

ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МУФТЫ СЦЕПЛЕНИЯ ТРАКТОРА КЛАССА 1,4

Долговечность дисков муфты сцепления (МС) трактора зависит в основном от теплового режима их работы, который определяется объемными и поверхностными температурами в процессе включения МС. К числу основных факторов, определяющих значение и характер изменения указанных температур, относятся энергетические показатели МС — работа (W) и мощность (ϕ) трения (буксования) МС за цикл включения.

В настоящей статье приводятся некоторые результаты энергетической оценки двухдисковой муфты сцепления трактора кл. 1,4, которые получены с помощью математической модели, подробно описанной в работе [1] и представляющей систему дифференциальных уравнений движения машинно-тракторного агрегата (МТА). Интегрирование уравнений осуществлялось методом Рунге—Кутта на ЭВМ ЕС 1035. В расчетах использованы параметры трактора и его узлов, содержащиеся в работе [2], а также полученные в ПО "Минский тракторный завод им. В.И.Ленина". Характеристики опорных поверхностей заимствованы из работы [3]. Время включения МС и ее коэффициент запаса принимались равными 2 и 2,75 с соответственно.

Анализ результатов расчета позволил установить следующее.

Работа буксования МС трактора класса 1,4 изменяется в широких пределах в зависимости от массы тракторного агрегата, передачи, на которой осуществляется трогание МТА, дорожного фона и др. Так, по данным табл. 1, при трогании МТА на передачах пятого диапазона на асфальте работа буксования МС увеличивается от 53,431 (одиночный трактор, первая передача) до 94,207 кДж (трактор + прицеп массой 15 т, четвертая передача). Трогание МТА на грунтовой дороге в аналогичных условиях обусловит изменение W в пределах 54,403...86,911 кДж (табл. 2). Трогание на стерне нормальной влажности трактора в агрегате с прицепами массой до 15 т возможно лишь на первой—третьей передачах пятого диапазона, при этом пределы изменения работы буксования 55,348...86,543 кДж. Использовать четвертую передачу пятого диапазона для трогания трактора с прицепом массой более 5 т на стерне и аналогичных по сцепным качествам фонах нецелесообразно из-за возможного заглохания двигателя (табл. 3).

Передачи шестого диапазона трансмиссии трактора, предназначенные для движения с большими скоростями, также мало пригодны для трогания МТА особенно на опорных поверхностях с высокими сцепными качествами (асфальт, стерня) из-за возможного заглохания двигателя. Кроме того, в тех случаях, когда трогание МТА возможно, работа буксования МС характеризуется относительно большими значениями даже для одиночного трактора (см. табл. 1—3).

Работа буксования МС зависит от характеристик опорной поверхности, на которой осуществляется трогание МТА, в частности от коэффициента со-

Табл. 1. Показатели работы МС трактора при трогании МТА на асфальте

Масса трактора и прицепа, т	Диапазон—передача	Полная работа буксования МС, кДж	Работа буксования в момент трогания МТА, кДж	Мощность трения, максимальная на одной паре, кВт	Время достижения максимальной мощности трения, с
4 + 0	5—1	53,431	1,617	15,477	0,829
4 + 5		61,749	2,342	17,069	0,881
4 + 10		66,29	2,815	18,095	0,919
4 + 15		68,851	5,387	18,688	0,928
4 + 0	5—2	58,547	1,417	16,547	0,867
4 + 5		69,643	2,081	18,347	0,926
4 + 10		75,469	2,553	19,853	0,971
4 + 15		77,764	5,105	20,349	0,974
4 + 0	5—3	62,964	1,313	17,153	0,882
4 + 5		76,063	1,956	19,396	0,99
4 + 10		81,634	2,415	20,817	1,009
4 + 15		85,499	4,052	21,774	1,016
4 + 0	5—4	69,687	1,213	18,113	0,918
4 + 5		84,543	1,855	20,882	1,021
4 + 10		90,836	2,282	22,265	1,062
4 + 15		94,297	5,137	22,987	1,074
4 + 0	6—1	79,378	1,133	19,705	0,981
4 + 5		96,013	1,757	22,414	1,106
4 + 10		Остановка двигателя			
4 + 0	6—2	89,48	1,103	21,133	1,058
4 + 5		Остановка двигателя			
4 + 0	6—3	99,296	1,183	22,476	1,106
4 + 5		Остановка двигателя			

