

Методика профессиональной переподготовки и повышения квалификации преподавателей и специалистов в области гидропневмоприводов в МГТУ им. Н.Э. Баумана

77-48211/496876

11, ноябрь 2012

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

УДК 532.5

Россия, МГТУ им. Н.Э. Баумана

vyaroz@yandex.ru

Введение.

Кафедра «Гидромеханики, гидромашин и гидропневмоавтоматики» МГТУ им. Н.Э. Баумана является одной из старейших кафедр России по подготовке специалистов в области гидромашиностроения. Накопленный ею опыт почти за столетие своего существования определил её статус как ведущей кафедры в этой области. В последние десятилетия кафедра возглавляет Учебно-методическую комиссию по специальности 150802 «Гидромашины и гидропневмопривод», в которую входят свыше двадцати вузов страны, осуществляющих подготовку специалистов по указанной специальности.

Помимо подготовки специалистов кафедра ведёт обширную работу в области переподготовки и повышения квалификации преподавателей и специалистов в области гидравлических и пневматических систем промышленной автоматики. При кафедре создан Учебно-инженерный центр «Гидропневоавтоматика» МГТУ им. Н.Э. Баумана, в котором прошли переподготовку и повышение квалификации более 500 отечественных и иностранных специалистов. Кроме того, преподаватели кафедры выезжают на предприятия, где проводят занятия со специалистами этих предприятий с целью повышения их квалификации.

Накопленный опыт в области переподготовки и повышения квалификации специалистов и преподавателей выявил необходимость в ходе учебного процесса уделять внимание совершенствованию знаний обучаемых в области основ механики жидкости и газа. Это позволяет им глубже понимать специальные вопросы в области проектирования и эксплуатации гидро- и пневмосистем.

Некоторые аспекты методики профессиональной переподготовки и повышения квалификации преподавателей и специалистов в области гидропневмоприводов.

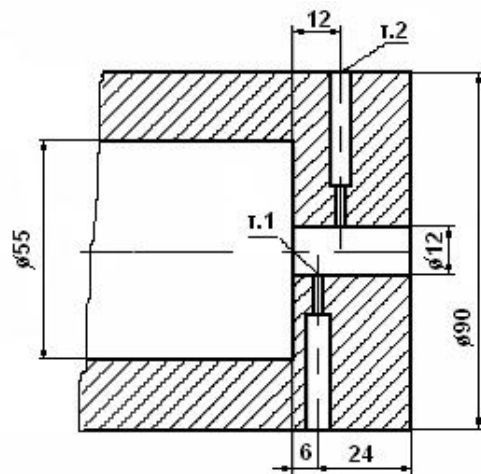
Цель данной работы - дать представление обучаемым о гидродинамических процессах в элементах гидроприводов с дроссельным управлением на примере истечения жидкости через отверстия и насадки.

Лабораторная работа состоит из 2-х частей и рассчитана на 4 академических часа аудиторного времени. Первая часть посвящена экспериментальным исследованиям гидродинамики процесса истечения и занимает 2 часа. Затем обучаемые самостоятельно по заданным шаблонам во внеаудиторное время обрабатывают результаты эксперимента. Во второй части аудиторных занятий анализируются результаты выполненных замеров. Анализ проводится с учётом данных, полученных в ходе углублённых исследований, выполненных на кафедре, как в части измерения давления в различных точках потока, так и в результате визуализации исследуемых процессов истечения, полученных с помощью фото- и видеосъёмок при различном времени экспозиции каждого кадра (до 1/8000 сек.).

В работе в качестве объекта испытаний предложены выполненные из оптически прозрачного оргстекла цилиндрический насадок круглого сечения (рис. 1) и плоский щелевидный насадок, представляющий из себя как бы разрез цилиндрического насадка (рис. 2).



