деталей, отвод от них тепла и защиту от коррозии. Моторное масло работает в тяжелых условиях: при низких и высоких температурах, давлении и воздействии кислорода воздуха. Оно должно сохранять устойчивость при воздействии температур и одновременно окислении его кислородом воздуха и продуктами сгорания топлива, предотвращать закоксовывание поршневых колец. В зоне камеры сгорания масло должно оставлять минимальное количество нагара. На юбке поршня и внутри него масло не должно образовывать лаковых отложений, а в картере двигателя – осадков, которые могут забить маслоприемные сетки насосов, фильтрующих элементов и трубопроводов. В настоящее время в Республику Беларусь поступает большое количество различных марок моторных масел и присадок (добавок к маслам) отечественных и зарубежных фирм. Особый интерес для сельского хозяйства представляют антифрикционные, противоизносные и эксплуатационно-восстановительные препараты (добавки) к маслам, повышающие ресурс двигателей и снижающие расход топлива и масла. В то же время они не нашли широкого применения в сельскохозяйственных предприятиях в связи с отсутствием обоснованных результатов по их использованию.

Таблица 1 – Характеристика присадок к моторным маслам

| Марка присадки | Страна-изготовитель | Краткая характеристика | |
|-----------------------------------|------------------------------|---|---|
| | | 1 | 3 |
| 1. Римет | Россия | Высокоэффективный универсальный препарат для восстановления и защиты от износа карбюраторных и дизельных двигателей. Препарат дает плотный, твердый, постоянно возобновляемый защитный слой на поверхности деталей двигателя, обеспечивая надежность и длительный срок службы | |
| 2. Ультра-Алмаз | НПО «Синта» РБ | Используется в виде присадок к моторным и трансмиссионным маслам. Обеспечивает: - снижение момента трения на 20 – 40 %; - снижение износа на 30 – 40%; - экономию горюче-смазочных материалов | |
| 3. Универсальный модификатор (УМ) | АО «Автоконинвест» Россия | УМ создан на основе высокоэффективных элементо-органических поверхностно-активных веществ. Антифрикционный противоизносный препарат УМ образует прочные пленки на рабочих поверхностях узлов трения двигателей внутреннего сгорания. Коэффициент трения снижается в 20 и более раз, износ узлов трения снижается в 3 и более раз, потери мощности на трение снижаются на 40 % и более. УМ обладает сильным моющим действием и является при этом ингибитором коррозии. | |

Надежная и эффективная эксплуатация двигателей внутреннего сгорания в агропромышленном комплексе (АПК) требует использования качественных моторных масел, которые должны обладать высокими моюще-диспергирующими, противоизносными, противозадирными и защитными свойствами и обеспечивать снижение расхода топлива

двигателем за счет уменьшения потерь на внутреннее трение. При использовании двигателей с большим сроком службы (более 3-4 лет) наибольший эффект можно получить от применения антифрикционных противозносных, а также эксплуатационно-восстановительных препаратов при введении их в качестве присадок (добавок) к моторным маслам при их замене. Актуальным является оценка возможности и эффективности использования присадок (добавок) к маслам (таблица 1) для работы отечественных двигателей. Эффективность от их применения по филиалам предприятий-изготовителей представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели эффективности применения присадок (добавок) к моторным маслам (по данным предприятий-изготовителей)

| Показатели | Марка присадки (добавки) | | |
|--------------------------------|--------------------------|--------------|---------------------------|
| | Римет | Ультра-Алмаз | Универсальный модификатор |
| 1. Повышение компрессии | на 15-20 % | - | на 0,05 мПа |
| 2. Повышение ресурса двигателя | в 1,5-2 раза | на 30-40 % | - |
| 3. Повышение ресурса масла | на 50 % | в 3-5 раз | - |
| 4. Экономия топлива | до 10 % | - | 5,5-16,7 % |
| 5. Снижение угара масла | на 20 г/1000 км | - | на 20 г/1000 км |
| 6. Снижение трения | на 1 % | на 20-40 % | на 6 % |
| 7. Повышение давления масла | на 0,1 мПа | - | на 0,02 мПа |

Для оценки эффективности применения присадок нами проведены экспериментальные исследования. Они проводились на двигателях Д-240 заводской № 155020 и 155262, прошедших капитальный ремонт на Дзержинском мотороремонтном заводе, и на двигателе Д-240 заводской № 389998 после 500 мото-часов наработки. Перед началом испытаний отремонтированные двигатели были обкатаны по заводской программе на стандартном (товарном) масле М-10 Г₂ на стенде КИ-5543 ГОСНИТИ. После обкатки было проведено техническое обслуживание с промывкой системы смазки и последующим заполнением ее маслом М-10 Г₂. Исследования проводились на том же стенде, оборудованном приборами для замеров: крутящего момента, частоты вращения, расхода топлива, температуры воды и масла, давления масла.

