

Табл. 2. Результаты оптимизации

Параметр	Гидравлический демпфер	Пружинный демпфер
Диаметр цилиндра, мм	60	70
Давление воздуха, МПа	0,6	0,65
Коэффициент демпфирования, Н·с/м	4000	—
Прходное сечение трубопровода $\mu f$ , м <sup>2</sup>	$8 \cdot 10^{-5}$	$8 \cdot 10^{-5}$
Преднатяг пружины, Н	—	800
Жесткость пружины, Н/м	—	$4,5 \cdot 10^4$
Время включения передачи, с	0,62	0,57
Коэффициент динамичности	1	1,08

Таким образом, в качестве управляемых параметров принимаем коэффициент демпфирования для гидравлического демпфера и  $\mu f$ , для пружинного — силу предварительного сжатия и жесткость демпфирующей пружины, а также  $\mu f$ . В обоих случаях оптимизация должна проводиться для нескольких значений диаметров цилиндров.

Для оптимизации применялся метод стохастической аппроксимации из работы [2]. Результаты оптимизации для системы управления коробки передач ЯМЗ-201 приведены в табл. 2. Оптимизация проводилась на ЭВМ типа IBM PC/XT.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куцеволов В.А. Выбор параметров исполнительного механизма системы автоматизированного управления синхронизированной коробкой передач // Конструирование и эксплуатация автомобилей и тракторов. 1987. Вып. 2. Руктешель О.С. Анализ и синтез систем автоматического управления переключением передач автотранспортных средств: Дис. ... д-р техн. наук. Мн., 1987.

УДК 629.114.2

А.П. СТЕЦКО, А.И. СКУРТУЛ,  
канд. техн. наук (БПИ)

#### НАГРУЖЕННОСТЬ МУФТЫ СЦЕПЛЕНИЯ ТРАКТОРА КЛАССА 1,4 ПРИ РАБОТЕ С ФРОНТАЛЬНЫМ ПОГРУЗЧИКОМ

Универсально-пропашной колесный трактор класса 1,4 наряду с транспортировкой грузов и сельскохозяйственными операциями может выполнять работу фронтального погрузчика. Как показывает практика эксплуатации, в этом случае долговечность пар трения муфты сцепления (МС) трактора заметно снижается.

Табл. 1. Средние значения параметров буксования МС трактора класса 1,4 при работе с фронтальным погрузчиком ДЗ-133

Максимальный момент на силовом валу, Н·м	Максимальная мощность трения, кВт	Работа буксования, кДж	Время буксования, с	Максимальная поверхностная температура, °С	Выполняемая операция
149*	13,84	13,1	2,38	70	
128,5	13,44	11,82	2,45	61	Подъезд к перемещаемому грунту
359,2	31,73	52,98	4,96	188	
260,4	19,23	23,56	3,06	119	Набор грунта
236,3	24,23	36,68	3,63	122	
160,7	17,8	22,83	3,47	101	Отъезд задним ходом
226,9	12,38	9,24	1,17	73	
146,6	10,78	7,64	1,74	65	Подъезд к месту разгрузки
216,8	22,38	41,08	4,37	113	
137,8	13,53	24,96	4,37	67	Отъезд задним ходом в исходном положении

\*Числитель — третья передача III диапазона при движении вперед, третья передача II диапазона заднего хода при движении назад; знаменатель — первая передача III диапазона при движении вперед, первая передача II диапазона заднего хода при движении назад.

Известно, что долговечность пар трения МС определяется энергетической нагруженностью, оцениваемой работой и мощностью буксования МС, и ее температурным режимом. Поэтому для выявления причин снижения долговечности пар трения при работе трактора с фронтальным погрузчиком необходимо исследовать динамическую и тепловую нагруженность муфты на указанных работах. С этой целью трактор класса 1,4, оснащенный двухдисковой сухой МС, был оборудован агрегатом ДЗ-133 производства ПО "Дормаш" (Минск) и подвергнут испытаниям, в ходе которых регистрировались следующие параметры: крутящий момент на силовом валу МС; частота вращения двигателя; частота вращения ведомых частей МС; поверхностная температура маховика двигателя; ход педали сцепления; время. При этом имитировалось выполнение технологического цикла "загрузка-разгрузка ковша", который состоит из следующих операций: подъезд к перемещаемому грунту и набор его в ковш; отъезд задним ходом и подъезд с разворотом на 90° к месту выгрузки грунта из ковша; отъезд задним ходом с разворотом на 90° от места выгрузки в исходное положение. В качестве грунта при проведении испытаний использовалась песчано-соляная смесь.

