

# РЕЗУЛЬТАТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТРАНСПОРТНЫХ ДИЗЕЛЕЙ В ШИРОКОМ ДИАПАЗОНЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ РЕЖИМОВ

Свистула А.Е., доктор технических наук, профессор кафедры

«Двигатели внутреннего сгорания»

Матиевский Г.Д., кандидат технических наук, доцент кафедры

«Организация и безопасность движения»

Некрасова М.А., ст. гр. ТПП-31

Алтайский государственный технический университет

им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Важной научно-технической проблемой современного двигателестроения является обеспечение постоянно ужесточающихся норм по расходу топлива и вредных выбросов отработавших газов (ОВ). Она решается комплексом разноплановых мероприятий, в том числе и выполнением ряда специфических, связанных с особенностями работы потребителя. Так в дизель-генераторах с всережимным генератором и преобразователем частоты, используемых в энергетических комплексах на базе гибридных энергоустановок, предпочтительна работа дизеля по оптимизационной характеристике, обеспечивающей наименьший расход топлива на заданной мощности. Для дизелей промышленного и сельскохозяйственного назначения необходимо иметь значение коэффициента приспособляемости порядка 1,4, что дает преимущества в тягово-экономических показателях и разгонных качествах машино-тракторного агрегата.

В данной работе проводится анализ изменения эффективного расхода топлива и коэффициента приспособляемости по совокупности ХПМ, ограничиваемых перегрузочной ветвью ВСХ, а также индикаторного и эффективного КПД, предлагается классификация ХПМ, разрабатывается методика отыскания оптимизационной зависимости  $n_{onm} = f(N_{econst})$ , и осуществляется построение ХПМ.

По влиянию на величину коэффициента приспособляемости  $K_p$ , характер изменения  $\eta_e = f(n)$ , величину максимума КПД  $\eta_e$ , выбор оптимизационной функции  $n_{onm} = f(N_{econst})$  выделены две зоны ХПМ с мощностью большей и меньшей  $N_{econst} = (0,75 \div 0,80) N_{e_{ном}}$ . Разделяющая их ХПМ с  $N_{econst} = (0,75 \div 0,80) N_{e_{ном}}$  отличается пологостью  $g_e = f(n)$ , высокими значениями КПД  $\eta_e$  и достижением коэффициента  $K_p = 1,4$  только корректировкой топливоподачи. В зоне высоких мощностей  $N_{econst} \geq (0,75 \div 0,80) N_{e_{ном}}$  целесообразна работа двигателя по ХПМ, в зоне малых мощностей – работа на скоростном режиме  $n_{onm}$  наилучшей экономичности.

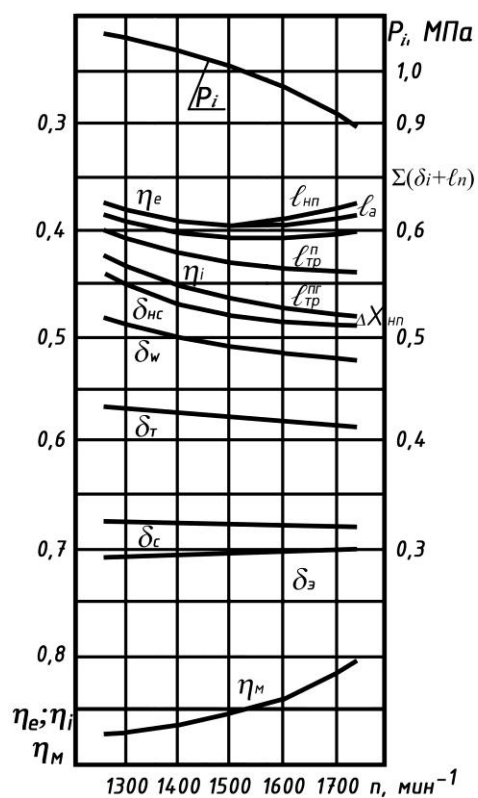


Рисунок 1 – Анализ эффективного КПД дизеля 4Ч13/14 по ХПМ

Анализом КПД по статьям неиспользования теплоты в цикле и затратам работы на преодоление механических потерь по ХПМдизеля 4ЧН 13/14 в зоне мощностей  $N_{econst} \geq 0,80 N_{eном}$ , представленными на рисунке 1, выявлены наибольшие потенциальные возможности повышения КПД уменьшением коэффициентов несвоевременности сгорания  $\delta_{нс}$ , изменения показателя адиабаты  $\delta_k = \delta_r \delta_c$ , отвода теплоты теплообменом  $\delta_w$  и насосных потерь  $l_{нп}$ .

Из конкретных мероприятий – это оптимизация параметров впрыска топлива, охлаждение надвучного воздуха, динамический наддув и др.