Программой исследований предусматривалось снятие показателей двигателей на стандартном (товарном) масле М-10 Г₂, на масле М-10 Г₂ с добавлением присадки «Ультра-Алмаз», на масле М-10 Г₂ с добавлением присадки «Римет», на масле М-10 Г₂ с добавлением присадки «Универсальный модификатор». Работа двигателей на каждом этапе составляла 3 часа. В конце каждого этапа снимались нагрузочные и регуляторные характеристики и характеристики условных механических потерь согласно известным методикам. В процессе испытаний замерялись следующие параметры: крутящий момент (нагрузка) – весовым механизмом тормозной установки с точностью измерения $\pm 2,5$ Н; частота вращения – электрическим тахометром с точностью ± 3 мин⁻¹; расход топлива определялся весовым методом с использованием весов марки РН-10Ц13У с точностью замера до 5 г и секундомера марки СОИпр2Б с точностью $\pm 0,2$ с; температура масла и воды определялась термометром с точностью до 1 °С; давление масла замерялось манометром с ценой деления 0,01 МПа.

С целью выявления влияния присадок на состояние цилиндро-поршневой группы (ЦПГ) и кривошипно-шатунного механизма (КШМ) в начале и конце испытаний проводили диагностирование двигателей. Результаты исследований представлены в таблице 3.

Из представленных данных следует, что при работе двигателя Д-240 на стандартном масле и с присадкой «Римет» номинальная эффективная мощность составила соответственно 57,1 и 59,6 кВт, т.е. увеличилась на 2,5 кВт при снижении удельного расхода топлива с 256 до 235 г/кВт·ч. При применении присадки «Ультра-Алмаз» мощность увеличилась на 0,9 кВт, а удельный расход топлива снизился на 4,1 % по сравнению с работой двигателя на стандартном масле М-10 Г₂.

Присадка «Универсальный модификатор» к маслу М-10 Г₂ позволяет увеличить мощность двигателя на 1,4 кВт и снизить часовой расход топлива на 0,7 кг/ч при снижении

удельного расхода топлива на 8,3 %.

Механические потери были сняты на испытательном стенде в зависимости от частоты вращения коленчатого вала двигателя. Результаты испытаний представлены в таблице 4. Механические потери холодного двигателя ($t = 18-20^{\circ}\text{C}$) при работе на стандартном масле М-10-Г₂ изменились со 126 до 134 Н·м в диапазоне частоты вращения 500–1000 мин⁻¹. При работе с присадкой «Ультра-Алмаз» механические потери снизились до 71–72 Н·м. Для прогретого двигателя ($t = 75-80^{\circ}\text{C}$) механические потери при работе на масле М-10-Г₂ составили 72–80 Н·м в диапазоне частоты вращения 500–1000 мин⁻¹, а с присадкой «Ультра-Алмаз» – 62–73 Н·м и «Римет» – 58–63 Н·м, т.е. снижение составило от 19 до 21 %.

Таблица 3 – Результаты стендовых испытаний присадок (добавок) к моторному маслу М-10 Г₂ двигателей Д-240

| Наименование, показатели | Ед. изм. | Заводские номера двигателей | | | | | |
|--|-------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|---|
| | | 155262 | | 155020 | | 989998 | |
| | | М-10 Г ₂ | М-10 Г ₂ + Римет | М-10 Г ₂ | М-10 Г ₂ + Ультра-Алмаз | М-10 Г ₂ | М-10 Г ₂ + Универсальный модификатор |
| 1. Номинальная мощность | кВт | 57,1 | 59,6 | 56,8 | 57,7 | 56,2 | 57,6 |
| 2. Повышение мощности | кВт | - | 2,5 | - | 0,9 | - | 1,4 |
| 3. Часовой расход топлива при номинальной мощности | кг/ч | 14,6 | 14,2 | 14,2 | 13,7 | 13,3 | 12,6 |
| 4. Снижение часового расхода топлива | кг/ч | - | 0,4 | - | 0,5 | - | 0,7 |
| 5. Удельный расход топлива при номинальной мощности | г/кВт т*ч | 256 | 235 | 247 | 237 | 288 | 264 |
| 6. Снижение удельного расхода топлива | г/кВт т*ч | - | 21 | - | 10 | - | 24 |
| 7. Часовой расход топлива на х.х. двигателя | кг/ч | 4,0 | 3,9 | 4,3 | 4,0 | 3,4 | 3,0 |
| 8. Снижение часового расхода топлива на х.х. двигателя | кг/ч | - | 0,1 | - | 0,3 | - | 0,4 |
| 9. Частота вращения коленчатого вала двигателя | мин ⁻¹ | | | | | | |
| - на холостом ходу | | 2370 | 2380 | 2370 | 2370 | 2360 | 2360 |
| - при номинальной мощности | | 2230 | 2240 | 2220 | 2230 | 2195 | 2200 |
| 10. Минимально устойчивая частота вращения на холостом ходу (хх) | мин ⁻¹ | 600 | 580 | 600 | 590 | 600 | 600 |
| 11. Суммарный зазор в КШМ | мм | 0,23 | 0,19 | 0,13 | 0,11 | 0,195 | 0,18 |
| 12. Вакууметрическое давление при $n = 400 \text{ мин}^{-1}$ | мПа | 0,78 | 0,80 | 0,70 | 0,71 | 0,75 | 0,77 |

