

В.А. Симанович, доц., канд. техн. наук, доц;
М.Н. Пищов, доц., канд. техн. наук, доц;
С.Е. Бельский, доц., канд. техн. наук, доц;
Е.Д. Кознина, студ. (БГТУ, г. Минск)

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА УРОВЕНЬ НАПРЯЖЕНИЙ В ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧАХ ТРАНСМИССИЙ ЛЕСНЫХ МАШИН

Условия эксплуатации ряда сложнонагруженных инструментов, а также деталей машин и механизмов характеризуются значительным трением, сопровождаемым интенсивным износом на их рабочих поверхностях. В связи с этим для повышения надежности и срока службы подобных изделий возникает необходимость использования различных способов поверхностного упрочнения. Применяемые для этой цели процессы должны обладать минимальными стоимостью, продолжительностью, трудо- и энергозатратами, не требовать финишной механической обработки изделий.

Для трелевочных тракторов режим работы характеризуется сочетанием высоких динамических нагрузок в деталях трансмиссии при эксплуатации. Установлено, что особенности нагружения ответственных деталей трансмиссий характеризуются колебаниями всей транспортной системы, которые приводят к возникновению наиболее опасных по уровню нагрузок и накоплению усталостных повреждений, а также повышению процесса изнашивания сопряженных поверхностей [1-2].

В настоящее время трелевочные трактора ТТР – 401 создаются преимущественно на базе сельскохозяйственных тракторов производства МТЗ с дополнением их технологическим оборудованием в виде трелевочного щита, отвала и защитного оборудования трактора для трелевки древесины. Установлено, что на долю отказов деталей трансмиссий трелевочных тракторов ТТР – 401 относится 24 % повреждений, в то время как у погрузочно-транспортной машины МЛПТ – 354 до 21 % [1].

На рисунках 1–2 приведены графики изменения эквивалентных контактных напряжений по глубине зубьев конических передач переднего ведущего моста трелевочных тракторов ТТР – 401, действующих по линии АВС при максимальных режимах работы трактора.

Из графиков видно, что при данных максимальных режимах нагружения трелевочного трактора ТТР – 401 контактные эквивалентные напряжения достигают значений 2350–2500 МПа, что приводит к

образованию на контактных поверхностях зубьев, упрочненных цементацией, пластических деформаций в виде полосок. Это приводит к нарушению зацепления контактных поверхностей и повышенному износу зубьев деталей.

Кроме расчетов напряженного состояния зубьев деталей по третьей теории прочности, правильность полученных результатов было принято произвести по четвертой (энергетической) [3].

Согласно четвертой теории прочности:

$$\sigma_{\text{экв.}} = \sqrt{\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2 - \sigma_1\sigma_2 - \sigma_2\sigma_3 - \sigma_1\sigma_3}, \quad (2.18)$$

где $\sigma_1 = \sigma_x$, $\sigma_2 = \sigma_y$, $\sigma_3 = \sigma_z$ – напряжения, найденные по формулам. Результаты расчетов приведены на рисунках 1–2. Как видно из рисунка 2 максимальные напряжения возникают в зубчатом колесе на глубине 0,19–0,21 мм и действуют по линии ABC (по третьей теории прочности) и четвертой (энергетической) (линия ABC₁).

На основании приведенных графиков наиболее оптимальная толщина упрочненного слоя для данных зубчатых передач является глубина действия максимальных эквивалентных контактных напряжений 0,19–0,25 мм.

При разработке теоретической модели напряженного состояния зубьев конических передач переднего ведущего моста трелевочных тракторов было установлено, что величина и распределение контактных напряжений зависят не только от геометрических параметров зубчатых колес и момента их нагружения, но и от способа химико-термического упрочнения.

