

# ОБЛИТЕРАЦИЯ В ДРОССЕЛЯХ И МЕТОДЫ МИНИМИЗАЦИИ ЕЕ ПОСЛЕДСТВИЙ

А. С. Матвеенков

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь

Научный руководитель Д. Л. Стасенко

Облитерация (техника) (*техн.*) – зарастивание с течением времени сечения щели. Это явление наблюдается при протекании даже тщательно очищенных жидкостей за счет адсорбции поляризованных молекул (это явление является одним из недостатков золотниковых гидрораспределителей). Если номинальный зазор щели равен сумме толщин адсорбированных слоев или меньше ее, может произойти полное зарастивание щели (полная облитерация).

Среди гидрооборудования существует много гидравлических машин, в которых конструктивно необходимо для обеспечения их нормальной работы наличие малых зазоров. Но необходимо отметить, что наличие зазоров приводит к неизбежным утечкам жидкости, что сказывается на важнейших эксплуатационных характеристиках гидромашин. Также следует отметить, что течение жидкости в малых зазорах существенно отличается от расчетного и обладает качественным своеобразием.

Расчет течения жидкости, в частности утечек, основан на закономерностях классической ньютоновской гидродинамики. Теоретические результаты многочисленных исследований удовлетворительно сходятся с полученными экспериментальными результатами только до определенных значений давлений. При дальнейшем повышении давления начинают проявляться аномальные свойства движения жидкости, выраженные в резком уменьшении утечек через радиальный зазор (только при статических условиях золотниковой пары). При увеличении зазора закономерность ньютоновской гидродинамики сохраняется до более высоких значений давления.

Данное явление при течении жидкости в малых зазорах золотниковых пар объясняется явлением облитерации малых зазоров.

Таким образом, самой частой проблемой дросселей, в которых регулирование происходит за счет изменения сечения проходного канала, является облитерация. Особенно эта проблема распространена в дросселях с малым проходным сечением. При уменьшении периметра проходного сечения дросселя вероятность его засорения уменьшается, поэтому рекомендуется выбирать величину периметра минимальной. Для устранения засорения применяют дроссели, в которых регулирование сопротивления достигается изменением длины канала дросселя или изменением количества

местных сопротивлений при неизменных проходных сечениях. В дросселе, показанном на рис. 1, сопротивление создается увеличением длины канала дросселя, которой в этом случае является винтовая канавка, выполненная на пробке 2, плотно пригнанной к корпусу 1. Ввинчиванием или вывинчиванием пробки 2 можно изменять длину канала дросселя, а следовательно, регулировать сопротивление дросселя [1].

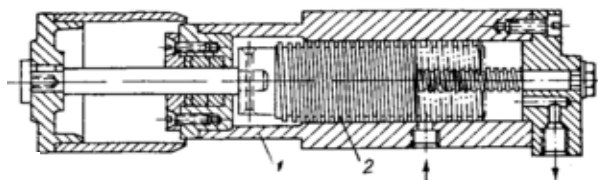


Рис. 1. Дроссель постоянного сечения щелей

При осциллирующих движениях штока подобное явление не наблюдается и сохраняются законы ньютоновской гидродинамики. Из этого можно сделать вывод, что сообщение осциллирующих движений штоку разрушает облитерационных (упорядоченных надмолекулярных) структур.

Экспериментально установлено, что при достижении давления, примерно соответствующего аномальному изменению утечек в статических условиях, мощность, потребляемая вибратором (устройство, сообщаемое осциллирующее движение штоку), резко возрастает. Данный факт свидетельствует о необходимости дополнительного подвода энергии на разрушение образующихся облитерационных структур.

Обнаруженные явления резкого уменьшения утечек и увеличения потребляемой мощности на преодоление трения в золотниковых парах необходимо учитывать при проектировании современных гидромашин и гидростатических устройств высокого давления.

Исследования проводились на экспериментальной установке, представленной на рис. 2.

