

са и интенсивности изнашивания некоторых деталей раздаточной коробки. Анализ приведенных данных показывает, что износ деталей распределяется по различным теоретическим законам и зависит от материала детали, вида сопряжения, воспринимаемых ими нагрузок и т. п.

Интенсивность изнашивания деталей хорошо аппроксимируется теоретическим законом распределения Вейбулла с коэффициентом вариации  $v = 0,35 \dots 0,7$ .

Знание характеристик износа, теоретических законов распределения исследуемых величин является необходимым условием управления потенциальным уровнем ремонтпригодности автомобиля на этапе проектирования. Количественные показатели интенсивности изнашивания деталей являются важными составляющими банка данных о их надежности, позволяющими прогнозировать ресурс работоспособности отдельных конструктивных частей автомобиля. Дифференцированный подбор материала, назначение прогрессивной технологии обработки деталей и износостойких покрытий их на этапе проектирования обеспечивают надежность деталей и агрегатов.

Изучение физических закономерностей изнашивания деталей позволило выявить разную износостойкость. Задачей завода-изготовителя является обеспечение высокой износостойкости поверхностей деталей, лимитирующих ресурс детали и надежность агрегата в целом. В сложных крупногабаритных деталях трущиеся поверхности должны быть подвергнуты упрочнению, чтобы износостойкость этих поверхностей обеспечивала межремонтный срок службы агрегата или автомобиля. При невозможности или нецелесообразности обеспечения высокой износостойкости рабочих поверхностей деталей технологическими методами в соответствии с методикой управления потенциальным уровнем ремонтпригодности в конструкции должна предусматриваться легкая сменяемость элементов, подверженных интенсивному изнашиванию.

Таким образом, проведенный анализ закономерностей изнашивания деталей позволил выявить номенклатуру деталей, лимитирующих надежность автомобиля, и разработать рекомендации, направленные на повышение долговечности и ремонтпригодности АТС. Результаты выполненных исследований используются заводом-изготовителем при разработке новых и доводке серийно выпускаемых автомобилей.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авдонькин Ф.Н. Теоретические основы технической эксплуатации автомобилей. — М., 1985. — 215 с.

УДК 629.113.004.67

В.И. ТИТКОВ, О.М. ДЯТЛОВ

### К ВОПРОСУ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ ЗОЛОТНИКОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ГИДРОСИСТЕМ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года предусматриваются увели-

чение выпуска большегрузных карьерных автомобилей, в том числе грузоподъемностью 110 и 180 т, повышение надежности и производительности вновь выпускаемых машин в 1,5...2 раза.

Решение задачи повышения надежности машин, представляющих сложную систему взаимосвязанных элементов, невозможно без существенного увеличения надежности каждой из ее подсистем и элементов. К подсистемам относятся и гидропривод, включающий источник питания, распределительные устройства, устройства управления, исполнительный орган и вспомогательные элементы. Недостаточная надежность многих узлов гидропривода (золотниковых распределительных устройств, источников питания и др.) в значительной степени обусловлена несовершенством их конструкций. Наибольшее число отказов (23...42 %) [1-3] приходится на долю золотниковых распределительных устройств.

Опыт эксплуатации автомобилей БелАЗ показывает, что начальный радиальный зазор в золотниковых элементах постепенно увеличивается и через некоторое время превышает размеры частиц, задерживаемых фильтрующими элементами. При засорении последних в гидросистему проникают твердые механические частицы, размеры которых превышают радиальный зазор в золотниковом элементе. Наибольший удельный вес в продуктах изнашивания имеют частицы, размеры которых соизмеримы или меньше зазора в золотниковой паре.

При работе гидросистемы основная масса мастиц находится в масле во взвешенном состоянии. Перемещение их вместе с рабочей жидкостью между рабочими поверхностями деталей золотникового элемента приводит к изнашиванию деталей.

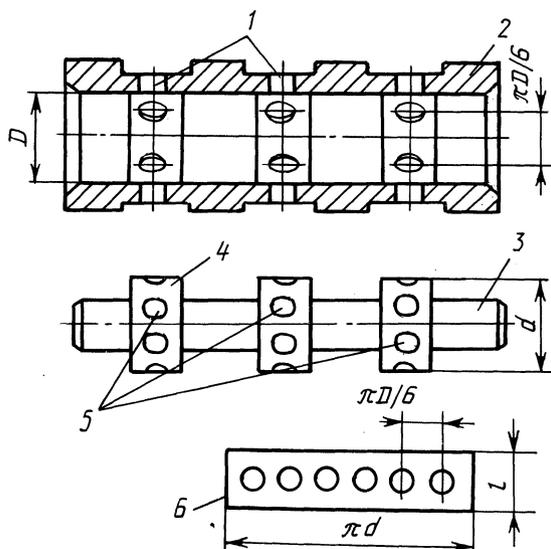


Рис. 1. Характер изнашивания элементов гидрораспределительного устройства:

1 — окна для подвода и отвода рабочего тела; 2 — гильза; 3 — золотник; 4 — пояска золотника; 5 — лунки износа; 6 — развертка рабочей поверхности золотника

Вид, характер и топография изнашивания рабочих поверхностей золотниковых элементов изложены в работе [1]. При исследовании износа рабочих поверхностей золотников переключения передач и тормоза-замедлителя автомобилей БелАЗ установлено, что на них выделяются пятна с четко обозначенными границами (рис. 1). Количество и расположение пятен соответствуют количеству и расположению отверстий в гильзе. Пятна на поверхности золотника свидетельствуют о многократном воздействии на нее твердых частиц и рабочей жидкости. По контуру пятен имеются вырывы. Это объясняется тем, что при возвратно-поступательном перемещении золотника одни и те же участки его поясков постоянно занимают одно и то же положение относительно окон гильзы. В результате этого под воздействием рабочей жидкости отдельные участки поясков золотника подвергаются интенсивному абразивному, гидроабразивному и кавитационному изнашиванию. Исследованиями установлено, что глубина лунок колеблется от 4 до 14 мкм.

