

УДК 621.891.67-762  
ТРИБОТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ГИДРАВЛИЧЕСКАЯ  
ПЛОТНОСТЬ ПАР ТРЕНИЯ ТОРЦОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ

В.М.ГОЛУБ, М.В.ГОЛУБ  
Учреждение образования  
«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Брест, Беларусь

С развитием отраслей промышленности расширяется область применения гидравлических систем, гидроприводов и гидроагрегатов. В гидравлических системах используются различные уплотняющие элементы, от работоспособности которых зависит надежность всей системы в целом. Качественный уровень уплотнений зачастую определяет как конструкцию гидромашин, так и схему ее технологической обвязки. Многие эффективные технологические схемы, где требуется создание высоких давлений перекачиваемой среды, не реализованы из-за отсутствия надежных уплотнений валов гидромашин и гидроаппаратов.

На современных центробежных насосах герметизация выхода вала из корпуса осуществляется уплотнениями торцового типа, как наиболее эффективными. Основными герметизирующими элементами таких уплотнений являются кольца контактные торцовой пары трения.

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 ( $Ra = 0,08 \dots 0,16$  мкм и отклонением от плоскостности  $0,6 \dots 0,9$  мкм).

Предъявляемые к уплотнениям вала 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. При этом, как правило, невращающееся кольцо изготавливается из мягких антифрикционных материалов. Однако указанные разработки не дают ощутимого эффекта, в особенности при уплотнении сред с плохой смазочной способностью, по ряду причин. В частности, применяемые материалы не снижают потерь энергии на преодоление сил трения в уплотнении и не снижают утечки через него.

Нередки случаи подгорания, образования трещин и разрушения уплотнений. Часто для уплотнения валов гидромашин используют сальниковую набивку.

В связи с этим предъявляются жесткие требования к герметичности валов насосов, их пожаро- и взрывобезопасности при перекачке нефти и нефтепродуктов.

Современный период эксплуатации характеризуется значительным повышением срока службы уплотнений. Однако, общая доля отказов насосного оборудования, по причине выхода из строя уплотнений, остается преобладающей в общем числе отказов. 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.

Для снижения утечки следует добиваться предельного уменьшения толщины пленки за счет приложения нагрузки на контактные кольца. Шероховатость и отклонение от плоскостности рабочих поверхностей должны составлять на порядок меньше толщины разделительной пленки. Режим трения при таких условиях оценивается как граничный. Характерным для него является то, что смазочное действие жидкости и ее течение становятся зависимыми не только от вязкости, но и от ее физико-химических свойств и поверхностно-активного взаимодействия молекул с твердым телом, ее способности адсорбироваться на трущихся поверхностях, образуя граничную пленку, чем обеспечивается эффект практической безызносности.

Граничный режим характеризуется весьма малыми потерями на трение и практически отсутствием утечки, что является желательным к его поддержанию. При неблагоприятных условиях, с повышением нагрузки и температуры на контакте, возможно разрушение разделительной пленки с переходом к сухому режиму трения, тогда важную роль начинает играть материал колец пар трения и их способность работать без разрушения некоторое время при дефиците смазки.

Разработана технология нанесения износостойких покрытий рабочих поверхностей колец пар трения, изучены триботехнические характеристики, разработан нормальный ряд торцовых уплотнений водяных и нефтяных насосов, налажено их производство.