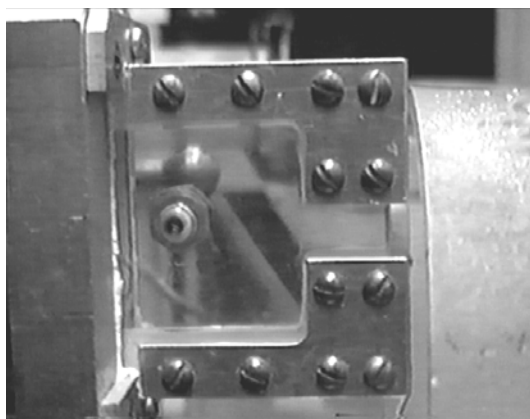
а)



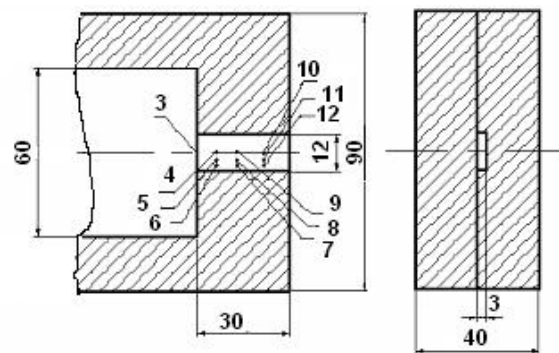
б)

Рис. 1. Цилиндрическая модель насадка

В цилиндрическом насадке выполнены два канала для измерения давления в разноудалённых от входной кромки точках на стенке насадка. Плоский дроссель выполнен в двух вариантах: с каналами для измерения давления в разных точках потока и без них.



а)



б)

Рис. 2. Плоская модель насадка

В процессе эксперимента обучаемым предлагается измерить величину абсолютного давления в разных точках потока жидкости как в цилиндрическом (например в точке 2), так и в плоском (например в точках 7,8 и 9) насадках. Количество замеров определяется преподавателем, исходя из условия необходимости ознакомления обучаемого с характерными зонами графиков (обычно составляет 8...9 замеров для каждой точки). Абсолютное давление измеряется с помощью образцовых манометра, вакуумметра и барометра. Одновременно фиксируется (в геометрическом отношении) визуально наблюдаемая картина потока. Фиксация картины потока при каждом замере осуществляется с помощью цифрового фотоаппарата (рис. 4). Обучаемые также определяют экспериментальные значения коэффициентов расхода насадков в зоне больших чисел Рейнольдса.

По результатам измерений строятся графики типа, представленных на рис. 3.

Анализ результатов экспериментальных исследований сводится к выяснению причин сжатия и затем расширения потока внутри насадка, возможности нарушения сплошности его ядра, причин перехода от безотрывного истечения к отрывному.

Выводы.

1. Экспериментальные данные, приведённые на рис. 3 «а» указывают на идентичность измеренных гидродинамических характеристик потока в цилиндрическом и плоском щелевидном каналах. Этот результат позволяет допустить возможность судить о некоторых гидродинамических процессах в цилиндрическом насадке на основе результатов исследований его плоской модели.

