

Сталь 45, Сталь 30ХГСА, Сталь 18Х19Н10Т, Медь. Получены обобщающие зависимости коэффициентов залечивания микроповреждений для мягкого и жесткого реверсных режимов осевого нагружения и при сдвиге от пластических свойств конструкционных материалов.

Экспериментально установлено, что коэффициенты залечивания линейно возрастают от величины роста пластических свойств конструкционных материалов для мягких реверсных режимов упругопластического осевого нагружения и при сдвиге, а для жестких режимов нагружения эти зависимости нелинейны.

УДК 621.691.67-762

## ИССЛЕДОВАНИЯ И ОСНОВЫ РАСЧЕТА ТОРЦОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ ВАЛОВ ГИДРОМАШИН

В. М. Голуб

*Учреждение образования «Брестский государственный  
технический университет», Республика Беларусь*

С развитием отраслей промышленности расширяется область применения гидравлических систем гидроприводов и гидроагрегатов. В гидравлических системах используются различные уплотнительные элементы, от работоспособности которых зависит надежность всей системы в целом.

Качественный уровень уплотнений зачастую определяет как конструкцию гидромашины, так и схему ее технологической обвязки.

Многие эффективные технологические схемы, где требуется создание высоких давлений перекачиваемой среды, не реализованы из-за отсутствия надежных уплотнений гидромашин и гидроаппаратов.

На современных центробежных насосах герметизация выхода вала из корпуса насоса осуществляется уплотнениями торцового типа, как наиболее эффективными.

Принцип герметизации в таком уплотнении основан на создании гидравлического сопротивления в торцовом щелевом зазоре контактного пояса пары трения, практически исключающего протечки жидкости. Гидравлическое сопротивление создается весьма малым щелевым зазором, который достигается прецизионной обработкой контактных поверхностей колец пары трения ( $Ra = 0,08-0,16$  мкм и отклонением от плоскостности  $0,6-0,9$  мкм).

Предъявляемые к уплотнениям валов гидромашин требования все время повышаются. Необходимо обеспечить надежную и длительную работу уплотнений при больших величинах давления уплотняемой среды (до 10,0 МПа и более), иногда с плохой смазочной способностью и даже при наличии в ней механических примесей, а также высоких скоростях вращения вала, иногда при наличии вибрации.

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, разработки, направленные на повышение срока службы таких уплотнений, обычно заключаются в подборе материалов колец пар трения в зависимости от свойств уплотняемых сред.

Конструкции уплотнений должны постоянно совершенствоваться и разрабатываться новые с учетом изменения условий и режимов работы технологического оборудования.

Герметичность уплотнения оценивается величиной утечки уплотняемой среды через щель контактных колец пары трения. Поэтому важным является характер течения жидкости в узких микронных щелях.

Выбор конструктивных параметров торцовых уплотнений валов гидромашин, работающих с высоким давлением уплотняемой среды, определяется из условия минимального износа колец пары трения и практически нулевой утечки. Последнее может иметь место при оптимальном режиме трения контактирующих поверхностей колец, разделенных тонкой пленкой жидкости.

Разработана модель течения жидкости в узких щелях. В случае, когда контактирующие поверхности разделены жидкостной пленкой, решение задачи о утечке сводится к определению ее величины при ламинарном течении. Однако количественное описание протечки вязкой жидкости через узкие щели представляет определенные трудности. Анализ показывает, что модели, основанные на использовании ньютоновской жидкости и дающие для плоской щели кубическую зависимость расхода от величины зазора, не полностью соответствуют эксперименту. Уточнения достигаются при использовании моделей неньютоновских жидкостей.

УДК 621.891.67-762

## **АБРАЗИВНОЕ ИЗНАШИВАНИЕ ТОРЦОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ**

**В. М. Голуб, М. В. Голуб**

*Учреждение образования «Брестский государственный  
технический университет», Республика Беларусь*

Уплотнения валов нефтяных насосов являются наиболее ответственными узлами, определяющими в целом надежность транспортной системы нефти. По мере увеличения геометрических параметров насосов условия работы уплотнений становятся все более тяжелыми, а надежность их снижается. Качественный уровень уплотнений зачастую определяет не только конструкцию насоса, но и оказывает решающее влияние на выбор технологических схем перекачки нефти. Многие эффективные технологические схемы при высоких давлениях (7,5–10,0 МПа) не могут быть пока реализованы из-за уплотнений, которые при указанном диапазоне давлений не обеспечивают требуемой их надежности и долговечности.

Отказ торцовых уплотнений происходит, в основном, по причине изнашивания и нарушения геометрии контактных поверхностей колец пар трения, смазкой которых являются перекачиваемые среды. Так нефти, обладающие сравнительно хорошей маслянистостью и смазывающей способностью, содержат различные механические примеси в виде песка и твердых химических соединений. При очистке резервуаров и трубопроводов содержание механических примесей в нефти достигает 0,05 % и выше.

Попадая в контакт уплотнительных колец, механические частицы оставляют на рабочих поверхностях следы микрорезания и разрушения. Поэтому при выборе сочетания материалов колец в каждом конкретном случае необходимо уделять особое внимание их состоянию. Одна и та же пара трения, работающая в различных уплотняемых средах, обладает различной износостойкостью и долговечностью. Например, для минеральных масел, согласно гидродинамической теории смазки, режим трения определяется показателем потери мощности на трение, где  $f$  – коэффициент трения;  $p_{уд}$  – удельная нагрузка пары трения;  $v$  – скорость скольжения;  $F$  – площадь контакта.

Основной практический вывод из этой теории заключается в том, что минимальный коэффициент трения  $f$  соответствует определенному значению параметра  $N$ . Обычно скорость скольжения и вязкость уплотняемой среды известны и задача заключается в том, чтобы подобрать для данных условий величину оптимального значе-