Таблица 4 – Механические потери

| Частота вращения мин ⁻¹ | Температура масла в двигателе t = 18-20 °С | | Температура масла в двигателе 75-80 °С | | |
|------------------------------------|--|--|--|--|-----------------------------------|
| | Момент сопротивления, Н·м | | Момент сопротивления, Н·м | | |
| | Масло М-10 Г ₂ | Масло М-10 Г ₂ + Ультра-Алмаз | Масло М-10 Г ₂ | Масло М-10 Г ₂ + Ультра-Алмаз | Масло М-10 Г ₂ + Римет |
| 500 | 126 | 71,3 | 72 | 62 | 58 |
| 800 | 128 | 71,5 | 74 | 70 | 66 |
| 1000 | 134 | 72,0 | 80 | 73 | 67 |

Результаты стендовых испытаний двигателя Д-240 позволяют сделать следующие выводы: наблюдается снижение часового и удельного расхода топлива при работе двигателя на всех присадках («Ультра-Алмаз», «Римет» и «Универсальный модификатор») по сравнению со стандартным маслом М-10 Г₂. При этом более эффективное снижение отмечено с присадкой «Римет»; применение присадок «Ультра-Алмаз», «Универсальный модификатор» и «Римет» к стандартному маслу М-10-Г₂ позволяет снизить механические потери (момент сопротивления на прокручивание двигателя) на 19–24% и уменьшить суммарный зазор на 15–17%.

УДК 621.431

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ОЦЕНКА ДЫМНОСТИ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ АВТОТРАКТОРНЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Новиков А.В., канд. техн. наук, доцент, Томкунас Ю.И., канд. техн. наук, доцент,
Непарко Т.А., канд. техн. наук, доцент

*УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь*

Дымность отработавших газов является одним из основных недостатков дизелей. Различают два вида дыма: черный – из-за наличия сажи в отработавших газах и белый или голубой – результат неполного сгорания топливозооушной смеси при значительном запаздывании воспламенения или попадании горючего на холодные стенки камеры сгорания. Дымность отработавших газов дизелей нормируется соответствующими стандартами. Существенно влияет на дымность угол опережения впрыска горючего. Однако при значительном его уменьшении ухудшается экономичность двигателя вследствие снижения максимального давления цикла и термического КПД. На дымность и токсичность отработавших газов дизеля большое влияние оказывает его техническое состояние: снижение физической степени сжатия за счет износа деталей кривошипно-шатунного механизма или износа и повреждения поршневых колец; подтекание горючего из распылителей; зависание иглы распылителя; нарушение регулировки регулятора подачи горючего; отклонение от оптимального угла опережения впрыска; засорение воздушного фильтра и др. На экономичность двигателя влияет техническое состояние воздушного фильтра. При несвоевременной промывке, а также вследствие несовершенства конструкции и дефектов производства наблюдается значительное увеличение гидравлического сопротивления инерционно-масляных воздушных фильтров. Возрастание сопротивления фильтра в 2 раза вызывает рост расхода горючего примерно на 6-8 %.

В процессе эксплуатации дизелей за счет износа деталей цилиндропоршневой группы наблюдается снижение давления конца сжатия с 4,5 до 2,8 МПа, что приводит к ухудшению процесса сгорания и увеличению потерь тепла через стенки камеры сгорания и с отработавшими газами. Износы деталей топливной аппаратуры по-разному воздействуют на величину цикловой подачи. Износ плунжерных пар и винтовой кромки уменьшает количество впрыскиваемого горючего. Износы нагнетательного клапана, разгрузочного клапана и его седла увеличивают цикловую подачу. В результате износа деталей топливной аппаратуры нарушаются величина и равномерность подачи горючего по цилиндрам,