

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ТИПА ЯМЗ НА ГУСЕНИЧНЫХ МАШИНАХ ОБЩЕГО НАЗНАЧЕНИЯ

М.Ф. Сафаров

В настоящее время возможности предприятий, занимающихся реализацией техники, существенно расширились. Причиной такого улучшения явилась необходимость использования некоторых автомобильных двигателей в качестве источника механической энергии взамен тракторных. Это связано в первую очередь с меньшими затратами на их обслуживание и ремонт. Кроме того, установка таких двигателей на гусеничные машины общего назначения приводит к уменьшению стоимости самой машины, что, несомненно, ведёт к повышению на них спроса. Необходимость такого мероприятия объясняется низкой ценой, широкой распространённостью автомобильных двигателей, наличием их запасных деталей.

Но, данное мероприятие с технической точки зрения является нововведением, и, поэтому большинство источников, подтверждающих, что эта продукция задействована в эксплуатации, не имеет полных оснований для целесообразности применения двигателей Ярославского моторного завода на гусеничных машинах общего назначения [1]. Поэтому возникает вопрос относительно приемлемости использования двигателей ЯМЗ на тракторах общего назначения. Это представляется возможным, поскольку скоростные характеристики автомобильного и тракторного двигателей практически приближены (в частности, у двигателя ЯМЗ-236Н-3 номинальная мощность равна 139,7 кВт при частоте вращения 1800 мин^{-1} , у двигателя Д-180 номинальная мощность – 132 кВт при частоте вращения 1250 мин^{-1}) (рис. 1). Безрегуляторные ветви характеристик рассчитаны согласно приведённым номинальным параметрам по известным соотношениям (1), см. например [2].

Разница сильно сказывается и при сравнении коэффициентов приспособляемости к нагрузке по моменту и частоте вращения (K_m и K_n соответственно). При сравнении внешних скоростных характеристик двигателей

Д-180 и ЯМЗ-236Н-3 обнаружилось, что первый двигатель обладает большой приспособляемостью к нагрузке, и, объясняется это тем, что его максимальная мощность достигается при частоте вращения меньше номинальной. При этом численные значения эффективной мощности были получены по уравнению:

$$N_{eH} = \frac{V_h \cdot i}{30 \cdot \tau} \cdot p_{eH} \cdot \left[K_M - \frac{K_M - 1}{(n_H - n_M)^2} \cdot \left(n - \frac{n_H}{K_n} \right)^2 \right] \cdot n, \text{ кВт} \quad (1)$$

где V_h – рабочий объём цилиндра, л; i – число цилиндров двигателя; τ – тактность двигателя; p_{eH} – среднее эффективное давление рабочего тела на режиме номинальной мощности, МПа; $K_M = M_{\text{макс}}/M_H$ – коэффициент приспособляемости двигателя к внешней нагрузке по крутящему моменту; M_H , $M_{\text{макс}}$ – номинальное и максимальное значения крутящих моментов соответственно; $K_n = n_H/n_M$ – коэффициент приспособляемости двигателя к внешней нагрузке по частоте вращения; n_H , n_M – частоты вращения коленчатого вала на режимах номинальной мощности и максимального крутящего момента соответственно.

