

тельно показателей автомобилей первого года выпуска составляют: наработки на отказ — 13,8 %, удельной трудоемкости ТР — 6,9 %, удельной продолжительности простоя в ТР — 6,7 %, удельных затрат на запасные части — 7,2 %.

Особенно существенно снижается наработка на отказ таких элементов, как двигатель, ходовая часть, трансмиссия, на которые приходится значительная доля трудоемкости и затрат на ремонт. Это свидетельствует о целесообразности планового проведения определенных ремонтных воздействий по этим элементам (в предупредительном порядке) для снижения затрат на ТР.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. А в д о н ь к и н Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей. — Саратов, 1981. — 288 с. 2. Д е н и с о в А.С., Ф р о л о в С.А. Изменение технической готовности автомобилей в процессе эксплуатации. — В кн.: Повышение эффективности использования автомобильного транспорта. Саратов, 1978, с. 38–46. 3. Д е н и с о в А.С., Л и ш ч а к Ш.Д. Изменение показателей эффективности автомобилей в процессе эксплуатации. — В кн.: Повышение эффективности использования автомобильного транспорта. Саратов, 1984, с. 52–58.

УДК 629.113.004.67

В.К. ЯРОШЕВИЧ, канд. техн.наук,  
Дж. Г. ВИРАТНА (БПИ)

### ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ КРЕСТОВИН КАРДАНЫХ ПЕРЕДАЧ АВТОМОБИЛЕЙ

Современные карданные передачи автомобилей имеют существенный недостаток — относительно низкий ресурс: 3,4 % всех отказов автомобиля приходится на карданную передачу [1]. Из них около 80 % составляют отказы карданных шарниров, которые выходят из строя вследствие изнашивания шипов и карданных подшипников [2].

На основании литературных данных и результатов осмотра крестовин, поступающих в капитальный ремонт и находящихся на эксплуатирующихся автомобилях, можно сделать вывод, что основными видами дефектов карданных крестовин являются "ложное" бринеллирование, абразивный износ и усталостное выкрашивание. Износ шипов неравномерен как по окружности, так и по образующей, и на отдельных шипах не превышает 0,5 мм. Обычно бринеллированию подвергаются не все шипы крестовины, и это явление до сих пор не имеет удовлетворительного объяснения.

Крестовины карданных шарниров грузовых автомобилей, изготавливаемые из сталей 18ХГТ, 15ХГНТА, 20ХГНТР, подвергаются цементации с последующей закалкой и отпуском с целью упрочнения рабочей поверхности шипов. Изучение технологии изготовления крестовин на заводе-изготовителе (Гродненский завод карданных валов) и исследование твердости новых крестовин автомобилей МАЗ показывают, что поверхностная твердость шипов не одинакова (рис. 1). Максимальное ее значение находится в пределах 58... 65 НРС<sub>3</sub>. Глубина цементованного слоя составляет 1...1,5 мм. Твердость шипа

крестовины на глубине 4 мм — 23...27 HRC<sub>3</sub>. Неодинаковая твердость поверхности шипов обуславливает их неравномерное изнашивание и преждевременный выход из строя крестовин.

Некоторые усовершенствования конструкций [3, 4, 5] способствовали увеличению долговечности карданных шарниров, однако в недостаточной степени. Около 2,8 % расходов на запасные части для ремонта автомобиля приходится на карданную передачу [1]. По данным работы [6], только 3 % крестовин карданных передач автомобилей ЗИЛ-130 выпуска 1963—1964 гг., работающих в Минске, имели пробег свыше 70 тыс. км. Следовательно, обеспечение своевременного восстановительного ремонта крестовин прежде всего на несложном оборудовании, доступном для авторемонтных заводов, специализированных центров и станций технического обслуживания, имеет огромное народнохозяйственное значение, так как позволит получить значительную экономию легированных сталей, сделать крестовины легковых автомобилей недефицитными запасными частями.

В крестовинах автомобилей МАЗ-500 после их выбраковки исследовалась микротвердость поверхности изношенных шипов. Она замерялась прибором ПМТ-3 в соответствии с ГОСТ 9450—76. Замеры производились не менее чем на 5 образцах, после чего результаты усреднялись. Исследовались крестовины с гладкой поверхностью после наработки 30...50 тыс. км, а также имеющие на рабочей поверхности шипов вмятины различной глубины.

