

- П. О. Сухого, 2021. – 293 с.
2. Физико-химические основы технологических процессов. Ч. 2. Литейное производство / В. К. Борисевич, А. М. Гринченко, В. В. Третьяк, В. Г. Приезжев. – Учеб. пособие по лабораторному практикуму. – Харьков : Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2008. – 69 с.
  3. Выбор и способы изготовления заготовок для деталей машиностроения : учебник для студентов машиностроительных специальностей / Е. П. Круглов, Э. Р. Галимов, А. Г. Аблясова, Н. Я. Галимова, С. Ю. Юрасов, М. М. Ганиев, А. Г. Схиртладзе, Е. А. Рябов. – Казань : Казанский ГМУ, 2016. – 265 с.

УДК 621.22(075.8)

## ОПТИМИЗАЦИЯ ВЕЛИЧИНЫ ЗАЗОРА В ПАРЕ ТРЕНИЯ «БЛОК ЦИЛИНДРОВ-ПЛУНЖЕР»

*Шашков В.С., студ. Андреевец Ю. А., ст. преп.*

*Гомельский государственный технический университет имени П.О. Сухого,  
г. Гомель, Республика Беларусь*

Реферат. В работе произведен анализ основных требований, предъявляемых к уплотнениям рабочих органов гидромашины, которые являются основополагающими для надёжной работы аксиально-поршневого насоса. Конструктивные требования определяются исходя из требуемого расхода и значения КПД. Произведенный анализ данных требований позволил использовать наиболее оптимальный вид уплотнения.

Ключевые слова: бесконтактные уплотнения, щелевое уплотнение, лабиринтное уплотнение, утечки жидкости через зазор.

Цель работы – определить, каким образом объёмные потери влияют на КПД в процессе эксплуатации аксиально-поршневой гидромашины с наклонным диском типа VPPM и разработать меры предотвращения данных потерь.

Аксиально-поршневые гидравлические машины работают с использованием различных типов жидкостей, которые обеспечивают смазку, но имеют разные свойства. Чем меньше вязкость жидкости, тем больше происходит утечек в паре трения возвратно-поступательного или вращательного движения. Поэтому, в зависимости от типа пары трения и величины зазора, для предотвращения потерь применяют контактные и бесконтактные уплотнения [1–2].

Выбор правильных уплотнений и повышение объёмного КПД гидравлических машин является одной из важнейших задач проектирования. Бесконтактные уплотнения частично предотвращают утечку жидкости из зон высокого давления в зоны низкого давления через зазоры между соединениями. Повышенные потери снижают производительность гидромашин, ухудшая объёмный и общий КПД. Щелевое уплотнение представляет собой комбинацию нескольких типов бесконтактных уплотнений.

В зависимости от формы уплотняющей поверхности различают радиальную (осевую) щель, образованную поверхностью вала втулки (рис. 1).

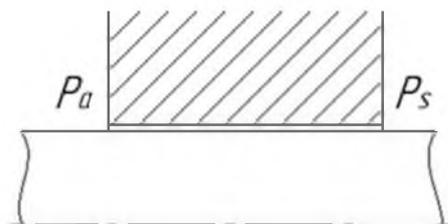


Рисунок 1 – Щелевое уплотнение с гладкой радиальной щелью

В радиальных щелях поток движется преимущественно в осевом направлении. Радиальная щель, образованная цилиндрической соосной поверхностью, называется цилиндрической концентрической щелью. Радиальные зазоры широко используются в устройствах, снижающих давление перед основным уплотнением элемента (например, вала), и в устройствах, защищающих основное уплотнение от износа. Щелевые уплотнения с гладкими поверхностями могут использоваться в системах с перепадом давления более 100 МПа, при очень

высоких скоростях скольжения и практически без ограничений по температуре.

Преимущества лабиринтных уплотнений:

- низкое внутреннее трение смазки,
- износостойкость деталей;
- простота в эксплуатации;
- простота изготовления.

