

УДК 621.785.532

М. Н. Пишов, ассистент (БГТУ); С. Е. Бельский, канд. техн. наук, доцент (БГТУ)

ВЛИЯНИЕ ЦЕМЕНТАЦИИ И БОРОСИЛИЦИРОВАНИЯ НА ВИБРОУСКОРЕНИЕ КОНИЧЕСКИХ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС ПЕРЕДНЕГО ВЕДУЩЕГО МОСТА ТРЕЛЕВОЧНОГО ТРАКТОРА ПРИ ЕГО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Приведен анализ виброускорений конических зубчатых колес переднего ведущего моста трелевочного трактора. Показано повышение износостойкости упрочненных боросилицированием зубчатых колес. Установлено, что значения уровня виброускорений могут использоваться для мониторинга состояния трансмиссии в целом с возможным снижением нагрузок при превышении их на 4–5 дБ.

The paper gives the analysis of vibration acceleration of bevel drives in the front driving axle of skidder. The analysis revealed the increased wear resistance of gear wheels strengthened by boron-siliconizing. It has been determined that the evaluation of vibration acceleration level can be used to monitor the transmission and to reduce the working load of the skidder when vibration accelerations go up by 4-5 dB.

Введение. Увеличение объема заготовки деловой древесины является важной народнохозяйственной задачей. В лесозаготовительной промышленности предпочтение, как правило, отдается колесным трелевочным машинам. Установлено, что режим работы трелевочных тракторов характеризуется невысокими скоростями и большими удельными нагрузками на зубья деталей трансмиссий, в связи с чем основным видом их разрушения является интенсивное изнашивание, сопровождаемое пластическими деформациями, что приводит к снижению их ресурса с 7500 до 3200–3500 моточасов [1]. Причинами таких нагрузок являются постоянные трогания с места трактора при трелевке пачки деревьев, а также наезды на препятствия различного рода в виде пней, валежников и других неровностей. В таких условиях эксплуатации наиболее интенсивно изнашиваются конические пары переднего ведущего моста трелевочного трактора, что приводит к необходимости внеплановых ремонтов. Применяемая в настоящее время для упрочнения многих зубчатых колес трансмиссий трелевочных тракторов цементация не обеспечивает требуемую твердость и износостойкость их контактной поверхности.

Данная проблема может быть решена использованием других процессов химико-термической обработки (ХТО) [2]. Одним из наиболее эффективных способов повышения износостойкости зубчатых колес является применение процессов борирования и боросилицирования, позволяющих получать высокую твердость поверхности с сохранением качественных показателей передач. Установлено, что износостойкость упрочненных боросилицированием зубчатых колес в 2,5–2,7 раза выше, чем цементированных [2]. Однако для промышленного внедрения данного процесса необходимо проведение производственных испытаний упрочненных зубчатых колес трелевочного трактора ТТР-401.

1. Методика определения виброускорений зубчатых колес переднего ведущего моста трансмиссии трелевочного трактора. Производственные испытания упрочненных конических колес трелевочных тракторов ТТР-401 организованы в ОАО «Плещеницлес» и ГЛХУ «Слуцкий лесхоз» (рис. 1). Основным параметром измерений зубчатых колес являлось виброускорение, которое генерировалось коническими парами при эксплуатации трелевочного трактора. По изменению уровня виброускорений можно косвенно судить об износе зубчатых колес, поскольку его повышение свидетельствует о возрастании интенсивности изнашивания зубьев [3].



Рис. 1. Испытания конической передачи трелевочного трактора ТТР-401

Измерялись виброускорения конических передач, упрочненных цементацией и боросилицированием, проводилось при наработке трелевочного трактора ТТР-401 в 50 моточасов, что соответствует новым зубчатым парам и 2700 моточасов. Испытания трелевочного трактора проводились на первой, второй и третьей передачах КПП.

В ходе испытаний датчик для измерения виброускорений монтировался к переднему ведущему

мосту трелевочного трактора ТТР-401 в месте установки подшипников (рис. 2).



Рис. 2. Установление датчика для измерения виброускорений на передний ведущий мост трелевочного трактора

Посредством шнура сигнал от датчика передавался к измерительному прибору, вибронализатору ВШВ-003-М2.

