

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ВНУТРЕННЕГО
СГОРАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА МУЛИНЕТКУ

В. К. НЕЧАЕВ, В. П. БЕЛЬТЮКОВ

Воздушные тормозы (мулинетки), в ряде случаев применяемые в качестве нагрузочных тормозов при испытании двигателей внутреннего сгорания, выгодно отличаются от тормозов других типов простой устройства и большой крутизной характеристики. Однако серьезным недостатком этих тормозов является зависимость потребляемой ими мощности от атмосферных условий. Если при нормальных атмосферных условиях ($P_0 = 760$ мм рт. ст. и $T_0 = 288^\circ\text{K}$) мощность, потребляемая мулинеткой, при некотором числе оборотов n_n определяется формулой [1]

$$N_{o_m} = A \frac{P_0}{T_0} n_n^3, \quad (1)$$

то при новых атмосферных условиях (P, T) и новом числе оборотов n , мулинетка будет потреблять мощность

$$N_m = A \frac{P}{T} n^3 = N_{o_m} \frac{PT_0}{P_0T} \left(\frac{n}{n_n} \right)^3. \quad (2)$$

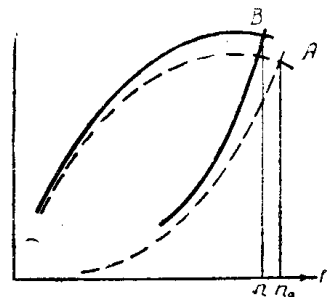
Здесь A — коэффициент, зависящий от формы и размеров мулинетки.

Пользуясь формулой (1), можно построить характеристику мулинетки (кубическую параболу) для нормальных атмосферных условий.

Мощность, развиваемая двигателем внутреннего сгорания, также зависит от атмосферных условий, но зависимость эта иная, чем для мулинетки. Поэтому если при нормальных атмосферных условиях мощность двигателя определялась точкой B_0 (фиг. 1) пересечения характеристики двигателя и мулинетки, то при изменившихся атмосферных условиях она будет определяться точкой B пересечения тех же характеристик для новых атмосферных условий. При этом установившееся число оборотов n_n двигателя и мулинетки изменится до некоторого нового значения n .

Разность $n_n - n$ определяется как „чувствительностью“ мулинетки и двигателя к изменению атмосферных условий, так и зависимостью мощности двигателя (при неизменных P и T) от его числа оборотов n .

При длительных испытаниях атмосферные условия неоднократно меняются. Естественно, возникает вопрос о возможности использования



Фиг. 1

характеристик мулинетки, построенных для нормальных условий, при других атмосферных условиях.

Для приведения мощности двигателя внутреннего сгорания к нормальным условиям ГОСТ [2] рекомендует формулу

$$N_{o_{\partial\delta}} = N_{\partial\delta} \frac{P_0}{P} \frac{530+t}{545}. \quad (3)$$

Для учета зависимости $N_{o_{\partial\delta}}$ от n введем в правую часть формулы (3) дополнительный множитель $\left(\frac{n_H}{n}\right)^x$, где x —коэффициент, определяемый формой скоростной характеристики двигателя в интервале n_H — n . Теперь вместо (3) имеем

$$N_{o_{\partial\delta}} = N_{\partial\delta} \frac{P_0}{P} \frac{530+t}{545} \left(\frac{n_H}{n}\right)^x. \quad (4)$$

Из формулы (4) мощность двигателя при условиях, отличных от нормальных, определится выражением

$$N_{\partial\delta} = N_{o_{\partial\delta}} \frac{P}{P_0} \frac{545}{530+t} \left(\frac{n}{n_H}\right)^x. \quad (5)$$

В точке B (фиг. 1), согласно (2) и (4),

$$N_{\partial\delta} = N_M$$

$$\text{и} \quad N_{o_{\partial\delta}} \frac{P}{P_0} \frac{545}{530+t} \left(\frac{n}{n_H}\right)^x = N_{o_M} \frac{P}{P_0} \frac{T_0}{T} \left(\frac{n}{n_H}\right)^3. \quad (6)$$

