

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева»**

Кафедра эксплуатации автомобилей

Составитель
А. С. Березин

ХАРАКТЕРИСТИКА ХОЛОСТОГО ХОДА

Методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Силовые агрегаты»

Рекомендовано учебно-методической комиссией
направления подготовки 23.03.03 Эксплуатация
транспортно-технологических машин и комплексов
в качестве электронного издания
для использования в образовательном процессе

Кемерово 2019

Рецензенты

Подгорный А. И. – кандидат технических наук, доцент кафедры эксплуатации автомобилей

Кудреватых А. В. – кандидат технических наук, зав. кафедрой эксплуатации автомобилей

Березин Александр Сергеевич

Характеристика холостого хода: методические указания к лабораторной работе по дисциплине «Силовые агрегаты» [Электронный ресурс] для обучающихся направления подготовки 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» всех форм обучения / сост.: А. С. Березин; КузГТУ. – Кемерово, 2019.

Приведено содержание лабораторной работы, материал, необходимый для успешного изучения дисциплины.

Назначение издания – помощь обучающимся в получении знаний по дисциплине «Силовые агрегаты» и организация лабораторных работ.

© КузГТУ, 2019
© Березин А. С.,
составление, 2019

1. ЦЕЛИ И СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Цели работы – закрепление материала лекций по теории рабочих процессов автомобильных двигателей, экспериментальное построение и анализ характеристики холостого хода двигателя.

После изучения теоретических положений запускают двигатель и прогревают его на малой нагрузке. Затем снимают нагрузку и изменением положения органа, регулирующего подачу топлива, увеличивают скорость вращения коленчатого вала от минимально устойчивой до скорости, указанной преподавателем. Изменение скорости производят ступенями с шагом, обеспечивающим получение 6–8 точек характеристики. По результатам испытаний оформляют отчёт.

Работа рассчитана на 2 часа.

2. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

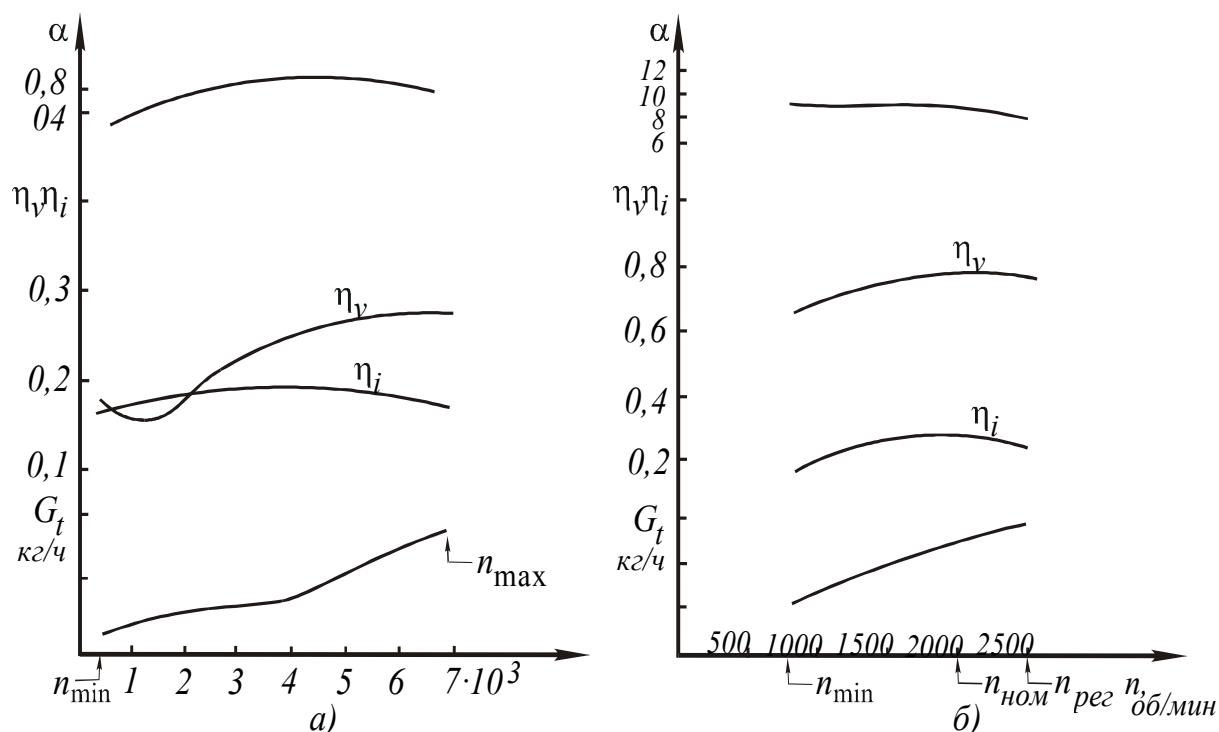
Характеристикой холостого хода называется зависимость показателей рабочего процесса (G_t , α , η_v , η_i) от скорости вращения коленчатого вала при работе двигателя без нагрузки.

Для характеристики холостого хода независимыми переменными величинами являются скорость вращения коленчатого вала и положение органа, регулирующего подачу топлива, постоянные величины: $N_e = M_e = 0$, $g_e \rightarrow \infty$. Зависимые переменные величины: G_t , α , η_v , η_i .

Характеристика холостого хода снимается в диапазоне скоростей $n_{\min} - n_{\max}$, где n_{\min} – минимальная устойчивая скорость вращения коленчатого вала, n_{\max} – максимально допустимая скорость или скорость, ограничиваемая регулятором. Для карбюраторных двигателей $n_{\max} = 6000 \div 7000$ об/мин, для тихоходных дизелей $n_{\max} = 700 \div 1800$ об/мин, для быстроходных дизелей n_{\max} может достигать 4000 об/мин. Характеристики холостого хода карбюраторного двигателя и дизеля показаны на рисунке.