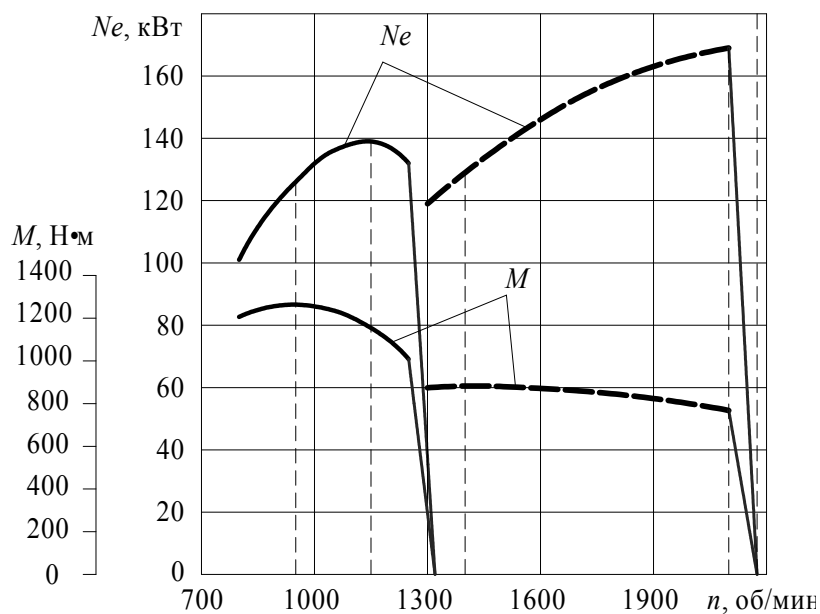


Рис. 1. Характер изменения мощности и крутящего момента при работе дизелей по внешней скоростной характеристике:
 – Д-180; – ЯМЗ-236Н-3

При рассмотрении внешних скоростных характеристик этих двигателей возникают трудности в оценке возможности применения ЯМЗ-236Н-3, поскольку сильно выражены различия в характере протекания мощностей и моментов. Поэтому дальнейшая оценка возможности использования этого двигателя на гусеничных тракторах возможна при анализе тяговых харак-

теристик тракторов с двигателями обоих типов (автомобильного и тракторного соответственно). На рис. 2 и 3 представлены тяговые характеристики гусеничных машин с двигателями названных типов при учёте условий их работы на первой, четвёртой и восьмой передачах.

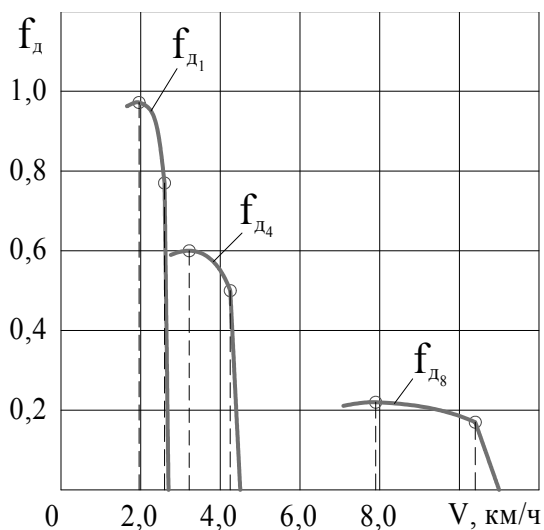


Рис. 2. Протекание удельной силы тяги f_d в функции скорости V в условиях работы трактора с двигателем Д-180 на 1, 4 и 8-й передачах

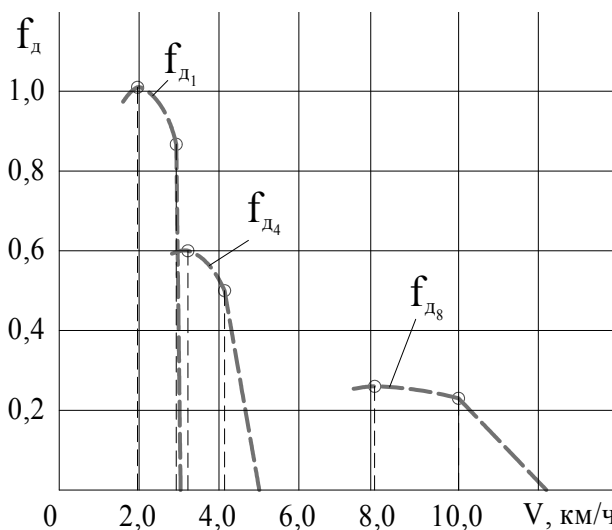


Рис. 3. Протекание удельной силы тяги f_d в функции скорости V в условиях работы трактора с двигателем ЯМЗ-236Н-3 на 1, 4 и 8-й передачах (передаточное отношение трансмиссии увеличено в 1,4 раза)

При проведении тяговых расчётов в качестве базовой модификации был взят трактор Т-170 с механической трансмиссией. Передаточные числа трансмиссии на первой, четвёртой и восьмой передачах составляли соответственно 79,64; 48,28; 19,79. Также учитывалось, что машины эксплуатируются в одинаковых условиях (характер грунта, коэффициент сцепления и др.) Основой тяговых расчётов служили скоростные характеристики двигателей, представленные на рис. 1.

