

КОМПЬЮТЕРНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТРАНСМИССИЙ МОБИЛЬНЫХ МАШИН

*Канд. техн. наук, доц. АНТИПЕНКО Г. Л.,
канд. техн. наук, проф. МАКСИМЕНКО А. Н.,
асп. МОРГАЛИК Б. М.*

Могилевский государственный технический университет

Создание систем диагностирования мобильной техники предполагает максимальное использование информативных свойств диагностических сигналов, которые позволили бы при ограниченной входной информации повысить точность анализа состояния и оперативность постановки диагноза.

Достижение указанной цели осуществимо при использовании современных быстродействующих систем диагностики на базе ЭВМ или систем, совместимых с переносной вычислительной техникой типа Notebook и оснащенных программным продуктом для обработки и анализа поступающей информации.

Анализ эксплуатационной надежности тракторов МТЗ показал, что наибольшей трудоемкостью при восстановлении работоспособности обладает трансмиссия. Это связано со сложностью доступа к элементам трансмиссии в ходе ее обслуживания, диагностирования и ремонта. Как известно, работоспособность трансмиссии определяется в основном состоянием зубьев шестерен, которые можно оценить величиной бокового износа и наличием сколов зубьев.

Недостатком известных способов диагностирования технического состояния зубчатых зацеплений трансмиссий являются ограниченность выявления технических дефектов и недостаточная точность оценки технического состояния узлов трансмиссии и уровня опасности для эксплуатации машины без ремонта или регулировочных работ.

Наиболее информативный параметр оценки бокового износа зубчатых зацеплений – суммарный угловой зазор, а для выявления единичного дефекта – кинематическая неравномерность вращения шестерен. Определение состояния каждой пары зубчатых зацеплений

трансмиссии по угловому зазору сложно, а общий угловой зазор в трансмиссии не дает полного представления о состоянии отдельных элементов зубчатых передач, работающих в том или ином режиме.

Однако выделить информацию о состоянии отдельных шестерен можно, отслеживая усредненные значения углового зазора пар зацепления в соответствующих режимах работы трансмиссии и используя информацию о суммарном угловом зазоре на каждом режиме.

Получение усредненной величины углового зазора по каждой паре зацепления основано на использовании коэффициента, учитывающего время работы шестерен по каждой передаче и расположение их в кинематической цепи. Наличие подобной информации по различным вариантам сочетания шестерен позволяет с высокой вероятностью сделать вывод об их пригодности к дальнейшей эксплуатации и величине остаточного ресурса.

Методы получения информации по каждой паре зацепления могут быть различны. Однако технологически наиболее удобным и менее трудоемким способом может являться способ получения информации о величине углового зазора путем анализа шага зацепления на циклических составляющих зубцовой частоты ведомого колеса. Анализ шага зацепления необходимо проводить не по времени, а относительно опорного высокочастотного сигнала, снимаемого с зубчатого венца шестерни, связанного с ведущим валом передачи, в качестве которого целесообразно использовать зубчатый венец маховика.

Определение величины углового зазора при таком способе осуществляется путем создания тестового воздействия, при котором выбирают

ся зазоры сначала одного, затем другого направления (например, осуществить разгон и торможение двигателем на определенной передаче). При выборе зазоров количество импульсов опорного сигнала на одном или нескольких периодах зубцовой частоты ведомого колеса будет больше, чем при установившемся режиме. По их разнице вычисляется действительная величина углового зазора в зацеплении.

Быстродействие ЭВМ позволяет представлять расчетную информацию в графическом режиме или в виде матрицы диагностирования, заполняемой по мере поступления информации. При этом по строкам матрицы располагаются требуемые режимы, охватывающие весь спектр диагностируемых шестерен на различных передачах, по столбцам – сборочные единицы трансмиссии и входящие в них шестерни. Отдельными столбцами даются: номинальные и предельные значения количества опорных сигналов, характеризующих величины угловых зазоров, фактическое количество опорных импульсов и расчетное значение остаточного ресурса.

Расчет остаточного ресурса производится программно на основе отсортированных данных по каждой паре зацепления.

Величина бокового износа зубчатых пар, участвующих в нескольких режимах работы, определяется по минимальному среднему угловому зазору как наиболее полно отражающему состояние данного зацепления на одном из режимов работы трансмиссии.

Фрагмент матрицы диагностирования коробки передач и заднего моста трансмиссии трактора МТЗ-80 представлен в табл. 1, а схема установки импульсных датчиков опорного сигнала D_0 , датчиков зубцовой частоты выходного вала коробки передач D_1 , заднего моста D_2 и заднего вала отбора мощности D_3 – на рис. 1.

На схеме введены следующие обозначения: *A* – муфта сцепления; *B* – двухскоростной редуктор привода ВОМ; *C* – редуктор-удвоитель числа передач; *D* – коробка передач; *E* – центральная передача с дифференциалом; *F* – конечная передача; *H* – дисковый тормоз; *J* – зубчатая муфта переключения ВОМ на независимый и синхронный привод; *K* – планетарный редуктор ВОМ; *L* – приводной шкив; *M* – муфта блокировки дифференциала; *N* – привод к насосу навесной системы; *P* – привод бокового ВОМ; *Q* – ходоуменьшитель.