Результаты исследований показывают, что на шипах без вмятин и с вмятинами небольшой глубины толщина отпущенного слоя составляет 10...50 мкм, чем и обусловлено понижение твердости (рис. 2). Отпуск происходит при высоких локальных температурах, которые характерны для первого периода ра-

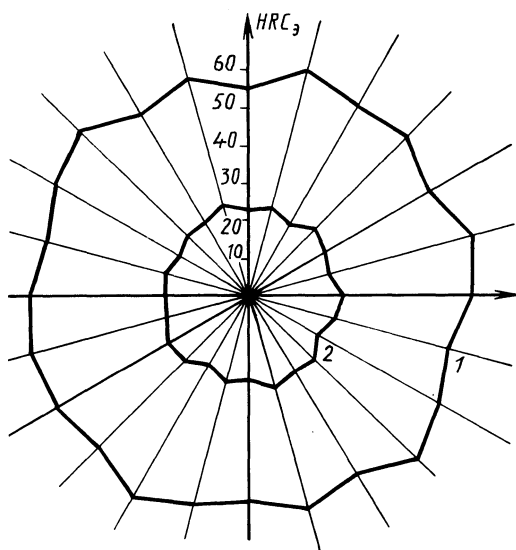


Рис. 1. Изменение твердости по окружности шипа новой крестовины:  
1 — на поверхности; 2 — на глубине 4 мм

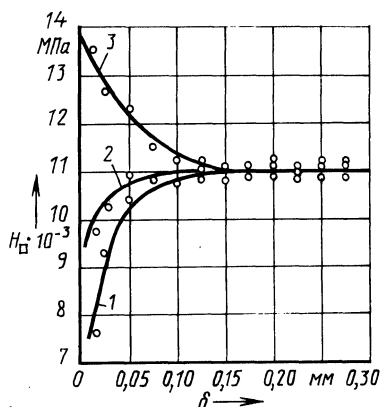


Рис. 2. Изменение микротвердости по глубине  $\delta$  поверхностных слоев изношенных шипов крестовины:  
1 — шип без вмятин; 2 — поверхность между неглубокими вмятинами; 3 — вмятина большой глубины

боты шарнира. На месте образования глубоких вмятин отпущенный слой отсутствует, а в промежутках между ними остается. Под вмятинами наблюдается упрочнение металла, приводящее к повышению микротвердости на 2000...4000 МПа. Отсутствие структурных изменений позволяет заключить, что упрочнение вызвано микропластическими деформациями при сжатии поверхностных слоев.

Для восстановления изношенных трущихся поверхностей деталей автомобилей (коленчатых и распределительных валов, валов и синхронизаторов коробки передач, поворотных шкворней и др.) широко применяется нанесение покрытий методами газотермического (газопламенного, электродугового, плазменного) напыления с последующим оплавлением [7]. Каждый из этих методов имеет свои достоинства и недостатки. Учитывая простоту и низкую стоимость оборудования, номенклатуру выпускаемых в Советском Союзе порошковых материалов и требования, предъявляемые к износостойким покрытиям, для напыления поверхностей шипов крестовин автомобилей МАЗ был выбран метод газопламенного напыления.

Восстановление изношенных крестовин осуществлялось следующим образом. Цементированные изношенные крестовины подвергались отжигу при температуре  $(940 \pm 10)^\circ\text{C}$ . Для подготовки поверхностей под напыление на основании рекомендаций и результатов исследований по определению прочности сцепления покрытия с основанием был выбран способ нарезания "рваной" резьбы с последующей пескоструйной обработкой. Напыление производилось при помощи установки УПТР-1-78М конструкции ИНДМАШ АН БССР порошковым самофлюсующимся сплавом ПГ-10Н-01 (55...62 HRC<sub>2</sub>) грануляцией 63...100 мкм. Этот сплав на никелевой основе системы Ni-Cr-B-Si характеризуется сравнительно низкой температурой плавления ( $1050...1100^\circ\text{C}$ ) и повышенной текучестью, что обеспечивает получение после оплавления гладкой поверхности с минимальными допусками на механическую обработку. Напыленный слой в свою очередь характеризуется низким коэффициентом трения, высокой износостойкостью, стойкостью против коррозии и окисления при обычных и повышенных температурах, сохраняет свою твердость при высоких температурах. Напыление производили при давлении ацетилена 0,2 МПа, кислорода 0,1 МПа, воздуха 0,04 МПа. Частота вращения детали составляла  $1\text{ с}^{-1}$ , дистанция напыления — 150...180 мм. Оплавление напыленного слоя толщиной 1,25...1,5 мм осуществлялось кислородно-ацетиленовой горелкой. Вследствие усадки после оплавления толщина покрытия уменьшалась на 0,4...0,5 мм.