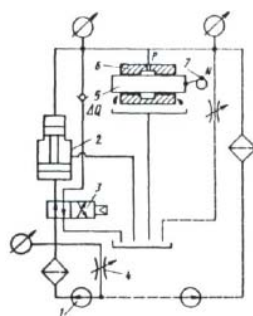


Рис. 2. Гидросхема экспериментальной установки

Данная установка содержит насос 1 среднего давления, обеспечивающий давление до 35 МПа, и гидравлический мультипликатор 2, позволяющий получать давление до 120 МПа. Управление мультипликатором осуществляется с помощью двухпозиционного реверсивного золотника 3 с электроуправлением. Одна позиция золотника обеспечивает цикл подготовки, а другая – рабочий ход мультипликатора. Давление регулируется дросселем 4. Поршневая пара, состоящая из штока 5 и втулки 6, имеет гарантированный зазор, который в разных сериях опытов изменялся пу-

тем механической обработки. Шток, моделирующий золотник, выполнен из стали, втулка – из бронзы. Утечки были измерены в статическом и динамическом состояниях золотника. Возвратно-поступательные (осциллирующие) движения штока создавались вибратором 7, обеспечивающим амплитуду осциллирующих движений, равную 15 мм, с частотой  $0,95 \text{ с}^{-1}$ . Исследования проводились с гидравлической жидкостью И-20, которая является нормальной (ньютоновской) средой.

Зависимость величины утечек рабочей жидкости в золотниковой паре с зазорами 11, 13 и 19 мкм от давления в статических условиях при неподвижном штоке приведена на рис. 3.

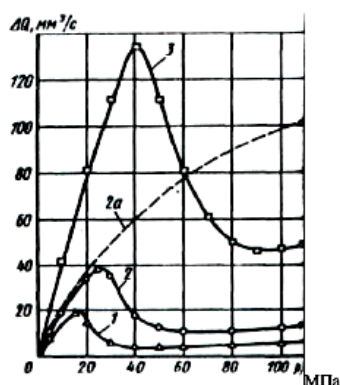


Рис. 3. Зависимость величины утечек рабочей жидкости от давления в статических условиях:

1 – при радиальном зазоре 11 мкм; 2 – при радиальном зазоре 13 мкм;  
2a – теоретическая зависимость утечек от давления при зазоре 13 мкм;  
3 – при радиальном зазоре 19 мкм

Анализ полученных экспериментальных результатов показывает закономерное нарастание величины утечек при увеличении давления от некоторого определенного предела. В опытах с неподвижным штоком с некоторых значений давления (20–40 МПа) происходит резкое уменьшение величины утечек и последующее их более медленное нарастание с иной закономерностью. Закономерность проверялась при увеличении и снижении давления и хорошо воспроизводилась при многократном повторении опытов. При увеличении радиального зазора в золотниковой паре значение максимума утечек, с которого начинается резкое их уменьшение, смещается в сторону более высоких значений рабочего давления.

При осциллирующих движениях штока аномальных изменений утечек жидкости через зазоры золотниковых пар не обнаружено. По-видимому, осциллирующие движения штока приводят к разрушению упорядоченных надмолекулярных (облитерационных) структур. В этом случае течение жидкости в радиальном зазоре золотниковой пары удовлетворительно согласуется с закономерностями классической ньютоновской гидродинамики во всем исследованном диапазоне давлений.

Теоретическая зависимость объемных утечек рабочей жидкости И-20 от давления, для рассматриваемой системы при величине зазора 13 мкм приведена на рис. 3.

На рис. 4 приведена экспериментальная зависимость величины утечек рабочей жидкости И-20 от давления через радиальный зазор золотниковой пары величиной 13 мкм при осциллирующем движении штока, моделирующего золотник. На этом же рисунке приведены результаты экспериментального измерения мощности, потребляемой вибратором, при различных давлениях нагнетания.

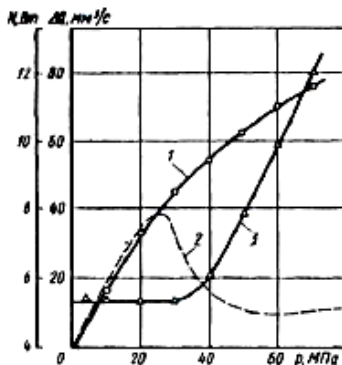


Рис. 4. Результат экспериментальных измерений величины утечек и мощности вибратора при зазоре 13 мкм:

- 1 – зависимость утечек от давления в динамических условиях (при осциллирующем движении штока);  
 2 – то же в статических условиях (при неподвижном штоке);  
 3 – зависимость мощности, потребляемой вибратором, от давления

#### Литература

1. Башта, Т. М. Объемные насосы и гидравлические двигатели гидросистем / Т. М. Башта. – М. : Машиностроение, 1989.
2. Рожнов, В. П. Исследование течения минеральных масел в зазорах гидромашин / В. П. Рожнов, А. М. Лебедева // Современные проблемы гидравлики : материалы II Междунар. науч.-техн. конф. – СПб. : Политехника, 2002.
3. Шпеньков, Г. П. Физико-химия трения / Г. П. Шпеньков. – Минск : Изд-во БГУ, 1978.