Таблица 1

Фрагмент матрицы диагностирования трансмиссии трактора МТЗ-80

Режимы	Количество опорных импульсов в предельном износе шестерен трансмиссии трактора МТЗ-80																															
	Коробка передач														Пониж. редуктор	Д-я пар	Оп-е сигн	Факт. имп.	Ост. рес.	Задний мост				Д-я пар	Оп-е сигн	Факт. имп.	Ост. рес.					
	Z1	Z3	Z5	Z7	Z9	Z10	Z8	Z11	Z6	Z4	Z12	Z2	Z13	Z14						Z15	Z16	Z17	Z18					Z19	Z20	Z21	Z22	Z23
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	Z17	Z18	Z19	Z20	30	31	32	33
1-я передача КП				0.31-0.33	2.2-2.42		2.31-2.5	0.38-0.53	0.22-0.37	0.6-1.16			0.64-0.84	0.32-0.53							5.98-8.7				4.84-5.1	6.42-7.77	38.4-42.9	35.7-41.08				
2-я передача КП				0.31-0.38	0.4-1.64	0.6-1.64	2.31-2.5	0.38-0.53	0.22-0.37	0.6-1.16			0.64-0.84	0.32-0.53							3.47-7.1				1.1-2.99	3.5-4.56	23.11-25.17	22.5-24.12	35.7-41.08	30.21-63.96	36-105.3	
3-я передача КП				0.31-0.33	0.42-0.83		1.64-0.87					0.21-0.37									1.58-2.46				0.78-1.76	1.1-2.68	12.1-14.18	12.5-14.18				
4-я передача КП		0.21-0.34		0.41-0.68			0.43-0.7			0.11-0.33											1.16-2.1				0.84-1.43	1.45-2.18	10.78-12.05	9.84-11.85	22.91-29.24	28.1-35.27		
5-я передача КП	0.11-0.3			0.21-0.57			0.24-0.59					0.1-0.24									0.66-1.7				0.9-1.21	0.9-1.85	9.9-10.17	8.4-9.75	22.4-24.68			
6-я передача КП			0.1-0.34		0.12-0.57								0.1-0.37								0.56-1.84				0.8-1.03	0.8-1.57	7.2-8.69	7.1-8.33	15.9-21.7			
$t_{ост}$																																

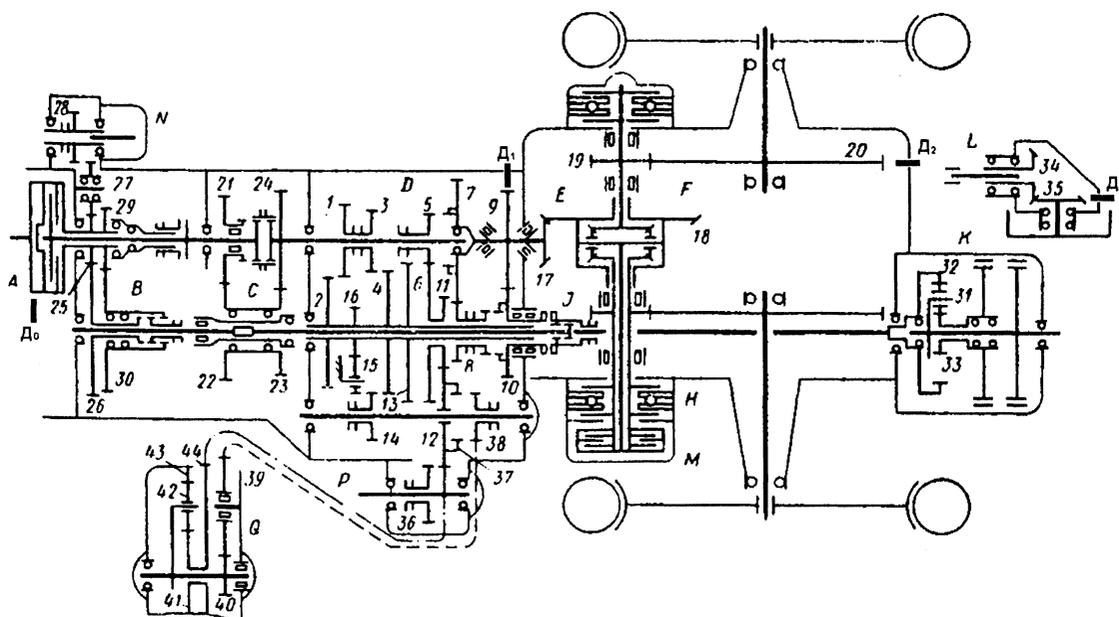


Рис. 1. Кинематическая схема трансмиссии трактора МТЗ-80 и расположение датчиков

Числа, проставленные в ячейках фрагмента матрицы, обозначают количество опорных импульсов, приходящихся на номинальный и предельный угловой зазоры в паре зацепления. Расчет остаточного ресурса осуществляется в количествах опорных импульсов. Для определения остаточного ресурса достаточно знать приращение изменения параметра относительно начального значения ΔU_i , предельную величину изменения диагностического параметра $\Delta U_{пр}$, величину наработки на момент диагностирования t_i и показатель степени α , характеризующий интенсивность изменения параметра во всем диапазоне наработки и зависящий от материала, конструкции изделия и условий эксплуатации.