Постоянное нагружение одних и тех же участков поверхности золотника обуславливает его изнашивание, увеличение начальных зазоров в сопряжении, что снижает его долговечность. Это свидетельствует о конструктивном несовершенстве привода существующих распределителей золотникового типа.

Вышеизложенное позволяет сделать вывод о необходимости конструктивной доработки распределителя, целью которой является обеспечение равномерности нагружения всей поверхности поясков золотника, а следовательно, обеспечение более высокой долговечности распределительного устройства.

В результате проведенных авторами исследований был разработан ряд конструктивных схем золотниковых распределительных устройств (см. [4]), позволяющих в той или иной мере решить поставленную задачу.

На рис. 2 представлена схема гидрораспределительного устройства, содержащего гильзу 2, в которой выполнены окна 1 для подвода и отвода рабочего тела, золотник 3, блок 4 перемещения золотника и блок 5 его поворота.

При включении гидрораспределителя управляющий сигнал  $h(t)$  поступает в блоки 4 и 5. Золотник 3 перемещается и одновременно поворачивается вокруг своей оси. При этом блок 5 конструктивно выполнен таким образом, что указанный поворот происходит лишь в момент подачи управляющего сигнала. При выключении распределителя золотник 3 возвращается в исходное положение без реверсивного проворота, что также обеспечивается блоком 5.

Таким образом, при каждом включении гидрораспределителя осуществляется кратковременный проворот золотника, в результате которого против

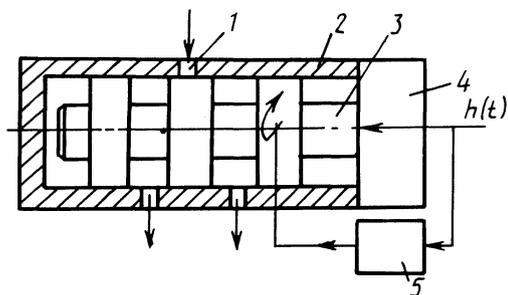


Рис. 2. Схема гидрораспределительного устройства с принудительным поворотом золотника

онок гильзы каждый раз располагаются новые участки поверхности его поясков, а следовательно, за счет более равномерного нагружения контактирующих поверхностей золотниковой пары обеспечивается более высокая долговечность предлагаемого распределительного устройства по сравнению с используемыми в настоящее время.

Разработанные авторами статьи конструкции гидрораспределителей могут применяться не только в гидроприводах большегрузных автомобилей, но и в аналогичных приводах других мобильных машин и станков.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Титков В.И., Аль-Джахед Мансур Мухамед. Исследование износа золотникового элемента переключения передач автомобилей БелАЗ // Автомоб. трансп. и дороги. — 1982. — №9. — С.25–28. 2. Башта Т.М. Гидроприводы гидропневмоавтоматика. — М., 1972. — 320 с. 3. Кудрявцев П.Ф. Оценка технического состояния распределителя гидросистем тракторов // Техника в сельском хозяйстве. — 1963. — № 11. — С. 21. 4. А. с. № 1267066 (СССР). Гидрораспределитель / В.И. Титков, О.М. Дятлов.

УДК 656.13:622.271

В.Н. СЕДЮКЕВИЧ, А.С. БОГАЧЕНКО,  
О.Н. МАЛЬГИН, Н.Е. ЛЫСЕНКО,  
А.И. НОЗИК, А.Д. ТЫРЫКИН

### ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА АВТОМОБИЛЬНО-ЭКСКАВАТОРНОГО КОМПЛЕКСА НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ НА ЭВМ

Критерием оптимальности состава автомобильно-экскаваторного комплекса является минимум потерь от простоя автомобилей-самосвалов и экскаваторов в ожидании погрузки [1]:

$$F = (C_a t_a + C_a t_э) \frac{1000}{3600q\gamma_c} = \min, \quad (1)$$

где  $F$  — функция, определяющая потери от простоев автомобилей-самосвалов и экскаваторов на 1000 т перемещаемой горной массы, р.;  $C_a$  — потери от простоя автомобиля-самосвала на погрузочном пункте в ожидании погрузки, р/ч;  $t_a$  — средняя продолжительность простоя автомобиля-самосвала у экскаватора в ожидании загрузки, с;  $C_э$  — потери от простоя экскаватора в ожидании погрузки, р/ч;  $t_э$  — средняя продолжительность простоя экскаватора в ожидании приема автомобилей-самосвалов на загрузку, с;  $q$  — грузоподъемность автомобиля-самосвала, т;  $\gamma_c$  — статический коэффициент использования грузоподъемности автомобилей-самосвалов.

Значения  $C_a$  и  $C_э$  определялись с учетом заработной платы водителей и машинистов экскаваторов, затрат на топливо, техническое обслуживание и ремонт, амортизацию. Кроме того, учитывались приведенные капитальные вложения в технику. Потери от простоя в течение одного часа составляют для