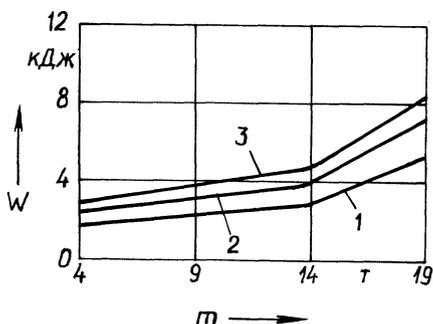


Рис. 1. Зависимость изменения работы буксования МС в момент трогания МТА (W) от массы МТА (m) (первая передача пятого диапазона):
1 — асфальт; 2 — грунтовая дорога;
3 — стерня

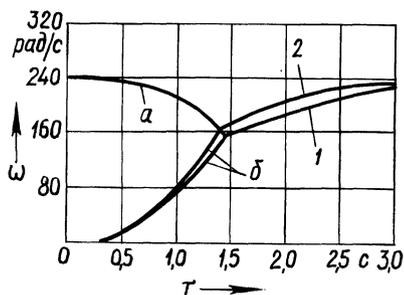


Рис. 2. Зависимость изменения угловых скоростей вала двигателя (a) и ведомого вала МС (b) при трогании МТА на первой передаче пятого диапазона:
1 — асфальт; 2 — грунтовая дорога

противления движению. При этом характер изменения W до начала разгона МТА не зависит от передачи и фона, на которых происходит трогание (рис. 1).

Следует отметить, что при трогании МТА на более высоких передачах при прочих равных условиях работа буксования МС до начала разгона МТА незначительно уменьшается.

Коэффициент сцепления опорной поверхности также оказывает влияние на работу буксования МС — ограничивает максимальный крутящий момент (тяговое усилие), который может быть реализован. А поскольку динамические моменты, подводимые к колесу, как правило, больше предельных по сцеплению, трогание и разгон МТА сопровождаются частичным буксованием колес, а разгон вращающихся масс трансмиссии происходит более интенсивно (рис. 2). Вследствие этого работа буксования МС при трогании и разгоне МТА на опорных поверхностях с меньшими коэффициентами сцепления снижается, несмотря на то что продолжительность буксования МС практически не изменяется в зависимости от фона (последнее утверждение не относится к фонам с очень низкими сцепными качествами, при трогании на которых продолжительность буксования МС определяется в основном инерционными ха-

Табл. 2. Показатели работы МС трактора при трогании МТА на грунтовой дороге сухой, укатанной

Масса трактора и прицепа, т	Диапазон— передача	Полная работа буксования МС, кДж	Работа буксования в момент трогания МТА, кДж	Мощность трения, максимальная на одной паре, кВт	Время достижения максимальной мощности трения, с
4 + 0	5—1	54,403	2,32	15,611	0,835
4 + 5		60,613	3,197	17,130	0,877
4 + 10		63,167	3,886	17,769	0,883
4 + 15		65,793	7,283	18,445	0,893
4 + 0	5—2	59,709	2,059	16,652	0,883
4 + 5		67,450	2,894	18,505	0,915
4 + 10		69,79	3,554	19,048	0,922
4 + 15		72,722	7,052	19,736	0,929
4 + 0	4—3	64,108	1,956	17,467	0,895
4 + 5		72,688	2,772	19,48	0,947
4 + 10		75,214	3,449	20,071	0,954
4 + 15		77,280	7,08	20,499	0,958
4 + 0	5—4	70,799	1,835	18,435	0,919
4 + 5		79,734	2,631	20,676	0,991
4 + 10		83,766	3,402	21,648	1,0
4 + 15		86,919	13,241	22,285	1,008
4 + 0	6—1	80,103	1,817	20,150	1,0
4 + 5		90,645	2,636	22,513	1,050
4 + 10		94,524	6,984	23,337	1,057
4 + 15		97,765	19,931	24,032	1,059
4 + 0	6—2	90,475	2,091	21,561	1,09
4 + 0	6—3	Остановка двигателя			

ра характеристиками двигателя и трансмиссии, например на дороге, покрытой льдом). Работа буксования МС при трогании МТА без пробуксовки колес на опорных поверхностях с меньшим коэффициентом сцепления может быть больше, чем при трогании МТА на поверхностях с большим коэффициентом сцепления, поскольку на последних, как правило, меньше коэффициенты сопротивления движению и, следовательно, силы сопротивления (см. табл. 1, 2 применительно к одиночному трактору).

Таким образом, работа буксования МС определяется комплексным воздействием всех факторов, в том числе массой агрегата, моментами инерции вращающихся масс, передаточным числом трансмиссии и дорожными условиями. Данное обстоятельство свидетельствует о необходимости системного подхода к энергетической оценке нагруженности МС.

