

## Влияние противодействия на некоторые гидродинамические характеристики потока жидкости в клапанных щелях

© В.С. Кузнецов, А.С. Шабловский, В.В. Яроц

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, 105005, Россия

*Приведены результаты экспериментального исследования влияния противодействия на некоторые гидродинамические характеристики потока жидкости в клапанных щелях. Показано, что в дроссельных щелях клапанных устройств возможно существование таких режимов истечения, когда изменение до определенных пределов давления на выходе из клапанной щели не влияет на некоторые характеристики потока жидкости в них.*

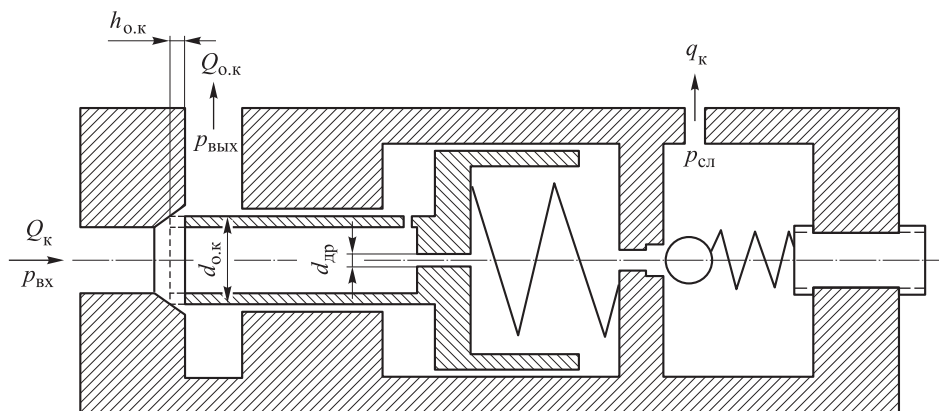
**Ключевые слова:** регулятор расхода, дроссельное регулирование, расходно-напорные характеристики, механика жидкости и газа.

**Введение.** При исследовании расходно-напорных характеристик основного клапана, входящего в состав предохранительного клапана с серводействием, было обнаружено, что эти характеристики при изменении перепада давления на клапане за счет изменения давления только на выходе из него существенно отличаются от характеристик, полученных путем изменения перепада за счет давления только на входе [1]. Кроме того, была установлена нечувствительность клапана к изменению в определенном диапазоне значений давления в сливной магистрали. Эти результаты несколько расходились с существующими в настоящее время представлениями о влиянии давления на выходе клапана на его рабочие характеристики [2]. В связи с этим возникла необходимость более подробного исследования работы клапанов при наличии давления в сливной магистрали. Результатам этих исследований и посвящена настоящая статья.

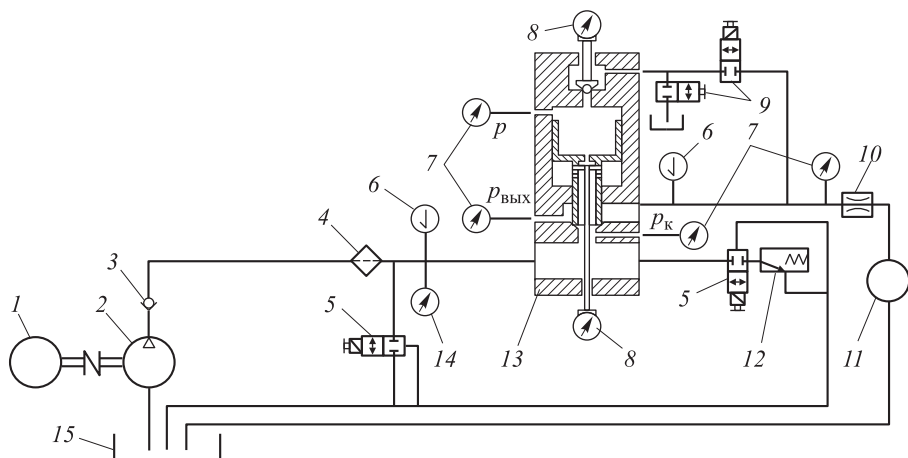
**Результаты исследований.** Конструктивная схема исследуемого клапана приведена на рис. 1, а, схема экспериментальной установки — на рис. 1, б. Испытания проводились в условиях, когда слив клапана-пилота был соединен с атмосферой, а температура рабочей жидкости (масло АМГ-10) на входе в клапан поддерживалась в пределах  $(50 \pm 5)^\circ\text{C}$ . Порядок проведения исследований следующий.