С этой целью производится предварительный расчет номинального и предельного значений диагностического параметра $U_{ном}$ и $U_{пр}$ и измерение диагностического параметра U_i . Тогда:

$$\Delta U_i = U_i - U_{ном}; \quad (1)$$

$$\Delta U_{пр} = U_{пр} - U_{ном}. \quad (2)$$

Остаточный ресурс в этом случае определяется по следующей зависимости:

$$t_{ост} = t_i \left[\frac{\frac{1}{\Delta U_{пр}^\alpha}}{\frac{1}{\Delta U_i^\alpha}} - 1 \right], \quad (3)$$

где $\alpha = 1,5$ при определении остаточного ресурса по износу зубьев шестерен; $\alpha = 1$ – по износу шлицев валов.

Достоверность прогнозирования остаточного ресурса во многом определяется точностью показателя степени α .

В реальных условиях эксплуатации значение α_i можно скорректировать по двум замерам диагностического параметра ΔU_i и ΔU_{i+1} при известной наработке в первом t'_i и втором t'_{i+1} случаях по следующей зависимости:

$$\alpha_i = \frac{\ln(\Delta U_{i+1} / \Delta U_i)}{\ln(t'_{i+1} / t'_i)}. \quad (4)$$

Если проводилось m диагностирований, то для повышения точности прогнозирования остаточного ресурса определяется средневзвешенное значение коэффициента $\alpha_{св}$, определяемое выражением:

$$\alpha_{св} = \frac{\sum_{i=1}^m \Delta t_i \alpha_i}{\sum_{i=1}^m \Delta t_i}, \quad (5)$$

где Δt_i – интервал наработки между двумя замерами контролируемого параметра; m – порядковый номер диагностики.

В этом случае остаточный ресурс определяется как

$$t_{\text{ост}} = t'_i \left[\frac{\frac{1}{\Delta U_{\text{пр}}^{\alpha_{\text{св}}}}}{\frac{1}{\Delta U_i^{\alpha_{\text{св}}}}} - 1 \right] \quad (6)$$

Таким образом, использование компьютерных технологий при постановке диагноза технического состояния такой сложной системы,

как трансмиссия, позволяет устранить субъективный фактор, снизить трудоемкость процесса диагностирования и повысить достоверность результатов, что в конечном итоге позволит с большей точностью назначать сроки ремонта и снизить последствия выхода из строя отдельных узлов трансмиссии.

УДК 656.13:338(075.8)

ПЛАНИРОВАНИЕ И ОПТИМИЗАЦИЯ ЧИСЛЕННОСТИ РАБОТНИКОВ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

КОРЖИЦКИЙ Д. Л.

Белорусский национальный технический университет

Одной из функций управления предприятием является планирование персонала, которое можно представить в виде трехэтапного процесса [1...3], состоящего из оценок: имеющегося коллектива работников; будущих потребностей в них и разработки проекта удовлетворения будущих потребностей в рабочей силе.

Под планированием персонала понимают систему комплексных решений, позволяющих обеспечить реализацию потребности предприятия в персонале в количественном, качественном, временном и пространственном аспектах, подобрать людей, способных решать поставленные задачи, обеспечить необходимый уровень квалификации работников, их активное участие в деятельности организации [1...3].

В практике управления персоналом в странах Европы выделяют следующие подразделы его планирования [4]: определение состава, потребности, набора, высвобождения, использования, изменений, развития персонала, а также затрат на него. Однако такое подразделение достаточно изменчиво и зависит от особенностей предприятия. Кроме того, следует оценивать влияние эффективности использования персонала на экономические результаты работы предприятия, поэтому предлагается укрупненная структура, включающая следующие виды планирования:

- использование персонала;
- потребности в персонале;
- развитие персонала;
- затраты на персонал;
- человеческий фактор производственной системы.

Основной целью планирования потребности в персонале является определение качественной и количественной потребностей, обуславливающих производительность предприятия в настоящий момент и в будущем [3]. Планирование персонала тесно связано с другими видами планирования на предприятии. Именно от количества персонала и предполагаемой интенсивности его использования зависит большинство показателей работы предприятия. Определить оптимальную структуру численности работников с целью достижения его эффективного функционирования можно следующим образом. Пусть U – показатель эффективности функционирования предприятия, и на величину U могут оказывать влияние факторы Z_1, \dots, Z_n , под которыми будем понимать удельный вес отдельных категорий работников в общей численности работающих на данном предприятии. Таким образом, всего таких групп будет n .

С помощью методов множественного корреляционно-регрессионного анализа можно построить функцию отклика