

РЕШЕНИЕ ПЛОСКОЙ КОНТАКТНОЙ ЗАДАЧИ ТЕОРИИ УПРУГОСТИ

Контактная прочность и долговечность зубчатых передач, подшипников качения и других деталей машин зависит от величины нормальных и касательных напряжений, возникающих на поверхности площадки контакта.

Согласно основным положениям контактно-гидродинамической теории смазки, наличие тонкой смазочной пленки между контактирующими поверхностями практически не влияет на эллиптическую форму эюры распределения нормальных напряжений. В то же время свойства смазки в значительной мере определяют величину и характер распределения касательных напряжений на поверхности контакта. Принято, что при высоких давлениях и низких скоростях скольжения величины касательных напряжений на площадке контакта ограничиваются «верхним предельным напряжением сдвига» в слое смазки.

В этом случае можно рассматривать эюру касательных напряжений как экспоненту со «срезом», представляющую из себя прямоугольник, высота которого равна величине верхнего предельного напряжения сдвига в слое смазки с криволинейными участками по краям.

Исследования напряженного состояния в зоне контакта при одновременном действии нормальных и касательных нагрузок, с учетом зависимости вязкости смазки от температуры и давления на площадке контакта, позволили получить выражения для компонентов напряжений, как функцию величины предельного напряжения сдвига в слое смазки.

Проведенные подробные расчеты показали, что с ростом предельного напряжения сдвига растут опасные напряжения растяжения в зоне входа в контакт. Кроме того, в этом случае возрастают максимальные касательные напряжения.

Для приближенных расчетов приведенных напряжений на поверхности контакта можно суммировать величины нормальных напряжений и верхнего предельного напряжения сдвига.

Полученные зависимости позволяют с большой точностью оценивать влияние смазки на долговечность и работоспособность деталей машин.

И. Д. Ратнер

К ВОПРОСУ О ВЕРХНЕМ ПРЕДЕЛЬНОМ НАПРЯЖЕНИИ СДВИГА В СЛОЕ СМАЗКИ

Эксперименты, проводившиеся с целью определения зависимостей коэффициентов трения между смазанными стальными поверхностями, катящимися друг по другу со скольжением, от свойств смазки и параметров контакта, подтвердили предположение, высказанное А. И. Петрусевичем о существовании «верхнего предельного напряжения сдвига в слое смазки».

Обработка данных экспериментов позволила выявить зависимости величины верхнего предельного напряжения сдвига — $\tau_{\text{пр}}$ от скоростей скольжения и качения, нагрузки и температуры на контакте. Кроме того, было получено, что для различных сортов смазки более характерной является величина предельного давления или давления — $\sigma_{\text{пр}}$,

при достижении которого смазка в тонком слое переходит в «квазитвердое» состояние. В результате обработки экспериментальных данных были построены графики зависимостей величин $\tau_{\text{пр}}$ и $\sigma_{\text{пр}}$ для шести сортов смазки, для разных скоростей, температур и нагрузок.

Следует отметить, что данные по $\tau_{\text{пр}}$ и $\sigma_{\text{пр}}$ позволят с большей достоверностью оценивать величины касательных нагрузок на рабочих поверхностях деталей машин.

С. Н. Голубев, Б. Г. Попов, И. Д. Ратнер

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ СМАЗКИ НА КОНТАКТНУЮ ПРОЧНОСТЬ ЛЕГИРОВАННЫХ СТАЛЕЙ

Экспериментальная работа была проведена на контактно-ролковой установке с целью определения влияния смазки на контактную выносливость образцов из сталей ШХ-15, 12Х2Н4А и 20Х2Н4А. В качестве смазок применялись минеральные масла МК-8, МС-20 и их смесь. Согласно программе исследований определялась зависимость долговечности контактирующих поверхностей при различных нагрузках для данных сортов смазки. По результатам экспериментов строились кривые усталостного выкрашивания. Момент появления выкрашивания определялся визуально во время периодического осмотра состояния поверхности образцов.

Анализ полученных результатов позволяет сделать вывод о значительном влиянии смазки на контактную усталость поверхностей образцов. Следует отметить, что наибольшее влияние оказывает изменение вязкости смазки, что подтверждается результатами экспериментов, проведенных при различных температурах смазки на входе в контакт. По-видимому, основное влияние смазки заключается в зависимости сил трения от величины свойств смазочной пленки между контактирующими поверхностями. Подобные выводы подтверждаются основными положениями контактно-гидродинамической теории смазки.

Результаты исследований позволяют оценивать влияние смазки на контактную выносливость рабочих поверхностей зубьев и подшипников качения в реальных условиях работы мощных высокоскоростных приводов машин.

Р. Р. Гальпер, Л. М. Шнеерсон, В. И. Глаз

ГЛУБИННАЯ КОНТАКТНАЯ ПРОЧНОСТЬ ЗУБЬЕВ

В статическом контакте зубьев максимальные касательные напряжения залегают на некоторой глубине от поверхности.

В работающей передаче — силы трения на контактной площадке приближают опасные напряжения к полоске контакта, на которой имеется также концентрация напряжений от шероховатости.

В зубьях, упрочненных цементацией или азотированием, положение очага усталости зависит не только от распределения напряжений на глубине, но и от соотношения выносливости слоя и сердцевины, что вызывает необходимость проверки таких передач на глубинную контактную прочность.

Для точек зоны контакта, испытывающих объемное напряженное состояние, оценку выносливости делаем по гипотезе Геста-Мора,