Анализ результатов исследований показывает, что нагруженность МС трактора при работе с фронтальным погрузчиком характеризуется относительно невысоким уровнем мощности буксования. Так, данные, представленные в табл. 1, свидетельствуют о том, что максимальная мощность трения МС дости-

Табл. 2. Суммарные значения параметров буксования МС за один цикл "загрузка-разгрузка ковша" при работе трактора класса 1,4 с фронтальным погрузчиком ДЗ-133

Диапазон, передача	Суммарная работа буксования, кДж	Суммарное время буксования $t_{\Sigma}$ , с	Продолжительность цикла $t_{\text{ц}}$ , с	$t_{\Sigma}/t_{\text{ц}}$ , %
III-3	153,7	16,5	48,8	34
II з.х.- 3				
III-1	97,1	16,6	46,5	36
II з.х.-1				

гала примерно 32 кВт при работе на третьей передаче III диапазона. В то же время суммарная работа буксования МС ( $A_{\Sigma}$ ) за цикл достигает больших значений. В частности, по данным табл. 2,  $A_{\Sigma}$  лежит в пределах 100 кДж при движении на первой передаче и 150 кДж – при движении на третьей передаче. При этом наиболее напряженный режим работы МС наблюдается при выполнении операций по набору грунта в ковш и перемещению его к месту выгрузки. На этих операциях работа буксования МС составляет примерно 50 % ее суммарного значения за весь цикл (см. табл. 1 и 2). При этом следует иметь в виду, что работа буксования МС на операциях по набору грунта зависит от его физико-механических свойств и может возрасти по сравнению с приведенными данными при перемещении таких грузов, как глина, навоз и т.д. Столь высокие значения суммарной работы трения МС объясняются большой длительностью буксования МС, достигающей примерно 17 с за цикл "загрузка-разгрузка ковша", что составляет около 35 % продолжительности всего цикла. Это обусловлено необходимостью корректировки скорости движения трактора путем существенного увеличения продолжительности включения МС по сравнению с рекомендуемыми его значениями, находящимися в пределах 0,8 ... 1,2 с [1].

Невысокие уровни мощности трения МС в процессе работы трактора с фронтальным погрузчиком обуславливают и небольшие поверхностные температуры пар трения МС, максимум которых наблюдается при выполнении операций по набору грунта в ковш и лежит в пределах 120...190 °С. Однако поверхностные температуры могут заметно возрасти при неточных действиях водителя в процессе выполнения отдельных операций цикла. Так, в одном из опытов была зарегистрирована поверхностная температура маховика 320 °С из-за неправильного выбора водителем режима работы.

Таким образом, основной причиной снижения долговечности пар трения МС при работе трактора с фронтальным погрузчиком является большая продолжительность буксования муфты при выполнении операций технологического цикла, что обуславливает высокий уровень ее энергозагруженности.

Как показывают результаты испытаний [2], в условиях длительных и час-

тых пробуксовок, благодаря принудительному теплоотводу от пар трения охлаждающей жидкостью, удовлетворительно работают мокрые МС. Вследствие этого одним из реальных путей повышения долговечности МС тракторов, эксплуатирующихся с фронтальными погрузчиками, является применение мокрых МС.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пути повышения долговечности фрикционных устройств в машиностроении / А.И. Скуртул, П.А. Стецко, А.С. Поварехо и др. Мн., 1985. 2. Некоторые результаты экспериментальных исследований мокрой муфты сцепления энергонасыщенного трактора / А.И. Скуртул, А.П. Стецко, А.Б. Бруек, М.Е. Логиновский // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. Мн., 1987. Вып. 30.

УДК 629.111-592.001.66

Г.И. МАМИТИ, канд. техн. наук (ММИ),  
А.Л. МАТЯШ (НПО "Центр")

#### РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ТОРМОЗНОГО БАРАБАНА АВТОМОБИЛЯ МЕТОДОМ КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Торможение движущегося автомобиля сопровождается нагревом тормозного барабана из-за фрикционного взаимодействия его поверхности с колодкой. В зависимости от массы автомобиля, его скорости и условий торможения меняется характер распределения температуры в различных частях барабана. Установлено, что на начальном этапе торможения температура барабана может достигать  $200^{\circ}\text{C}$ , а ее градиент  $\partial T/\partial r - 300^{\circ}\text{C}/\text{см}$  [1, 2]. Во время торможения скорость автомобиля падает, а энергия нагрева уменьшается, что приводит к снижению температурного градиента. На заключительном этапе торможения температура барабана может составлять  $300^{\circ}\text{C}$  [1].

Термическое состояние барабана близко к осесимметричному из-за малого разброса локальных температур в тангенциальном направлении.

Опыт использования метода конечных элементов (МКЭ) для расчета напряжений вращающегося барабана показал [3], что если нагрузки осесимметричны, можно использовать двумерные осесимметричные конечные элементы. С учетом этого для анализа температурных напряжений тормозного барабана применялись двумерные восьмиузловые элементы. Объектом исследования был выбран барабан автомобильного тормоза, размеры которого указаны на рис. 1. Механические параметры материала: модуль Юнга —  $16 \cdot 10^4$  Н/мм<sup>2</sup>; коэффициент Пуассона — 0,3; коэффициент температурного расширения —  $0,13 \cdot 10^{-4}$  1/°C. Применительно к условиям торможения процесс нагрева и распространения температуры в барабане упрощенно можно разбить на 2 этапа. На первом этапе, согласно [2], температура контактной поверхности (рис. 2) равна  $200^{\circ}\text{C}$ , а наружной охлаждаемой —  $20^{\circ}\text{C}$ , на втором температура всей цилиндрической части равна  $300^{\circ}\text{C}$ , в области закрепления барабана —  $100^{\circ}\text{C}$ .