2. Результаты промышленных испытаний конической передачи трелевочного трактора ТТР-401. На рис. 3–4 приведены графики октавных спектров виброускорений конических колес переднего ведущего моста трелевочного трактора ТТР-401, цементированных и упрочненных боросилицированием, измеренные на первой, второй

и третьей передачах КПП. Как видно из рис. 3, при наработке в 50 моточасов уровни виброускорений конических пар на всех передачах работы трелевочного трактора ТТР-401 практически одинаковые, однако в некоторых случаях отмечается уменьшение уровня виброускорений конических колес, упрочненных боросилицированием.

При измерении виброускорений конической передачи трелевочного трактора при наработке 2700 моточасов отмечается повышение их уровней, особенно на второй и третьей передачах (рис. 4), для упрочненных боросилицированием пар на 2–3 дБ по сравнению с базовым, в то время как для цементированных зубчатых колес на 9,8–10 дБ. Это свидетельствует о повышенной интенсивности изнашивания цементированных конических зубчатых колес уже в период наработки трелевочного трактора ТТР-401 в 1700–1800 моточасов. Осмотр зубьев конических колес показал наличие на контактной поверхности пластической деформации, задигов и заедания, что подтверждает полученные результаты измерений уровня виброускорений цементированных зубчатых колес, а также результаты исследований упрочненных образцов и стендовых испытаний. На зубьях колес, упрочненных боросилицированием, видимых изменений контактной поверхности не обнаружено, уровни виброускорений возрастают незначительно, что свидетельствует о возможности длительной эксплуатации конической зубчатой пары.



Рис. 3. Октавные спектры виброускорений конических колес на первой (а), второй (б) и третьей (в) передачах после 50 моточасов: 1 – цементированные; 2 – упрочненные боросилицированием



Рис. 4. Октавные спектры виброускорений конических колес на первой (а), второй (б) и третьей (в) передачах после 2700 моточасов: 1 – цементированные; 2 – упрочненные боросилицированием

Полученные результаты по состоянию контактных поверхностей зубчатых колес, упрочненных цементацией и боросилицированием, подтверждаются опытно-промышленными проверками в ОАО «Плещеницлес», которые проводились в 2007–2008 гг. Как показали результаты контроля деталей конической передачи переднего ведущего моста трелевочного трактора ТТР-401 после проведения измерений наиболее нагруженных рабочих поверхностей зубьев, прошедших боросилицирование по разработанным режимам, отмечается существенное (на 50–60%) снижение износа.

Проведение химико-термической обработки методом боросилицирования, обеспечивающей в поверхностном слое более благоприятную картину распределения напряжений сжатия, привело к отсутствию после проведенных испытаний трещин и микротрещин на рабочих поверхностях. Анализ деталей, упрочненных по традиционно предлагаемой технологии (цементация), показал, что суммарный износ в условиях, характеризующихся низкими скоростями и высокими давлениями на рабочей поверхности, является результатом комбинации нескольких механизмов разрушения, среди которых преобладают окислительно-абразивные и адгезионные процессы.

Выводы. В результате анализа виброускорений упрочненных конических зубчатых колес трелевочного трактора ТТР-401 установлено,

что после наработки в 2700 моточасов увеличение уровня виброускорений цементированных зубчатых колес при работе на второй передаче составило по сравнению с базовым на 9,8–10 дБ, увеличение уровня виброускорений боросилицированных зубчатых колес на этой же передаче равно всего лишь 2–2,5 дБ, что свидетельствует о повышенной износостойкости упрочненных боросилицированием зубчатых колес, эксплуатация которых продолжается в настоящее время.

Литература

1. Симанович, В. А. Особенности эксплуатационных режимов нагружения лесных агрегатных машин / В. А. Симанович, М. Н. Пишов, А. И. Смян // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2007. – Вып. XV. – С. 77–78.
2. Пишов, М. Н. Методика упрочнения тяжело нагруженных деталей трансмиссии трелевочных тракторов / М. Н. Пишов, С. Е. Бельский, А. И. Сурус // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. – 2008. – Вып. XVI. – С. 283–287.
3. Басинюк, Я. В. Повышение эффективности вибродиагностики и вибромониторинга технического состояния зубчатых передач на основе использования информационных технологий / Я. В. Басинюк // Вестник Брест. гос. техн. ун-та, 2002. – № 4. – С. 19–25.

Поступила 01.04.2010