

## 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



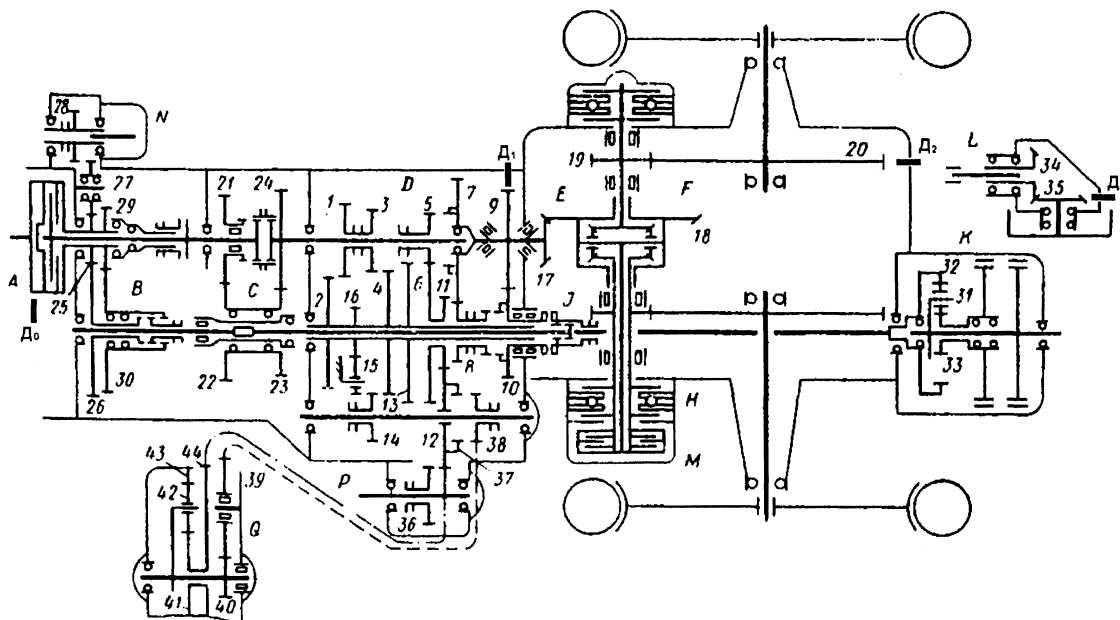


Рис. 1. Кинематическая схема трансмиссии трактора МТЗ-80 и расположение датчиков

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  $\Delta U_i$ , предельную величину изменения диагностического параметра  $\Delta U_{пр}$ , величину наработки на момент диагностирования  $t_i$  и показатель степени  $\alpha$ , 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  $\alpha$ .

В реальных условиях эксплуатации значение  $\alpha_i$  можно скорректировать по двум замерам диагностического параметра  $\Delta U_i$  и  $\Delta U_{i+1}$  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  $\Delta t_i$  – 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