Разработка методики определения оптимизационной зависимости  $n_{opt} = f(N_{econst})$  и потенциального эффекта в снижении расхода топлива основана на учете значения мощности  $N_{econst}$  и принятого условия построения ВСХ. Если условие - получение  $N_{emax}$  для каждой частоты  $n$ , то в диапазоне  $N_{econst} \geq (1,0 \div 0,70) N_{eном}$  – это нагрузочная характеристика с  $n = n_{n=const}$ , для мощностей менее  $0,7 N_{eном}$  - это настроенная переменная частота  $n_{opt}$ . Если условие - максимальная экономичность, то оптимизационная характеристика есть ВСХ. Если комбинация условий (сначала по экономичности, затем по мощности), то при  $N_{econst} \geq (1,0 \div 0,70) N_{eном}$  - это ВСХ, при меньшей мощности - настройка оптимальной частоты. Настройка сводится к расчету частоты, для которой нагрузка двигателя по заданному значению  $N_{econst}$  будет составлять  $K_3 = 70 \div 80$  % от развиваемой мощности на ВСХ по выражению

$$\frac{1}{K_3} = \frac{N_{e_{ном}}}{N_{e_{const}}} \left[ \beta \left( \frac{n}{n_n} \right)_{онм} + \delta \left( \frac{n}{n_n} \right)_{онм}^2 - \left( \frac{n}{n_n} \right)_{онм}^3 \right], \quad (1)$$

здесь  $\beta$  и  $\delta$  коэффициенты в аппроксимационной зависимости мощности от частоты для ВСХ.

Для дизеля 4ЧН 13/14 выполнено построение ХПМ с уровнями мощности номинальным и  $0,8 N_{e_{ном}}$  по методике, основанной на использовании функциональных зависимостей индикаторного КПД  $\eta_i$  и среднего давления механических потерь от коэффициента избытка воздуха (для  $\eta_i$ ), эффективного давления и частоты вращения вала. Полученные зависимости (рисунок 2) устанавливают изменения основных факторов обеспечения работы дизеля по ХПМ: часового расхода топлива  $G_m$  и давления наддува  $P_k$ . Для обоих вариантов расчета достаточно полагая зависимость  $g_e = f(n)$  допускает возможность управления подачей топлива по ХПМ из условия постоянства часового расхода топлива.

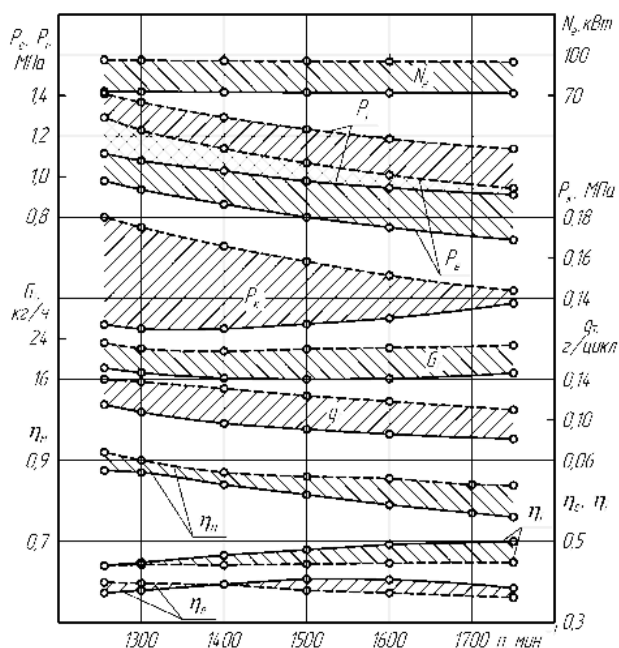


Рисунок 2 – Расчётная внешняя скоростная характеристика ДПМ 4ЧН13/14  
 —  $\alpha$ -var; - -  $\alpha = 1,4$ -const

В варианте  $N_{e_{ном}}$  необходимо обеспечить увеличение давления наддува порядка 20 % от значения  $P_k$  в номинальном режиме.

В результате проведенных исследований:

1. Предложена классификация ХПМ по значению мощности как основного фактора, определяющего величину коэффициента приспособляемости  $K_p$ , вид зависимости  $\eta_e = f(n)$  и величину КПД  $\eta_e$ , выбор оптимизационной частоты  $n_{онм} = f(N_{e_{const}})$ . Выделены две зоны ХПМ, разделяемые ХПМ с  $N_{e_{const}} = (0,75 \div 0,80) N_{e_{ном}}$ , отличающейся пологостью  $\eta_e = f(n)$ , высокими значениями КПД  $\eta_e$  и величиной

коэффициента  $K_p = 1,4$ . Ее можно реализовать в двигателях с двумя уровнями мощности корректировкой топливоподачи.