1. Подвод рабочей жидкости от насосной установки к клапану при различных значениях ее подачи.

2. Изменение перепада давления на основном клапане при установленном расходе путем:



а



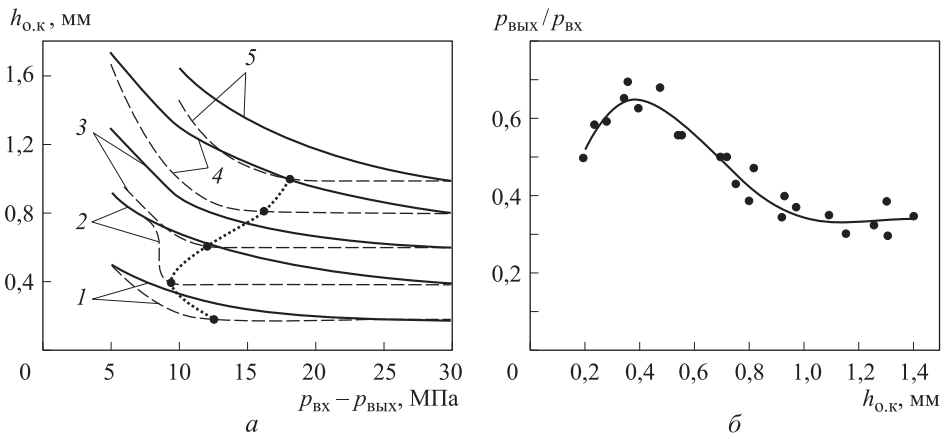
б

**Рис. 1.** Конструктивная схема исследуемого клапана (а) и схема экспериментальной установки (б): 1 — электродвигатель; 2 — насос; 3 — обратный клапан; 4 — фильтр; 5 — электромагнитный кран; 6 — датчик температуры; 7 — образцовый манометр; 8 — индикатор головки; 9 — вентили; 10 — дроссель; 11 — расходомер; 12 — предохранительный клапан; 13 — испытуемый клапан; 14 — электроконтактный манометр; 15 — масляный бак

- изменения давления на входе в клапан с помощью регулирования поджатия пружины клапана-пилота; при этом давление в сливной полости клапана оставалось примерно постоянным и не превышало 0,3 МПа;
- изменения давления на выходе из клапана (в его сливной полости) регулируемым дросселем 10 (см. рис. 1, б); при этом давление на входе в клапан устанавливалось с помощью клапана-пилота и в процессе одного замера было постоянно.

При испытаниях одновременно контролировались: давление на входе в клапан  $p_{вх}$ ; давление на выходе из клапана (в сливной полости основного клапана)  $p_{вых}$ ; высота подъема основного клапана  $h_{о.к}$ ; фактический расход жидкости через основной клапан  $Q_{о.к}$ ; температура рабочей жидкости на входе в клапан  $t_{ж}$ .

На основе экспериментальных данных были построены зависимости высоты подъема основного клапана  $h_{о.к}$  от перепада давления на нем  $p_{вх} - p_{вых}$  (рис. 2, а). При этом кривые, показанные сплошными линиями, отражают рассматриваемые зависимости, полученные для случая изменения перепада давления за счет изменения давления на входе  $p_{вх}$ , а кривые, показанные штриховыми линиями, — за счет изменения давления на выходе  $p_{вых}$ .



