

Знание зависимостей вязкости масел от давления и температуры позволяет предопределить их эксплуатационные характеристики в конкретных условиях применения.

В докладе обобщены исследования зарубежных и отечественных авторов по зависимостям пьезохарактеристик вязкости масел от температуры.

Приводится анализ известных функциональных зависимостей вязкости от температуры и давления. Устанавливается диапазон применения этих уравнений на основании исследований вязкости пяти отечественных минеральных масел при различных температурах и давлениях.

Б. П. Дьяченко, Г. Д. Евстафьев, А. П. Старостина

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКО-УПРУГИХ СВОЙСТВ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Приводятся результаты исследования в зависимости от давления и температуры пяти отечественных масел: ВНИИ НП-6, «Веретенное», «Трансформаторное», МС-14, МС-20.

Диапазон давлений в экспериментах $1-6000$ кг/см², диапазон температур $20-125^{\circ}$ С. Эксперименты при температурах $20-35^{\circ}$ С ограничивались давлениями, при которых происходило стеклование жидкостей.

Метод измерения, примененный для исследования, — вибрационный. Диапазон частот деформаций при исследовании $40-120$ кгц. В результате экспериментов установлено, что все исследованные масла в диапазоне температур $20-35^{\circ}$ С стеклуются при давлениях $2000-3500$ кг/см². При этих температурах и давлениях исследованные масла проявляют ярко выраженные упругие свойства. В диапазоне давлений $1-4000$ кг/см² и при температурах $50-125^{\circ}$ С исследуемые масла в указанном диапазоне частот деформаций проявляют «ньютоновские» свойства.

Д. С. Коднир, А. И. Рузюнова

КОНТАКТНО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ СМАЗКИ ДЛЯ ЖИДКОСТИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В НЕНЬЮТОНОВСКОМ СОСТОЯНИИ

С ростом скоростей движения (с уменьшением времени прохождения частицы смазочного материала через зону контакта), с ростом давлений и при переходе на новые синтетические смазочные материалы, значительно увеличивается вязкость смазки в зоне контакта и растет время релаксации. При этом оно становится соизме-

римым, а иногда и больше времени прохождения смазки через зону контакта, в связи с чем жидкость приобретает вязко-упругие свойства, и нарушается линейная зависимость между касательным напряжением и градиентом скорости.

Поэтому назрела необходимость в разработке контактно-гидродинамической теории смазки неньютоновских вязко-упругих жидкостей. Однако до сих пор еще не опубликовано ни одной теоретически рассчитанной эпюры давления и формы зазора для контактно-гидродинамической задачи применительно к вязко-упругим жидкостям. В известном решении Белла вводятся лишь поправочные коэффициенты к расчетной формуле для несущей способности А. М. Эртеля — А. Н. Грубина.

В настоящем докладе приводится решение стационарной изотермической контактно-гидродинамической задачи для жидкости, находящейся в неньютоновском Ри-Эйринговском состоянии, а также приведен алгоритм решения для различных других нелинейных неньютоновских жидкостей.

Получено, что обобщенное решение контактно-гидродинамической задачи для Ри-Эйринговской жидкости является функцией четырех безразмерных параметров (для ньютоновской жидкости — два параметра).

Несущая способность при возникновении неньютоновских свойств жидкости снижается иногда в несколько раз. Эпюра давления имеет необычный вид и напоминает как бы «полуэллипс со стесанным боком» на выходной части контакта, причем этот срез может доходить почти до вершины полуэллипса. Подобную стесанную эпюру давления получили экспериментально Белл и Кеннел для полифенилэфира, а в конце 1971 г. они опубликовали, что время релаксации этой жидкости на несколько порядков превышает время релаксации других масел. Следовательно, имеется косвенное экспериментальное подтверждение разработанной теории.

Наибольший интерес представляет форма зазора при смазке неньютоновской жидкостью. Если для ньютоновских жидкостей отношение наименьшей толщины смазочного слоя к толщине пленки в месте экстремума давления обычно равно 0,75 (с отклонением не более $\pm 10-15\%$), то для Ри-Эйринговской жидкости это отношение часто снижается до 0,1. Таким образом оно может быть в 7 раз меньше. Следовательно, если толщина смазочного слоя в точках экстремума давления в эксперименте и теоретическом расчете, например, совпадает, экспериментально замеренная наименьшая толщина слоя и рассчитанная теоретически (для ньютоновской жидкости) может отличаться даже в 7 раз.

Лишь при учете особенностей неньютоновского поведения смазки можно ликвидировать значительное расхождение теоретических и экспериментальных результатов. Белл и Кеннел, сравнивая свои экспериментальные результаты для полифенилэфира с теоретическими, не учли этот факт. Поэтому, хотя расхождение большинства их экспериментальных результатов с теоретическими не превыша-

до 40%, некоторые точки расходились в 2 и 3 раза. При учете приведенных здесь данных это расхождение может быть сведено к минимуму.

Таким образом очевидна практическая целесообразность нового решения.

В. Н. Васин

КОНТАКТНО-ГИДРОДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ ПРИ КАЧЕНИИ С ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЕМ И НЬЮТОНОВСКИМ ПОВЕДЕНИЕМ СМАЗКИ

Одним из тяжело нагруженных и уязвимых элементов деталей машины является место контакта двух поверхностей, катящихся друг по другу с одновременным проскальзыванием. Долговечность контактирующих поверхностей существенно зависит от сил трения. В ряде работ отечественных и зарубежных авторов касательные напряжения и коэффициенты трения определяются теоретическим путем, однако полученные численные значения в некоторых диапазонах изменения режимов работы контакта расходятся с результатами экспериментов в несколько раз.

В настоящей работе дан анализ существующих методик расчета коэффициента трения, определены границы применения рекомендуемой нами формулы и приводится новая методика расчета коэффициента трения.

Д. С. Коднир

НЕИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ СТАЦИОНАРНАЯ ЗАДАЧА ДЛЯ НЕНЬЮТОНОВСКОЙ ЖИДКОСТИ

Выполненные ранее расчеты показали, что для определения коэффициента трения необходимо учитывать неньютоновское поведение смазки, возникающее на всей или на части зоны контакта.

В настоящем докладе приведено решение приближенной неизо-термической стационарной контактно-гидродинамической задачи для вязко-упругой неньютоновской смазки, когда градиент скорости является произвольной нелинейной функцией касательного напряжения. Одним из частных случаев полученного общего решения является максвелловское поведение жидкости, другим — ньютоновское поведение.

Доказано, что в реальных случаях авиационных подшипников качения основная часть теплового потока направлена перпендикулярно к трущимся поверхностям и с большой степенью точнос-