

УДК 630\*36:621.7

**В. А. Коробкин**, доктор технических наук, главный конструктор (УКЭР-2 ПО «МТЗ»);  
**С. А. Голякевич**, аспирант (БГТУ);  
**М. К. Асмоловский**, кандидат технических наук, доцент (БГТУ)

### ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ШАРНИРОВ СОЧЛЕНЕНИЯ ПОЛУРАМ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ МАШИН ПО «МТЗ»

Работа посвящена эксплуатационным испытаниям новых шарниров сочленения полурам лесозаготовительных машин производства ПО «МТЗ» с использованием полимерных композиционных материалов. Установлено, что применение втулок из полимерного композиционного материала типа «Арселон» производства ООО «НИЦ "ВИСКОЗА"» в шарнирах сочленения полурам лесозаготовительной техники позволяет отказаться от применения в этом узле дополнительных смазок и значительно снизить износ осей шарнирного сочленения.

Work is devoted operational tests of new hinges of a joint semi frames forest technic «MTZ», with use of polymeric composite materials. It is established, that application of plugs from a polymeric composite material of type «Arselon» manufactures of Open Company «Scientifically research the centre «VIS-COSE» in hinges of a joint semi frames forest technicians allows to refuse application in this knot of additional greasing and considerably to lower deterioration of axes joints.

**Введение.** Стремление повысить эксплуатационные свойства лесных машин требует применения элементов конструкции, которые способны воспринимать значительные нагрузки и при этом обладать достаточным уровнем долговечности. Поэтому для шарнира сочленения полурам лесных машин, являющегося одним из наиболее нагруженных узлов трения, разработан новый материал втулок с улучшенными антифрикционными свойствами. Его взаимодействие со стальными осями не требует введения смазочного материала. Для оценки возможности замены применяемых стальных втулок на полимерные требовалось проведение специальных исследований и испытаний.

**Основная часть.** Эксплуатационным испытаниям подвергался шарнир сочленения полурам (рис. 1, а) погрузочно-транспортной машины МЛ-131 М (рис. 2), в трубу балансира которой установлены опытные образцы втулок из Арселона (рис. 1, б).

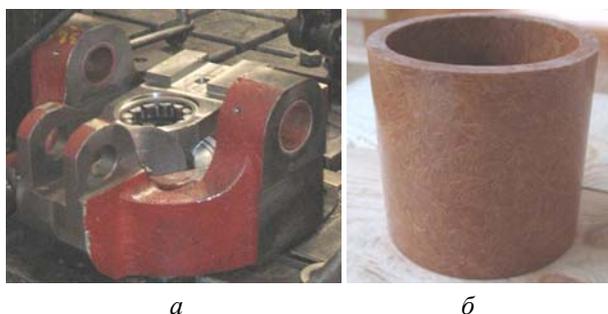


Рис. 1. Шарнир сочленения полурам лесных машин

Измеряемыми параметрами являлись: статические нагрузки под колесами; масса перевозимой пачки сортиментов; усилия, возникающие в гидроцилиндрах складывания полурам; диаметры верхней и нижней осей в семи точках, рав-

номерно расположенных по всей длине в двух плоскостях, проходящих через продольную и поперечную оси фланца; внутренние диаметры опытных втулок на расстоянии 10 мм от торцов и по середине в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через продольную и поперечную оси трубы балансира; диаметры посадочных мест кронштейна под установку осей на расстоянии 10 мм от их верхнего торца в продольной и поперечной плоскостях.

Измерения параметров втулок, осей и посадочных мест кронштейнов под установку осей шарнира производились до и после исследований [1]. Промежуточные результаты об износе элементов шарнира контролировались каждые 150 мото-ч путем регистрации изменения их геометрических параметров и контроля состояния поверхностей трения [2].

Испытания шарнира сочленения полурам погрузочно-транспортной машины проводились в условиях ГЛХУ «Копыльский лесхоз» на рубках главного пользования.



Рис. 2. Погрузочно-транспортная машина МЛ-131 М

Режим нагружения узла трения определялся исходя из возникающего в процессе эксплуатации давления в гидроцилиндрах складывания