Расход жидкости через зазор в виде гладкой радиальной щели определяется как

$$Q = (\pi \cdot D \cdot \delta_0^3) / (12 \cdot \mu \cdot l)$$

где  $\delta_0$  – величина зазора;  $D$  – диаметр плунжера;  $\mu$  – коэффициент динамической вязкости;  $l$  – длина рабочей поверхности.

Разновидностью зазора в виде гладкой радиальной щели является зазор с кольцевыми канавками, так называемое лабиринтное уплотнение (рис. 2).

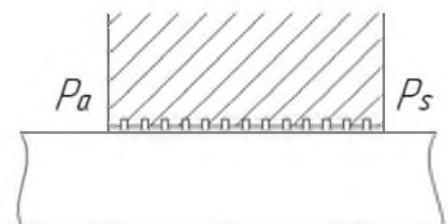


Рисунок 2 – Щелевое лабиринтное уплотнение

В лабиринтном уплотнении повышается сопротивление движению жидкости. При работе в жидкостях потери давления из-за образования вихрей в камере и потери на входе в узкий участок щели увеличивают гидравлическое сопротивление лабиринтной щели по сравнению с гладкой щелью. В этом отношении лабиринтные уплотнения эффективны для жидкостей, работающих в условиях турбулентного потока. В суженном зазоре происходит адиабатическое истечение, что увеличивает скорость и снижает давление и температуру потока. В камере между соседними сужениями скорость снижается,

кинетическая энергия потока рассеивается и изменения давления не столь велики. В ходе этого процесса температура возвращается к исходному значению.

При дальнейших сужениях этот процесс повторяется с той разницей, что уменьшение плотности потока приводит к большему перепаду скорости, давления и температуры поперек сужения.

Преимущества лабиринтных уплотнений:

- низкое внутреннее трение смазки;
- отсутствие износа деталей;
- простота в эксплуатации;
- высокая окружная скорость вала.

Расход жидкости через зазор в лабиринтном уплотнении определяется как

$$Q = \frac{\pi \cdot d \cdot h_0^3}{12 \cdot \nu \cdot \rho \cdot l} \cdot (1 + 1,5 \cdot \varepsilon^2),$$

где  $h_0$  – высота зазора;  $d$  – диаметр пары трения;  $\nu$  – коэффициент кинематической вязкости;  $\rho$  – плотность рабочей жидкости;  $\varepsilon$  – относительный эксцентриситет;  $l$  – длина зазора.

Для рабочей жидкости, рекомендованной для применения при эксплуатации данного насоса, коэффициент кинематической вязкости составляет 42 сСт, плотность 900 кг/м<sup>3</sup>, динамический коэффициент вязкости составляет 0,0378 Па·с.

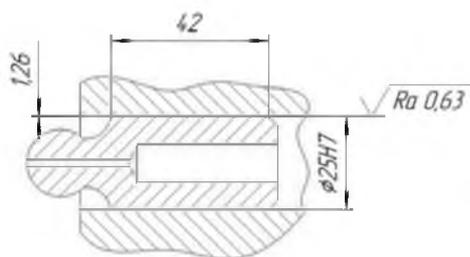


Рисунок 3 – Пара «плунжер-блок цилиндров»

Оптимальная величина утечек для аксиально-поршневого насоса типа VPPM характеризуется объемным КПД равным 92 %. При проектировании насоса данного типа актуальной задачей является правильный выбор уплотнения рабочей камеры для обеспечения заданного объемного КПД.

Параметры зазора в паре «плунжер – блок цилиндров» определены при предварительном проектировании аксиально-поршневого насоса и представлены на рисунке 3.

В результате преобразований и вычислений получили графики зависимости перепада давления в зазоре от величины этого зазора (рис. 4).