Отсюда при очевидном равенстве (при n_H)

$$N_{o_{\partial\delta}} = N_{o_M}$$

имеем

$$\left(\frac{n_H}{n}\right)^{3-x} = \frac{T_0}{T} \frac{530+t}{545}$$

или окончательно

$$n_H = n \sqrt[3-x]{\frac{288}{545} \cdot \frac{530+t}{273+t}}. \quad (7)$$

Таким образом, скоростной режим двигателя внутреннего сгорания, работающего на мулинетку, не меняется при изменении барометрического давления и определяется лишь изменением температуры окружающей среды и величиной x показателя степени в выражении (4).

Пользуясь формулой (7), можно было бы, зная величину x , температуру воздуха t и число оборотов мулинетки (и двигателя) n , определить число оборотов ее n_H при нормальных атмосферных условиях, а по нему и основной характеристике мулинетки (фиг. 1) точку B_0 и ее ординату — мощность двигателя, приведенную к нормальным атмосферным условиям. Однако величина x переменна в различных точках скоростной характеристики двигателя.

Рассмотрим следующие частные случаи (фиг. 2):

1) мощность двигателя прямо пропорциональна его оборотам (точка I—режим максимального крутящего момента), $x = 1$

$$n_H = n \sqrt{\frac{288}{545} \cdot \frac{530 + t}{273 + t}};$$

2) мощность двигателя не зависит от оборотов (точка II—режим максимальной мощности), $x = 0$

$$n_H = n \sqrt[3]{\frac{288}{545} \cdot \frac{530 + t}{273 + t}};$$

3) мощность двигателя обратно пропорциональна оборотам (точка III) $x = -1$

$$n_H = n \sqrt[4]{\frac{288}{545} \cdot \frac{530 + t}{273 + t}}.$$

При работе в лаборатории температура воздуха может меняться в пределах от $+10^\circ\text{C}$ до $+30^\circ\text{C}$. Отклонения чисел оборотов двигателя, работающего на мулинетку, от оборотов при нормальных атмосферных условиях в наиболее неблагоприятном первом случае составят при этом:

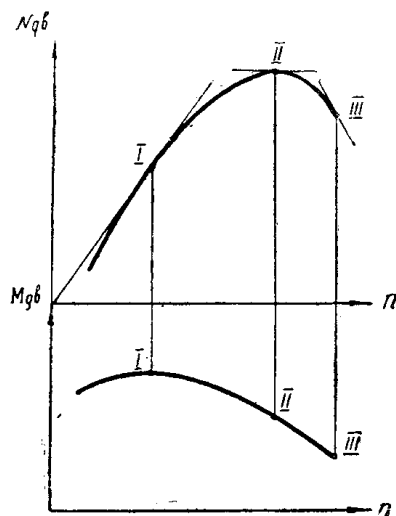
$$n'_H = n \sqrt{\frac{288}{545} \cdot \frac{530+10}{273+10}} = n \sqrt{1,009} = 1,005 n,$$

$$n''_H = n \sqrt{\frac{288}{545} \cdot \frac{530+30}{273+30}} = n_0 \sqrt{0,979} = 0,991 n_0.$$

Таким образом, в наиболее неблагоприятном случае отклонение оборотов двигателя от номинальных меньше $1,0\%$, т. е. меньше погрешности при изменении оборотов электрическим тахометром [3]. Поэтому зависимость скоростного режима двигателя внутреннего сгорания, работающего на воздушный тормоз (мулинетку), от атмосферных условий при работе в помещении можно не принимать во внимание и мощность двигателя определять по характеристикам мулинетки, построенным для нормальных атмосферных условий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Машиностроение. Энциклопедический справочник, т. 10, ГОНТИ, М, 1948.
2. ГОСТ 491—55. Двигатели автотракторные. Методы стендовых испытаний. Издание официальное, М, 1955.
3. Горбачев Ф. А., Мелкобродов Е. А. Физические основы устройства и работы авиационных приборов, Оборонгиз, М, 1953.



Фиг. 2