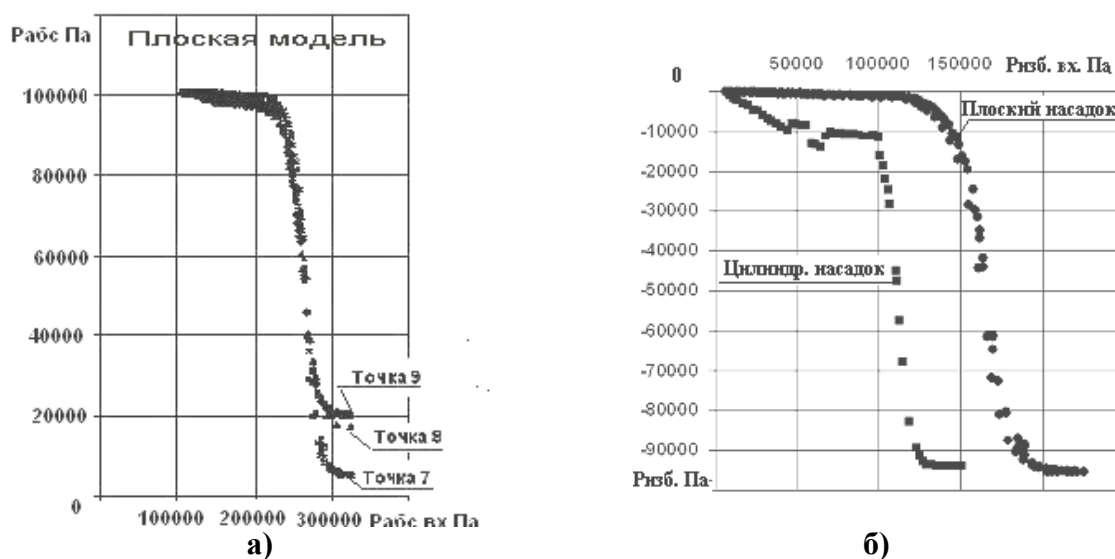


Рис. 3. Пример оформления результатов измерения давления в различных точках потока в цилиндрическом и плоском насадках

2. При наблюдении за потоком невооруженным взглядом при некотором значении давления на входе у входной кромки дроссельного канала возникает белёная пелена. При малом времени экспозиции каждого кадра видно, что содержимое этих полостей включает совокупность паровоздушных пузырей, зарождающихся у входной кромки дроссельного канала и затем поступательно движущихся к хвостовой части полости, где они исчезают. Эта картина прослеживается как в цилиндрическом (рис. 5 «б») так и в щелевидном каналах (рис. 6 «а» и «в»).

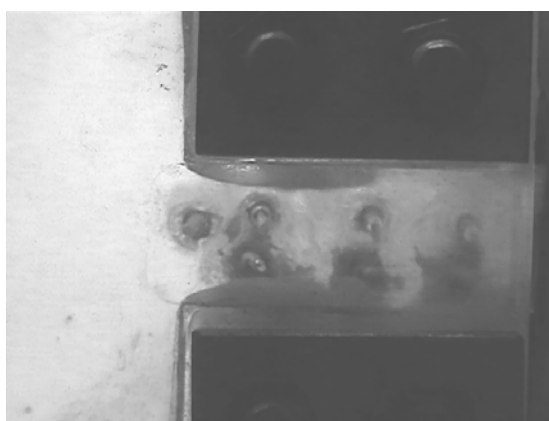
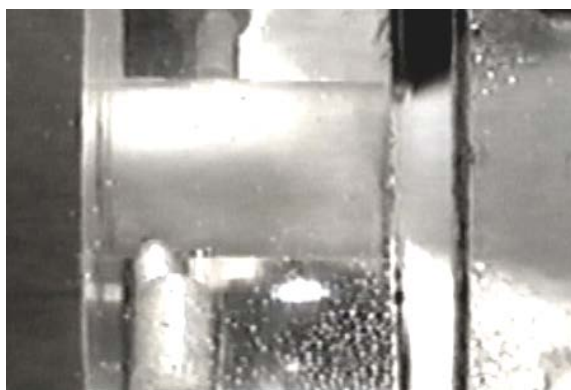
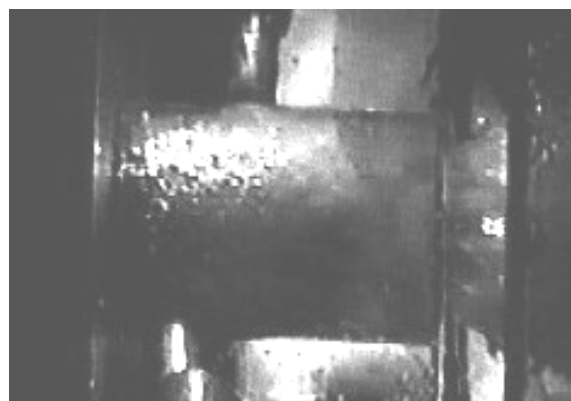