Для предотвращения окислительных процессов во время оплавления подготовка поверхности под напыление и оплавление проводились сначала для двух противоположных шипов, а затем для двух других. Заключительные операции — термообработка и шлифование напыленных и оплавленных покрытий — производились по заводской технологии на заводе-изготовителе.

Стандовые испытания восстановленных крестовин на испытательном оборудовании и по методике МАЗ показали, что износостойкость рабочих поверхностей шипов по сравнению с новыми повысилась в 2,5...3,2 раза. Работа по восстановлению крестовин карданного шарнира автомобилей продолжается, используются перспективные самофлюсующиеся сплавы и различные методы

подготовки поверхности, напыления и оплавления (ТВЧ, электроконтактный нагрев).

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Трикозюк В.А. Повышение надежности автомобиля. — М., 1980. — 88 с. 2. Щебров В.М., Савич А.С. Резервы повышения надежности карданных передач. — В кн.: Автомобильный транспорт и дороги. Минск, 1977, вып. 4, с. 27–32. 3. Какучев И.И., Силкин А.С. Пути повышения долговечности карданных сочленений. — Вестник машиностроения, 1969, № 3, с. 23–25. 4. Системный подход к проблеме повышения долговечности крестовины карданного вала автомобиля/М.Ф. Лавринович, М.С. Высоцкий, М.М. Шустерняк, О.Я. Заславский. — Трение и износ, 1984, т. V, № 1, с. 399–407. 5. Обеспечение надежности автомобиля МАЗ в эксплуатации/Под ред. Е.С. Кузнецова. — М., 1977. — 183 с. 6. Лукинский В.С. Долговечность деталей шасси автомобиля. — Л., 1984. — 231 с. 7. Hoff I. Metal spraying in the autoindustry. — Finising, 1982, N 10, p. 9–14.

УДК 629.113.004.05

Л.Н. ПОКЛАД, канд.техн.наук,  
А.С. САЙ (БПИ)

### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ АВТОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ

Ежегодно на автотранспортных предприятиях (АТП) осуществляется перерасчет трудовых и материальных ресурсов. В настоящее время технологический расчет АТП выполняется инженерно-техническими работниками вручную, что требует значительных затрат времени.

На наш взгляд, более эффективной является организация выполнения технологического расчета АТП с применением ЭВМ информационно-вычислительных центров управлений и министерства. При этом могут использоваться методика и программные средства, разработанные авторами на основе рекомендаций, изложенных в работах [1, 2]. Укрупненная схема алгоритма технологического расчета АТП приведена на рис. 1.

Произведены расчеты АТП, использующих автомобили ЗИЛ-130 в условиях эксплуатации трех категорий. Для АТП мощностью от 50 до 1000 автомобилей выполнено более 100 расчетов.

В данной работе приведены (рис. 2, 3, 4) некоторые результаты расчета АТП, использующих автомобили ЗИЛ-130 в условиях эксплуатации первой категории. Расчет выполнялся на основе исходных данных, взятых из [3, 4]. Кроме того, были приняты: среднесуточный пробег одного автомобиля — 200 км; продолжительность одной смены зон технических воздействий — 8,2 ч; количество смен — 1; количество рабочих, одновременно работающих на посту ТО, — 4, диагностики и ТР — 2; продолжительность перемещения автомобиля с поста на пост — 3 мин.

Как следует из рис. 2, годовая трудоемкость ТО, ТР и вспомогательных работ ( $T_{BC}$ ) и работ ТР, выполняемых на постах ( $T_n$ ), изменяется в зависи-