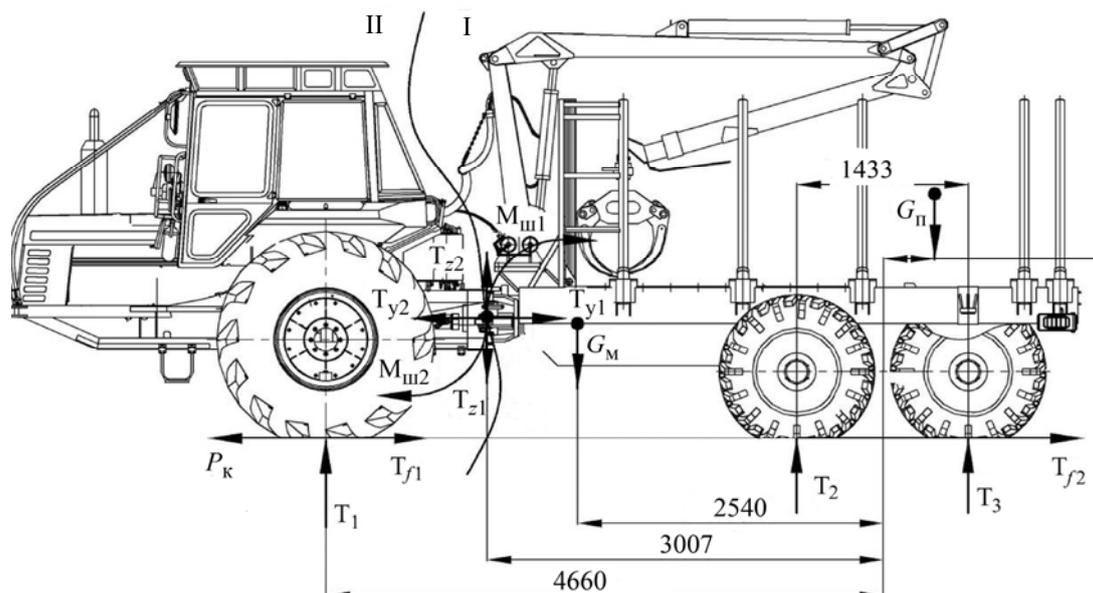


Рис. 7. Схема определения режима нагружения шарнира сочленения полурам при движении с 6 м сортиментами

Данная схема позволяет определить момент  $M_{ш}$ , воспринимаемый шарниром сочленения полурам под воздействием сил тяжести ( $G_M$ ,  $G_n$ ), распределенных между колесами лесной машины ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ), развиваемых касательных сил  $P_k$  и возникающих сил трения  $T_f$ . При этом в случае, когда  $P_k = T_{л} = T_{л} = 0$  – погрузочно-транспортная машина находится в состоянии покоя, когда  $P_k > 0$ ,  $T_{л} > 0$  и  $T_{л} > 0$  – движение лесной машины осуществляется вперед, в противоположном случае,  $P_k < 0$ ,  $T_{л} < 0$  и  $T_{л} < 0$ , форвардер МЛ-131 М движется задним ходом.

Оценивая нагруженность лесной машины при эксплуатации в диапазоне характерных нагрузок, следует отметить, что значения реакции на втулках шарнира сочленения полурам находились в диапазоне от 47 кН до 60 кН.

При определении данного показателя в процессе движения погрузочно-транспортной машины с 2- и 4-метровыми сортиментами установлен аналогичный характер изменения нагрузок, однако величина реакции увеличилась в 1,1–1,2 раза. Наибольшее нагружение шарнир испытывал при укладке 2-метровых сортиментов в один ряд у оградительного щита, ввиду перераспределения нагрузок между верхним и нижним узлом трения, при этом реакция на нижнем шарнире возрастает в 1,3–1,5 раза при наезде на препятствие высотой 450–500 мм.

Для регистрации процесса износа измерения параметров элементов шарнира сочленения полурам осуществлялись по достижении наработки в 150, 300 и 500 мото-ч.

Установлено, что износ пальцев различен на нижней и верхней осях и изменяется по их высоте. В целом износ поверхностей трения осей незначителен (рис. 8), при этом установлено, что при эксплуатации лесной машины элементы шарнира сочленения полурам контактируют по плоскости, площадь которой составляет 8–12% от возможной. При этом износ осей и втулок из полимерного материала будет приводить к увеличению площади их взаимодействия, что уменьшит контактные напряжения и, соответственно, интенсивность износа. Согласно полученным данным, а также проанализировав результаты замеров параметров отверстий трубы балансира и кронштейна шарнира сочленения полурам в различных плоскостях, следует сделать заключение об отсутствии износа посадочных мест оси и кронштейна.



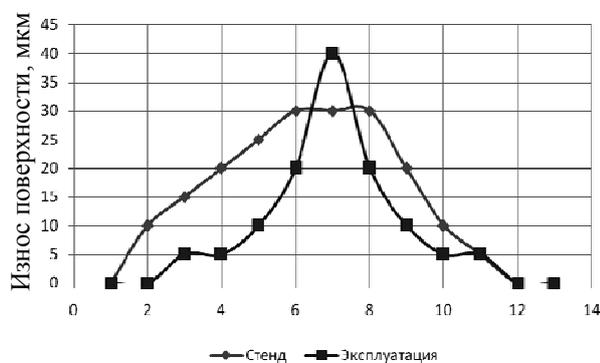
Рис. 8. Поверхности трения верхней оси

Для определения износа стальных втулок в шарнире сочленения полурам параллельно с натурными испытаниями проводились их ускоренные испытания на стенде (рис. 9) при номинальной нагрузке в течение 25 000 циклов. В процессе исследований, по истечении 1000 циклов нагружения, производилась смазка узла. Визуальный осмотр поверхностей трения установил повышенную шероховатость элементов шарнира, на поверхности втулки обнаружены следы задира. В соответствии с данными замера, установлено, что максимальный износ стальных втулок составил 0,02 мм, максимальный износ оси – 0,04 мм.