Рис. 4. Пример фотографии, фиксирующей геометрию потока

3. При анализе ядра потока в нём не наблюдается ни паровая, ни газовая кавитации внутри этого ядра. Иными словами, в пределах тех скоростей фиксации процесса, которые позволяла видеотехника, визуально наблюдаемого разрыва сплошности потока нет. Результаты измерения давления в различных точках плоского насадка (например, представленные на рис. 3 «б»)) указывают, что абсолютное давление в поперёчном направлении изменяется от максимального значения на оси потока до минимального на его периферии. При этом минимальное давление всегда несколько выше давления насыщенных паров при данной температуре.



а) время экспозиции 1/25 сек

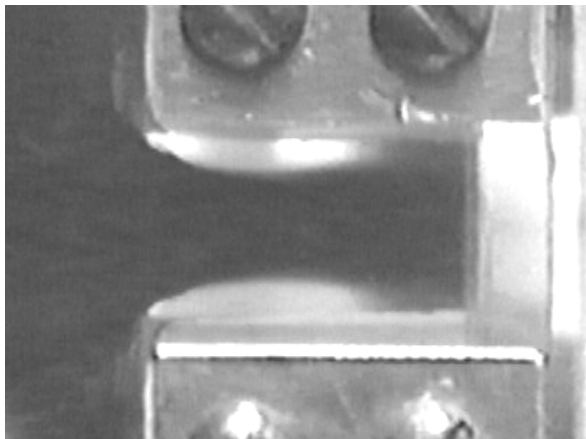


б) время экспозиции 1/8000 сек

Рис. 5. Фотографии потока в цилиндрическом насадке

4. Из сопоставления результатов фиксации геометрии потока с графиком изменения давления в различных его точках следует, что по мере увеличения давления на входе, длина замкнутой полости увеличивается. Как только её хвостовая часть достигает точки измерения давления, величина абсолютного давления в этой точке начинает резко уменьшаться и достигает минимального значения, когда эта точка измерения оказывается в зоне замкнутой полости (рис. 4). При этом дальнейшее увеличение давления на входе практически мало влияет на величину минимального давления в точке замера. Но, как только длина замкнутой полости достигнет выходной кромки насадка, дальнейший рост давления на входе приводит к тому, что поток не успевает расшириться до своего касания стенок насадка, в образовавшийся зазор проникает внешняя атмосфера, давление вокруг потока возрастает до атмосферного, поток приобретает параллельно-струйную форму и истечение переходит от безотрывного к отрывному.

5. Из фотографий, представленных на рис. 6 «а», «б» следует, что геометрия хвостовой части полости не стабильна во времени. Часть полости периодически отрывается, затем размеры полости опять восстанавливаются. Связано это вероятно с накоплением в полости выделяющейся из жидкости паровоздушной фазы.



а) время экспозиции 1/25 сек



б) время экспозиции 1/8000 сек



в) фотография содержания передней части полости между потоком и стенкой канала при большом увеличении

Рис. 6.

Список литературы.

1. Кузнецов В.С., Шабловский А.С., Трошин Г.А. Экспериментальные исследования гидродинамических параметров потоков жидкости в дроссельных каналах / Электронное научно-техническое издание «Наука и образование». Режим доступа: <http://technomag.edu.ru/doc/230378.html> (дата обращения 07.11.2012).
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.
2. Ковальчук А.К., Яроц В.В. Инновационные технологии в образовательном процессе / Материалы Международной научно-практической конференции «Информационные технологии в образовании». Минск, 21-22 мая 2009 г. Мн.: БНТУ, 2009. С. 31-32.