

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ
ТОРЦОВЫХ УПЛОТНЕНИЙ ГИДРОМАШИН

В.М. ГОЛУБ, М.В. ГОЛУБ

Учреждение образования

«БРЕСТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Брест, Беларусь

Важными факторами, определяющими конструктивные особенности торцовых уплотнений валов нефтяных и водяных насосов, являются: физико-химические свойства уплотняемой среды и ее температура; давление уплотняемой среды; диаметр вала насоса в месте его уплотнения; частота вращения вала.

При высоких давлениях уплотняемой среды (более 2,5 МПа) пары трения торцовых уплотнений должны быть гидравлически разгруженными. Коэффициент гидравлической разгрузки должен находиться в пределах $0,55 < K < 0,6$. На насосах магистральных нефтепроводов, с давлением перекачки нефти $p = 6,5$ МПа на выходе насосной станции, максимальное давление в камере торцового уплотнения третьего насосного агрегата составляет порядка $p_y = 4,5$ МПа, что требует установки в торцовом уплотнении резервной пары трения, чтобы исключить аварийный выброс нефти.

Под действием перепада давления, усилия пружин и реакции опор, кольца пары трения деформируются. Значительные деформации получают кольца, изготовленные из материалов с малыми модулями упругости (углеграфиты, пластмассы, бронзы, алюминий). Деформация кольца вызывает угловой сдвиг контактной поверхности с раскрытием стыка. Существенное влияние на величину деформации колец оказывает изменение температуры на контакте пары трения.

При проектировании торцового уплотнения необходимо свести к нулю угловую деформацию контактных колец. Этого можно добиться путем выбора материала, формы сечения контактного кольца и выбора мест установки резиновых уплотнительных колец. Контактные кольца следует выполнять из материалов с высоким коэффициентом жесткости. Таким требованиям отвечают кольца контактные, изготовленные из конструкционных сталей. Кольца контактные должны быть взаимозаменяемыми. Установка контактных колец в аксиально-подвижную втулку и гильзу вала на резиновых кольцах устраняет перекосы при вращении и обеспечивает их виброустойчивость.

Учитывая определенную агрессивность уплотняемой среды, детали уплотнения, в том числе и пружины, необходимо изготавливать из конструкционных нержавеющей сталей, а уплотнительные резиновые кольца – из масло-термостойких резиновых смесей на основе фтористого каучука СКФ-32 и им подобных. К ним относятся насыщенные фтором скользкие резины ИРП-1225 и ИРП-1375. Диаметр сечения резинового



кольца для герметизации аксиально-подвижного сопряжения, с целью обеспечения плотного контакта, должен иметь размер $3,6 \leq d_o \leq 5,0$ мм. Величина натяга по зазору сопряжения резинового кольца 0,25–0,30 мм. Внутренний диаметр резинового кольца при посадке в канавку (на вал) принимать на 4–6 мм меньше диаметра канавки (вала).

Высокие требования предъявляются к шероховатости поверхностей, по которым контактирует резиновое уплотнительное кольцо. Шероховатость обработанной поверхности не должна превышать $Ra \leq 1,25$ мкм. Зазор в сопряжении между аксиально-подвижной втулкой и корпусом уплотнения должен обеспечить свободное перемещение втулки даже при перекосах и находится в пределах $\delta = 0,2\text{--}0,3$ мм.

В конструкции уплотнения аксиально-подвижный узел следует принимать не вращающимся, с пружинами, вынесенными из уплотняемой среды. Линейная скорость скольжения ограничивается трибологическими характеристиками материалов колец пары трения. Важную роль играет высокая износостойкость материалов колец пары трения особенно при уплотнении абразивосодержащих сред с плохой смазочной способностью.

Сочетания материалов пары трения должны обеспечивать хорошие антифрикционные характеристики. Кратковременная работа при дефиците смазки не должна выводить уплотнения из строя.

В качестве одноименных материалов колец пар трения торцовых уплотнений водяных и нефтяных насосов следует применять, исходя из выполненных исследований, силицированные углеграфиты и износостойкие покрытия рабочих поверхностей на основе порошковой композиции карбида вольфрама и медьсодержащей связки. Однако, нужно учитывать, что силицированный углеграфит – это хрупкий материал, не выдерживающий динамических нагрузок. В случае применения твердых и сверхтвердых материалов механические абразивные частицы, попадая в контакт пары трения, не вызывают существенного нарушения геометрии контактирующих поверхностей. Герметичность торцового уплотнения может быть достигнута только при условии максимального прилегания и постоянного контакта плоскостей пары трения. Это обеспечивается их тщательной обработкой до шероховатости $Ra\ 0,16\text{--}0,32$ мкм и отклонением от плоскостности $0,06\text{--}0,09$ мкм.

Кольца пар трения изготавливают путем механической обработки на металлорежущих станках с доводкой рабочих поверхностей путем шлифования и притирки. Кольца с износостойкими покрытиями из твердых материалов шлифуют кругами типа "КЗ" или алмазными кругами. Доводка выполняется на притирочных станках алмазными пастами.