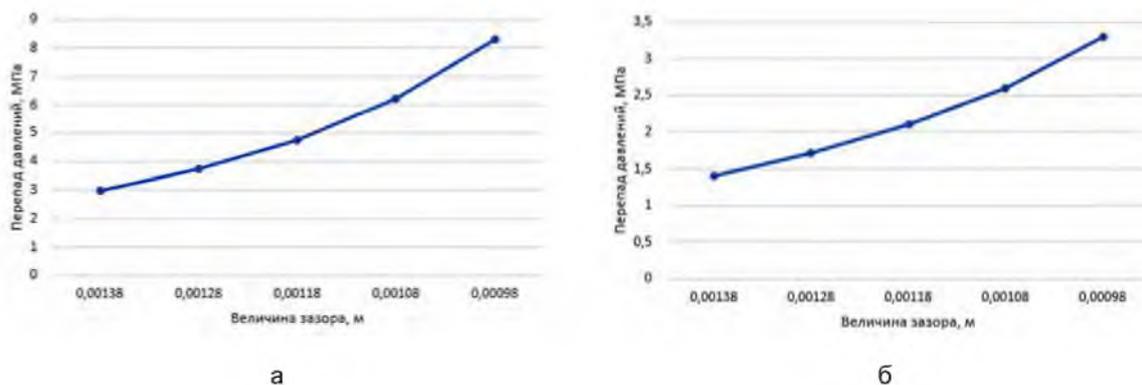


Рисунок 4 – Графики зависимости перепада давлений от величины зазора:  
а – с гладкой радиальной щелью, б – в лабиринтном уплотнении

Исходя из приведенных преимуществ и графиков зависимостей, а также с точки зрения технологичности изготовления плунжера аксиально-поршневого насоса целесообразно использовать щелевое уплотнение с гладкой радиальной щелью.

#### Список использованных источников

1. Уплотнения и уплотнительная техника: справочник / Л. А. Кондаков, А. И. Голубев, В. Б. Овандер и др.; Под общ. ред. А. И. Голубева, Л. А. Кондакова. – М. : Машиностроение, 1986. – 464 с.
2. Макаров, Г. В. Уплотнительные устройства / Г. В. Макаров. – Л. : «Машиностроение», 1973. – 232 с.

УДК 621.438-46

## МЕТОДЫ ФОРМИРОВАНИЯ ШЕРОХОВАТОСТИ В ЗУБЬЯХ ЛИНТЕРНЫХ ПИЛ МЕТОДОМ АБРАЗИВНО-СТРУЙНОЙ ОБРАБОТКИ

**Шодмонкулов З.А., PhD, доц.**

*Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,  
г. Ташкент, Республика Узбекистан*

**Реферат.** В статье рассмотрен процесс формирования микронеровностей. Разработан механизм формирования микронеровностей обработанной поверхности на базе дислокационных представлений пластической деформации металлов в процессе абразивоструйной обработки.

**Ключевые слова:** дробеударная обработка, абразивные частицы, термоупрочнение, линтерования, хлопковое волокно, линт, семена.

Высокие качественные показатели хлопкопереработки при джинировании и линтерования, в первую очередь, обеспечиваются геометрическими параметрами зубьев пильных дисков и состоянием их рабочих поверхностей. При этом себестоимость продукции (хлопковое волокно, линт, семена) при переработке хлопка-сырца во многом определяется долговечностью и работоспособностью пильных дисков, являющихся самой массовой деталью рабочего органа дисков и линтеров. Пильные диски, изготавливаемые из углеродистой инструментальной стали У8Г и пружинной стали 65Г, являются основной деталью рабочего органа (пильного цилиндра) волокно-отделительных машин – пильных джинов и линтеров.

Как показано в исследованиях, термоупрочнение (обработка лучом лазера, электроконтактный нагрев) зубьев джинных пил, создавая высокую твердость всей рабочей части вершины зуба, осуществляет объемную закалку. Однако такой вид закалки нежелателен для деталей, подвергающихся переменным напряжениям при изгибе, так как при этом не сохраняется