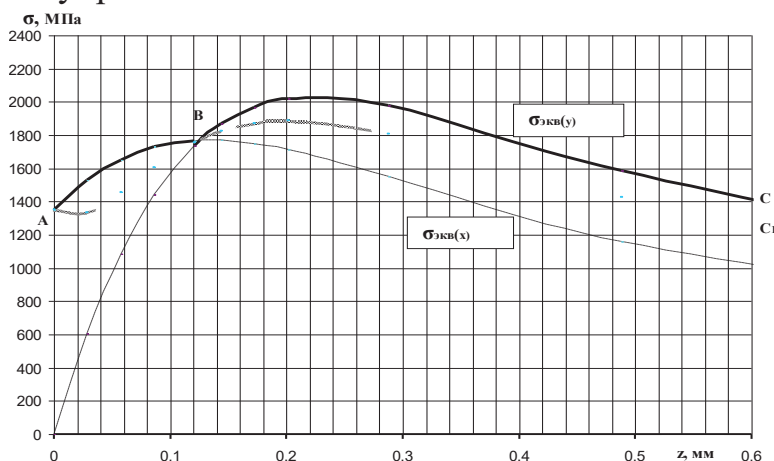


Рисунок 1 – Изменение эквивалентных напряжений по глубине цементированных конических зубчатых колес при максимальных режимах работы трелевочного трактора

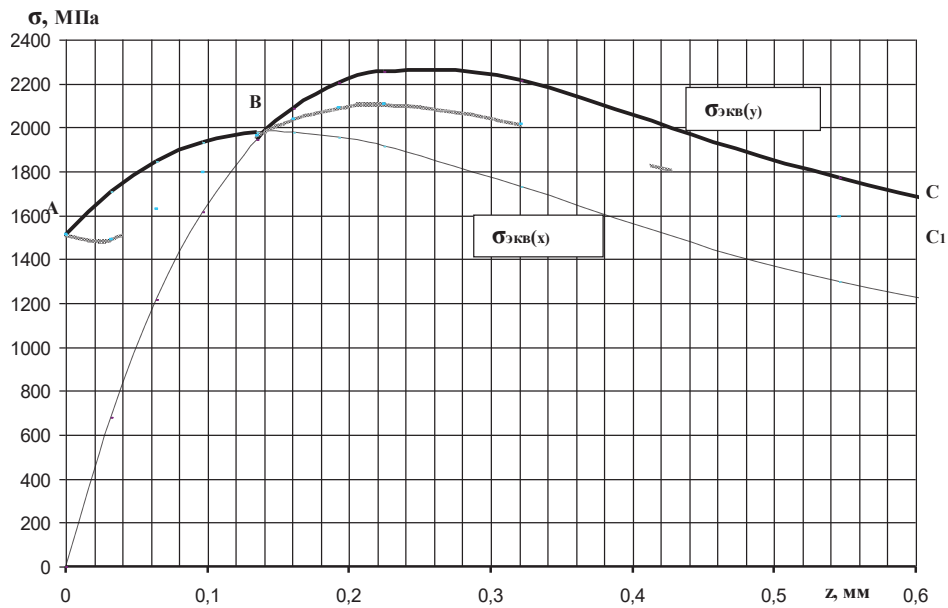


Рисунок 2 – Изменение эквивалентных напряжений по глубине цементированных конических зубчатых колес при максимальных режимах работы трелевочного трактора

В ходе проведения исследований было установлено, что при максимальных пиковых режимах работы трелевочного трактора на поверхности зубьев от контактных напряжений возникают пластические деформации.

Если они достаточно большие, форма зуба существенно искажается и нарушается нормальная работа зубчатой передачи. Чтобы избежать этого применяют поверхностное упрочнение зубьев деталей трансмиссий трелевочных тракторов с использованием различных порошковых материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Симанович, В.А. Особенности эксплуатационных режимов нагружения лесных агрегатных машин / В.А. Симанович, М.Н. Пищов, А.И. Смян // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревооб- раб. пром-сть. Мн., 2007. – Вып. XV. С. 77 – 78.
2. Калякин, Л. А. Исследование динамических нагрузок транс- миссии колесного трелевочного трактора: автореф. дис. ... канд. техн. наук: / Л. А. Колякин. – Йошкар-Ола, 1972. – 23 с.
3. Макаревич, С.С. Модель напряженного состояния зубьев де- талей трансмиссий трелевочных тракторов / С.С. Макаревич, М.Н. Пищов, С.Е. Бельский // Труды БГТУ. Сер. II, Лесная и деревообраб. пром-сть. Мн., 2009. – Вып. XVII. С. 327 – 330.