Широкий диапазон изменения скорости вращения коленчатого вала по характеристике холостого хода карбюраторного дви-

гателя достигается постепенным открытием дроссельной заслонки. При этом каждому скоростному режиму соответствуют минимальное открытие заслонки и, следовательно, наименьшее значение коэффициента наполнения. Поэтому значения η_v по характеристике холостого хода близки к критическим.



Характеристики холостого хода:
а) карбюраторного двигателя; б) дизеля

Изменение коэффициентов избытка воздуха по характеристике холостого хода зависит от степени открытия дроссельной заслонки. Значения индикаторного КПД вследствие влияния повышенного количества остаточных газов значительно снижены. Общий характер изменения η_i по скорости сохраняется приблизительно таким же, как и в скоростной характеристике.

У дизелей изменение скорости на холостом ходу достигается изменением цикловой подачи топлива, причем на каждом скоростном режиме цикловая подача минимальна, коэффициент наполнения дизеля намного больше, чем у карбюраторного двигателя, т. к. сопротивление впускного тракта дизеля мало.

По сравнению с другими режимами работы дизеля η_v по характеристике холостого хода также выше, вследствие сравни-

тельно низких температур деталей двигателя. Большие значения коэффициента избытка воздуха определяются снижением значений индикаторного КПД.

Характеристики холостого хода используются для регулировки системы холостого хода карбюраторов, настройки регуляторов дизелей. Кроме того, по зависимости $G_t = f(n)$ возможно ориентировочное определение механического КПД для любого нагрузочного режима. При этом полагают равенство механических потерь двигателя на холостом ходу и под нагрузкой. Известно, что на холостом ходу двигателя вся индикаторная мощность расходуется на преодоление внутренних потерь. Следовательно, часовой расход топлива по характеристике холостого хода $G_{t_{x.x.}}$ эквивалентен внутренним потерям. При любой нагрузке часовой расход G_t эквивалентен индикаторной мощности. Тогда механический КПД можно определить из уравнения:

$$\eta_m = \frac{G_t - G_{t_{x.x.}}}{G_t}.$$

этот способ прост и позволяет определить техническое состояние двигателя в эксплуатационных условиях без демонтажа машины.

3. ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

После запуска и прогрева двигателя на малой нагрузке отключают двигатель от тормоза и прикрывают дроссельную заслонку до упора. Проводят измерения скорости вращения коленчатого вала, времени расхода порции топлива ΔG , часового расхода воздуха G_v (показания дифференциального манометра).

Затем увеличивают угол открытия дроссельной заслонки так, чтобы скорость вращения коленчатого вала увеличилась на 200–250 об/мин, и вновь проводят измерения перечисленных показателей. Таким образом, увеличивая скорость ступенями до максимальной скорости, указанной преподавателем, получают данные для построения характеристики холостого хода. Шаг изменения скорости должен обеспечить получение 6–8 точек характеристики, при этом он может отличаться от указанного выше.

Для одного из режимов работы двигателя под нагрузкой,

указанного преподавателем, необходимо ориентировочно определить механический КПД двигателя, используя метод сопоставления часовых расходов топлива.

4. ТРЕБОВАНИЯ К ОТЧЁТУ

Отчёт должен содержать протокол испытаний с результатами измерений и вычислений, а также графические зависимости $G_t(n)$, $\alpha(n)$, $\eta_v(n)$ на миллиметровой бумаге стандартным форматом. Вычисления произвести по следующим формулам.

Часовой расход топлива

$$G_t = 3,6 \cdot \frac{\Delta G}{t} \text{ кг/ч,}$$

где ΔG – измеряемая порция топлива, г; t – время расхода порции топлива, с.

Часовой расход воздуха

$$G_B = 9,2\sqrt{h} \text{ кг/ч,}$$

где h – разность уровней столбиков жидкости в дифференциальном манометре, мм.

Коэффициент наполнения

$$\eta_v = \frac{33,3G_B}{V_{\text{л}} n \rho_B},$$

где $V_{\text{л}} = 1,478$ л – литраж двигателя; ρ_B – плотность воздуха, кг/м³.

Плотность воздуха

$$\rho_B = 0,4645 \cdot \frac{P_B}{273 + t_B} \text{ кг/м}^3,$$

где P_B – атмосферное давление, мм рт. ст.; t_B – температура воздуха, °С.

Коэффициент избытка воздуха

$$\alpha = \frac{G_B}{l_0 G_t},$$

где $l_0 \sim 15$ кг/кг – теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива.

5. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Что такое характеристика холостого хода двигателя?
2. Объясните характер изменения основных показателей рабочего процесса двигателя по характеристике холостого хода.
3. Какие полезные для практики сведения можно получить из характеристики холостого хода?
4. Какие существуют различия в характеристиках холостого хода карбюраторного двигателя и дизеля?
5. Какова методика снятия характеристики холостого хода?
6. В чем заключается метод сопоставления часовых расходов топлива для определения механических потерь двигателя? Какие допущения в нем принимаются?

СПИСОК РЕКОМЕНДУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Двигатели внутреннего сгорания: Теория поршневых и комбинированных двигателей / под ред. А. С. Орлина, М. Г. Круглева. – Москва: Машиностроение, 1983. – 372 с.
2. Двигатели внутреннего сгорания: 3 кн. Кн. 1. Теория рабочих процессов / под ред. В. Н. Луканина. – Москва: Высш. шк., 1995. – 368 с.