2. Разработанная методика поиска оптимальной частоты наряду с методиками анализа индикаторного и эффективного КПД и построения ХПМ представляют методический комплекс для исследования ХПМ. Применение комплекса к исследованию дизелей ОАО «АМЗ» позволило:
  - выявить возможность повышения КПД мероприятиями, уменьшающими неиспользование теплоты от несвоевременности сгорания, теплообмена и уменьшения показателя адиабаты и снижающими насосные потери;
  - определить алгоритм управления цикловой подачей топлива (из условия постоянства часового расхода топлива) и давлением наддува.

#### **Список использованной литературы и источников**

1. Матиевский Г.Д. Двойная подача топлива в дизеле с топливной системой непосредственного действия разделённого типа /А.Е. Свистула, Г.Д. Матиевский //Ползуновский Вестник. – 2009.- №4. - С. 166-173.
2. Матиевский Г.Д. Анализ показателей работы дизеля по характеристике постоянной мощности /Г.Д. Матиевский, С.П. Кулманаков.- Ползуновский вестник. - 2010. - № 1.- С. 13-20.
3. Матиевский Г.Д. Исследование внешней скоростной характеристики дизеля для анализа показателей работы на режимах постоянной мощности /Г.Д.Матиевский, А.Н. Любимов //Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. - № 2. – 2011. – С. 260-267.
4. Матиевский Г.Д. Выбор и исследование нейтрализатора отработавших газов на эффективность очистки для дизеля, работающего на режимах постоянной мощности с системой топливоподачи CR /В.А. Сеницын,С.П. Кулманаков, Г.Д. Матиевский //Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2011. - № 2. – С. 42-48.
5. Матиевский Г.Д. /Улучшение рабочего процесса дизеля при двойной подаче топлива /Г.Д. Матиевский, А.Е. Свистула // Грузовик. – 2011. - № 5. - С.35-38. [режим доступа <http://www.mashin.Ru/zhurnalap/?id=58360&idar=1062661>].
6. Матиевский Г.Д. Повышение экономичности и снижение вредных выбросов дизеля на режимах постоянной мощности / А.Е. Свистула, Г.Д. Матиевский // Ползуновский Вестник. – 2012. - №3/1. - С.113-117.
7. Матиевский Г.Д. Оптимизация скоростного режима дизеля по характеристике постоянной мощности / А.Е. Свистула, Г.Д. Матиевский, М.Э. Брякотин // Известия МААО. – СПб. - Вып. №16. – Т. 4. - 2013. - С. 225–230.

8. Матиевский Г.Д. Построение характеристики постоянной мощности дизеля / А.Е. Свистула, Г.Д. Матиевский, М.Э. Брякотин // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2013. - № 12 (115). – Вып. 5. – С. 51-54.
9. Матиевский Г.Д. Повышение эффективности работы двигателя на режимах и характеристиках постоянной мощности / Г.Д. Матиевский, С.П. Кулманак // Сборник научных трудов Международной конференции Двигатель-2010, посвященной 180-летию МГТУ им. Н.Э. Баумана // Под ред. Н.А. Иващенко, В.А. Вагнера, Л.В. Грехова. - М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010. - С.191-194.
10. Матиевский Г.Д. Улучшение рабочего процесса дизеля при двойной подаче топлива / А.Е. Свистула, Г.Д. Матиевский // Сборник научных трудов международной конференции «Двигатель 2010», посвященной 180-летию МГТУ им. Н.Э.Баумана / под ред. Н.А.Иващенко, В.А.Вагнера, Л.В.Грехова – М.: МГТУ им.Н.Э.Баумана, 2010. - С. 224-226.
11. Матиевский Г.Д. Оптимизация скоростного режима работы дизеля / Г.Д. Матиевский // Научное творчество студентов и сотрудников факультета энергомашиностроения и автомобильного транспорта: тезисы и доклады 69-й науч. техн. конф. студентов, аспирантов и проф.-преп. состава технического ун-та. Часть 1 // Алт.гос.техн.ун-т им. И.И.Ползунова. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2011. С. 74-75.
12. Матиевский Г.Д. Оптимизация скоростного режима дизеля по характеристике постоянной мощности / А.Е. Свистула, Г.Д. Матиевский, М.Э. Брякотин // 6-е Луканинские чтения. Решение энергэкологических проблем в автотранспортном комплексе: тезисы докладов научн.-практ. конф. – М: МАДИ, 2013. – С. 34-35.
13. Матиевский Г.Д. Снижение вредных выбросов и расхода топлива дизеля на режимах эксплуатации / А.Е. Свистула, Г.Д. Матиевский, М.Э. Брякотин // Состояние и перспективы развития социально-культурного и технического сервиса: матер. I Всероссийской научн.-практ. конф. – Бийск: Изд-во Алт. гос. техн. ун-та, 2013. – С. 216-219.