К числу энергетических показателей МС относится также мощность буксования. Необходимость оценки ее максимального значения и закона изменения за цикл включения МС обусловлена тем, что указанная характеристика оказывает непосредственное влияние на формирование поверхностных температур пар трения, от которых зависит их долговечность.

Теоретический характер изменения мощности трения в процессе включения МС трактора класса 1,4 показан на рис. 3. В таблицах 1—3 приведены мак-

Табл. 3. Показатели работы МС трактора при трогании МТА на стерне нормальной влажности

Масса трактора и прицепа, т	Диапазон— передача	Полная работа буксования МС, кДж	Работа буксования в момент трогания МТА, кДж	Мощность трения, максимальная на одной паре, кВт	Время достижения максимальной мощности трения, с	
4 + 0	5—1	51,348	2,815	15,717	0,836	
4 + 5		63,968	3,771	17,574	0,902	
4 + 10		67,515	4,671	18,381	0,923	
4 + 15		70,968	8,462	19,201	0,928	
4 + 0	5—2	61,38	2,529	16,828	0,895	
4 + 5		71,970	3,472	18,906	0,938	
4 + 10		76,757	4,373	20,141	0,978	
4 + 15		79,157	8,354	20,619	0,983	
4 + 0	5—3	66,404	2,415	17,701	0,905	
4 + 5		78,369	3,314	19,979	1,004	
4 + 10		84,732	7,399	21,565	1,017	
4 + 15		86,543	8,827	21,939	1,015	
4 + 0	5—4	73,965	2,35	18,698	0,919	
4 + 5		87,913	3,267	21,642	1,042	
4 + 10		Остановка двигателя				
4 + 0		6—1	84,587	2,493	20,482	1,018
4 + 5	Остановка двигателя					
4 + 0	6—2	96,632	6,884	22,183	1,067	
4 + 5		Остановка двигателя				
4 + 0	6—3	Остановка двигателя				

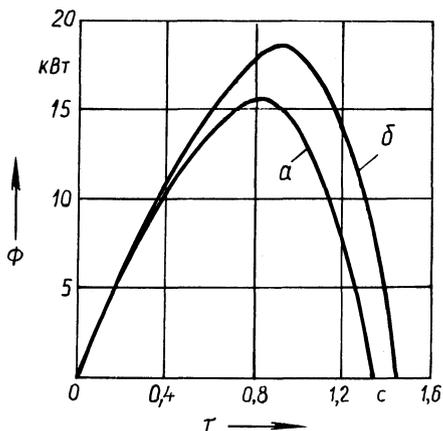


Рис. 3. Зависимость изменения мощности трения Φ в процессе включения МС при трогании одиночного трактора (а) и трактора с прицепом массой 15 т (б)

симальные значения мощности буксования на одной паре трения МС при различных передаточных числах трансмиссии и масса МТА. Анализ указанных данных показывает, что при трогании МТА на передачах пятого диапазона следует ожидать изменения максимальной мощности трения на одной фрикционной паре МС в пределах 15...22 кВт в зависимости от массы прицепной машины на любом из рассматриваемых фонов. Время достижения максимального значения Φ меняется незначительно. В частности, при трогании МТА на передачах указанного диапазона составляет 0,829...1,074 с, при этом большие значения времени соответствуют большей массе МТА и меньшим передаточным числам трансмиссии трактора. Сцепные качества опорных поверхностей на указанный параметр практически влияния не оказывают.

Таким образом, трогание трактора класса 1,4 в агрегате с прицепами массой до 15 т на передачах пятого диапазона на фонах с высокими сцепными качествами характеризуются наибольшей нагруженностью МС. При этом работа трения достигает примерно 95 кДж, а мощность буксования на одной паре трения — 15...22 кВт.

Трогание МТА на передачах шестого диапазона трактора класса 1,4 нецелесообразна из-за возможного заглохания двигателя и большой работы буксования МС, достигающей 100 кДж.

ЛИТЕРАТУРА

1. Скуртул А.И., Стецко А.П., Стецко П.А. Некоторые результаты исследований работы муфт сцепления тракторов // Автотракторостроение. — Мн., 1984. — Вып. 19. — С. 88—93.
2. Экспериментальное определение моментов инерции колес тракторов / П.П.Артемов, В.П.Бойков, А.М.Кривицкий и др. // Автотракторостроение. — Мн., 1979. — Вып. 12. — С. 36—37.
3. Ш а л я г и н В.Н. Транспортные и транспортно-технологические средства повышенной проходимости: Теория рабочих процессов и системное проектирование. — М., 1986.