**Рис. 2.** Зависимости высоты подъема основного клапана  $h_{о.к}$  от перепада давления на нем  $p_{вх} - p_{вых}$  при значениях фактического расхода жидкости через основной клапан  $Q_{о.к} = 14$  (1), 34 (2), 51 (3), 74 (4) и 91 (5) л/мин (а) и зависимость отношения давления на выходе из клапана к давлению на его входе  $p_{вых}/p_{вх}$  от высоты подъема основного клапана  $h_{о.к}$  (б)

Анализ этих кривых показывает, что зависимости  $h_{о.к} = f(p_{вх} - p_{вых})$ , полученные при одном и том же значении расхода жидкости  $Q_{о.к}$ , но двумя различными способами изменения перепада давления на клапане, существенно отличаются одна от другой. При этом на кривой, соответствующей изменению перепада давления за счет изменения давления на выходе из клапана, можно выделить два участка. На первом участке высота подъема клапана не зависит от значения перепада давления на нем, а на втором участке эта кривая стремится приблизиться к кривой, которая получена путем изменения перепада давления на входе клапана (за счет давления  $p_{вх}$ ). Характер этого приближения может быть либо плавным (кривые 2—5, показанные штриховыми линиями, см. рис. 2, а), либо скачкообразным (кривая 1, показанная штриховой линией, см.

рис. 2, а). Здесь необходимо отметить, что скачки в зависимости  $h_{o,k}=f(p_{вх} - p_{вых})$  при  $Q_{o,k} = \text{const}$  и  $p_{вых} = \text{var}$  имеют случайный характер. Несмотря на многочисленные эксперименты, выявить какой-либо закономерности в возникновении таких скачков не удалось. Однако было определено, что частота случаев появления скачков увеличивается с повышением температуры рабочей жидкости.

В целях установления влияния значения максимального давления  $p_{вх}$  на размеры зоны нечувствительности в плоскости параметров  $h_{o,k}=f(p_{вх} - p_{вых})$  были проведены специальные исследования при следующих значениях давления на входе клапана: 5; 10; 15; 20; 25; 30 МПа.

Зависимость отношения давления на выходе из клапана к давлению на его входе  $p_{вх}/p_{вых}$  от высоты подъема основного клапана  $h_{o,k}$  приведена на рис. 2, б. Согласно этой зависимости, разброс точек незначительный и общая закономерность их распределения вполне может быть описана одной кривой. Полученная кривая является границей зоны нечувствительности высоты подъема основного клапана, а также и его коэффициента расхода к изменению значения противодавления [3].

**Выводы.** В дроссельных щелях клапанных устройств возможно существование режимов истечения, при которых изменение до определенных пределов давления на выходе из клапанной щели не влияет на характеристики потока жидкости в них. Эту особенность истечения жидкости следует учитывать при анализе статических и динамических характеристик клапанных устройств.

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Кузнецов В.С., Шабловский А.С., Яроц В.В. Анализ влияния на рабочие характеристики прямооточного регулятора расхода его конструктивных параметров и условий эксплуатации. *Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». Инженерный вестник*, 2013, № 1. URL: <http://engbul.bmstu.ru/doc/520072.html> (дата обращения 20.05.2013).
- [2] Попов Д.Н., Отрошко П.В., Бочаров А.Г., Кузнецов В.С. О влиянии противодавления на кавитационные течения жидкости в дроссельных устройствах. *Вестник машиностроения*, 1981, № 11, с. 68—70.
- [3] Ковальчук А.К., Яроц В.В. Инновационные технологии в образовательном процессе. *Тр. Междунар. науч.-практич. конф. «Информационные технологии в образовании»*. Минск, 21–22 мая 2009 г., БНТУ. Минск, БНТУ, 2009. с. 31—32.

Статья поступила в редакцию 08.06.2013

Ссылку на эту статью просим оформлять следующим образом:

Кузнецов В.С., Шабловский А.С., Яроц В.В. Влияние противодавления на некоторые гидродинамические характеристики потока жидкости в клапанных щелях. *Инженерный журнал: наука и инновации*, 2013, вып. 4. URL: <http://engjournal.ru/catalog/machin/hydro/684.html>

**Кузнецов Валерий Сергеевич** родился в 1944 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор многочисленных работ в области процессов истечения жидкости. e-mail: kuznecovbmstu@mail.ru

**Шабловский Александр Сергеевич** родился в 1940 г. Доцент кафедры «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор многочисленных работ в области процессов истечения жидкости. e-mail: shabl@dmstu.ru

**Яроц Валерий Владимирович** родился в 1963 г. Канд. техн. наук, доцент кафедры «Гидромеханика, гидромашины и гидропневмоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана. Автор многочисленных работ в области навигации и систем управления шагающими роботами, а также процессов истечения жидкости. e-mail: vyaroz@yandex.ru