Проведённые расчёты, учитывавшие условия использования машин, дают наглядное представление о том, что тяговая характеристика трактора с двигателем ЯМЗ-236 не может быть реализована. В связи с таким положением возникает предложение об увеличении общего передаточного числа трансмиссии с целью улучшения характеристик машины (в данном случае предполагается уравнивание численных значений параметров тяговых характеристик машин). Это становится возможным при замене в общей схеме трансмиссии коробки передач трактора Т-170 на коробку трактора Т-130 с большим передаточным числом. В ходе замены общее передаточное число трансмиссии существенно увеличивается (практически в 1,4 раза). С точки зрения конструктивных вмешательств это мероприятие представляется возможным. Следовательно, увеличение общего передаточного числа трансмиссии привело к улучшению тяговых характеристик машины с двигателем ЯМЗ-236Н-3.

Также учитывалось влияние полной массы трактора. Она принималась одинаковой и равной 19,8 тонн для обеих машин (в расчётах не учитывалась разность масс двигателей). Определялась скорость движения машин по следующему выражению:

$$V = \frac{\pi \cdot d_{\text{вк}} \cdot n}{i_{\text{тр}}} \cdot \frac{60}{1000}, \text{ км/ч,}$$

в котором $d_{\text{вк}}$ – диаметр ведущего колеса, м; n – частота вращения коленчатого вала двигателя, мин^{-1} ; $i_{\text{тр}}$ – передаточное число трансмиссии.

В табл. 1 представлены данные в форме сопоставления параметров, соответствующих режимам работы двигателей на номинальной мощности и максимальном крутящем моменте с численными значениями параметров тяговой характеристики машин.

Таблица 1

Тип двигателя и режим работы		Параметры	Номер передачи		
			I	IV	VIII
Д-180	$N_{\text{ен}}$	$f_{\text{д}}$	0,77	0,5	0,17
		v	2,6	4,25	10,4
	$M_{\text{макс}}$	$f_{\text{д}}$	0,972	0,6	0,22
		v	1,96	3,22	7,9
ЯМЗ-238	$N_{\text{ен}}$	$f_{\text{д}}$	0,867	0,5	0,23
		v	2,93	4,14	10
	$M_{\text{макс}}$	$f_{\text{д}}$	1,01	0,6	0,26
		v	1,96	3,22	7,9

Возможность применения двигателей ЯМЗ-236Н-3 также подтверждается приведёнными в табл. 2 стоимостными данными о ценах двигателей, их основных деталей.

Таблица 2

№		Наименование	Цена, тыс. руб.	Наименование	Цена, тыс. руб.
1	Двигатель	ЯМЗ-236Н-3	357717	Д-180	435 000
2	Зап. части	Блок цилиндр.	46100	Блок цилиндр.	55 100
3		Головка блока	22200	Головка блока	28 500
4		Гильза с поршнем с кольцами	2195	Гильза с поршнем с кольцами	2650
5		Шатун	3800	Шатун	5200
6		Колен. вал	42900	Колен. вал	4700
7		Турбокомпрессор	17280	Турбокомпрессор	15 600
8	Двигатель после кап. рем.	ЯМЗ-236Н-3		Д-180	240 000

Анализ результатов расчётных исследований позволяет заключить, что применение двигателя ЯМЗ-238 на тракторах класса тяги 10 тонн (при условии повышения передаточного числа трансмиссии) может оказаться целесообразным как с технической, так и экономической точек зрения. В эксплуатационной практике такие решения известны (см., например [1, 3]).

Библиографический список

1. <http://www.uralmachzavod.ru/articles.php>
2. Шароглазов, Б.А. Двигатели внутреннего сгорания: учеб. по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания» / Б.А. Шароглазов, М.Ф. Фарафонов, В.В. Клементьев; под ред. заслуж. деят. науки РФ Б.А. Шароглазова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006. – 382 с.
3. <http://www.tm10.ru>