Рис. 9. Испытания шарнира сочленения полурам со стальными втулками на износоустойчивость

На рис. 10 приведены эпюры испытаний втулок из полимерного материала по истечении 1000 циклов (40 мото-ч) с максимальной нагрузкой и 150 мото-ч эксплуатации в условиях ГЛХУ «Копыльский лесхоз». Установлено, что двукратное уменьшение режима нагружения шарнира сочленения полурам приводит к снижению абсолютного износа в 2,5–3 раза, при этом длина дуги взаимодействия не изменяется, а распределение деформации при стендовых испытаниях более равномерное.



Развертка рабочей поверхности

Рис. 10. Эпюра износа втулок из Арселона после наработки 150 мото-ч в реальных условиях эксплуатации и 1000 циклов нагружения с максимальной нагрузкой на стенде

Сравнение износа втулок по результатам эксплуатационных и стендовых испытаний в пересчете на 500 мото-ч приведены на рис. 11. Установлено, что вследствие повышенных нагрузок в период приработки износ втулок, испытанных на стенде, больше в 1,1–1,2 раза. Размеры неровностей в виде гребней и впадин, образовавшихся в период работы с максимальной нагрузкой поверхностей трения, определили фактическую площадь контакта трущихся деталей и, следовательно, возникающие при этом деформации и интенсивность изнашивания.

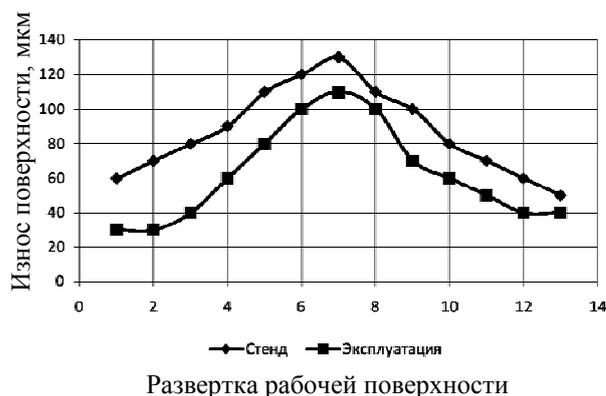


Рис. 11. Эпюра износа втулок из Арселона после наработки 500 мото-ч в реальных условиях эксплуатации и на стенде

Данное обстоятельство подтверждается большим износом поверхности трения при стендовых испытаниях. Пик эпюры износа втулок при эксплуатационных испытаниях в первую очередь объясняется наибольшей частотой работы шарнира сочленения полурам в 30-градусном диапазоне углов, симметричном относительно продольной оси погрузочно-транспортной машины.

Результаты показывают, что износ втулок из Арселона на порядок выше, при этом рабочая поверхность трущихся поверхностей имеет меньшую шероховатость, отсутствуют задиры.

Опыт эксплуатации лесных машин с шарниром сочленения полурам со стальными втулками показал, что при наработке машины около 1000 мото-ч происходит разбивание посадочных мест трубы балансира и кронштейна. Исследованиями установлено, что применение втулок из Арселона способствует сохранению геометрических параметров трубы балансира и незначительному увеличению посадочного места кронштейна (0,01–0,02 мм).

**Заключение.** По результатам эксплуатационных испытаний определены режимы нагружения шарнира сочленения полурам лес-

ных машин, которые находятся в пределах 47–60 кН на характерных режимах эксплуатации и 95–120 кН – на переходных (максимальные нагрузки).

Определение геометрических параметров втулок в процессе эксплуатационных испытаний позволило установить, что больший износ наблюдался во втулке нижней части шарнира, который находился в пределах 0,09–0,11 мм при наработке 500 мото-ч. Установлены зависимости изменения геометрических размеров втулок, осей и кронштейнов шарнира сочленения полурам от наработки погрузочно-транспортной машины при выполнении лесозаготовительных работ.

В результате проведения ускоренных стендовых испытаний при наработке 25 000 циклов нагружения, что соответствует 1000 мото-ч эксплуатации, и нагрузке на узел трения 80–100 кН, установлено, что износ опытных втулок составил 0,24 мм в продольном направлении и 0,14 мм в поперечном. При этом износ осей шарнира не превышал 0,06 мм.

Анализ результатов эксплуатационных и стендовых испытаний опытных образцов втулок из антифрикционного ПКМ на основе волокна Арселон и термореактивного связующего в узле трения шарнира сочленения полурам лесных машин производства РУП «Минский тракторный завод», а также состояние поверхностей трения подтвердили возможность замены действующих стальных втулок на втулки из ПКМ производства ООО «НИЦ “ВИСКОЗА”».

#### Литература

1. Санцевич, В. И. Допуски и технические измерения, В. И. Санцевич. – Минск: Оракул, 1995.
2. Серый, И. С. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения / И. С. Серый. – М.: Агропромиздат, 1987. – 361 с.
3. Кулагин, Ю. М. Техническое обслуживание и ремонт лесозаготовительной техники. – Химки: ЦНИИМЭ, 1988. – 256 с.

*Поступила 15.03.2011*