

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ РАЗМЕРОВ ШТАНГИ НА СКОРОСТЬ ПОТОКА В ПРИБОРЕ ИСТ-1 С ПОМОЩЬЮ СРЕДЫ SOLIDWORKS

С.В. Казанцев, Т.В. Казанцева

Морской гидрофизический институт
НАН Украины
г. Севастополь, ул. Капитанская, 2
E-mail: oaoimhi@inbox.ru

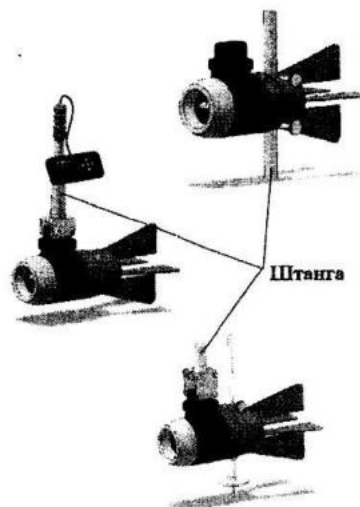
В статье приводится способ исследования и оценки влияния аксессуаров на скорость потока внутри прибора ИСТ-1 на примере влияния гидрометрической штанги с помощью среды SolidWorks. Кроме того, приводится сравнение результатов расчета программы и натурных испытаний прибора ИСТ-1 в лотке.

Введение. Для расширения области использования приборов, в т.ч. и переносных измерителей скорости потока, проектируется целый ряд приспособлений, позволяющих использовать прибор в специфических условиях эксплуатации. Аксессуары позволяют производителю увеличить конкурентоспособность своих приборов. Производитель не всегда может позволить себе изготовление и натурные испытания того или иного приспособления, точно не убедившись в его востребованности. Использование сред проектирования позволяет примерно оценить работоспособность прибора с приспособлением.

Прибор ИСТ-1 [1], как и большинство других приборов, имеет ряд аксессуаров, расширяющих возможности его применения. Во-первых, это аксессуары для использования прибора на штангах различных длин и диаметров (рис. 1). Во-вторых, это приспособления для использования прибора с грузом. Кроме того, есть узлы, позволяющие использовать прибор с кабелями различных длин, приспособления для градуировки, увеличения жесткости, дополнительные крылья для лучшей стабилизации в потоке.

В случае прибора ИСТ-1 значительное влияние на измерение скорости потока оказывают штанги, которые проходят сквозь измерительную полость прибора. Поэтому необходимо выяснить

степень их влияния, характер влияния, а также найти соответствующие градуировочные коэффициенты.



Р и с. 1. Исполнения прибора для использования со штангой

Рассмотрим случай использования прибора ИСТ-1 совместно со стандартной гидрометрической штангой морально устаревшей вертушки, на смену которой был разработан прибор ИСТ-1. Решить задачу совместимости использования прибора с гидрометрической штангой можно двумя способами.

Первый способ заключается в изготовлении приспособления, имитирующего вставленную в прибор штангу, и производстве измерений ряда скоростей потока в лотке прибором с приспособлением и без него. На основании полученных данных можно определить характер влияния штанги и вычислить соответствующие коэффициенты для градуировки. Недостатком метода являются издержки при использовании лотка, то есть определенные временные и материальные затраты, а также потраченные средства и время на изготовление имитирующей части. Достоинством является достоверность полученных результатов.

Второй способ заключается в использовании специальных пакетов, позволяющих численно смоделировать поток как снаружи, так и внутри погружаемой части прибора. Примером такого пакета может быть SolidWorks с приложением COSMOS Floworks, в основе модели которого лежит метод конечных

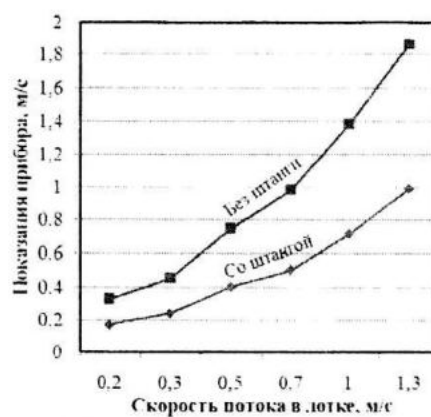
объемов и нестационарные уравнения Новье-Стокса [3,2]. Для решения задачи требуется проектирование трехмерной модели прибора со штангой и без нее и моделирование потока для этой модели на ряде скоростей. Далее необходимо обработать полученные данные для нахождения соответствующих коэффициентов градуировки. К минусам способа можно отнести стоимость лицензии программ, позволяющих решать подобные задачи. Кроме того, требуется оценка точности для каждого конкретного случая. Достоинствами же являются скорость и простота получения результатов, представленных в крайне удобной для просмотра и последующей обработки форме.

Для того чтобы определить градуировочный коэффициент в первом методе решения задачи совместности прибора были проведены измерения в лотке прибором с дополнительным приспособлением, заменяющим штангу, и без него. Данные были получены при скоростях до 1,3 м/с, для анализа применялись средние значения по трем промерам на прямом и обратном ходу измерения, то есть с последовательным увеличением скорости потока в лотке и уменьшением соответственно. Результаты представлены в виде таблицы и графиков, изображенных на рис. 2. Далее определяется среднее значение показаний на двух ходах измерения. Следует обратить внимание на то, что скорость, фиксируемая прибором без приспособлений, не будет соответствовать выставленной в лотке скорости. Это связано с тем, что прибор был отградуирован по образцовому лотку шириной 0,5 м, а ширина используемого лотка составляет 0,15 м.

Численно коэффициент градуировки представляет собой частное от деления значения скорости прибора со штангой на скорость прибора без штанги. Таким образом, средний коэффициент при использовании лотка составляет 1,9078.

Использование программы Solid-Works с приложением COSMOS-FloWorks с целью демонстрации её возможностей и преимуществ при нахождении коэффициентов градуировки приводится ниже. Для твердотельных моделей

погружной части прибора как со штангой, так и без нее, моделируется ламинарный поток на скоростях от 0,5 до 5 м/с с шагом 0,5 м/с. Затем требуется решить задачу в стационарном режиме или остановить расчет на шаге, когда изменчивость внутри полости прибора будет минимальной. Далее снимаются показания скоростей на прямой линии между пьезоизлучателями (рис.3) и рассчитываются средние значения скорости на этой линии. Данные распределения скоростей на линии между пьезоизлучателями показаны на рис. 4 в виде графика зависимости скорости потока от расстояния для модели без штанги.



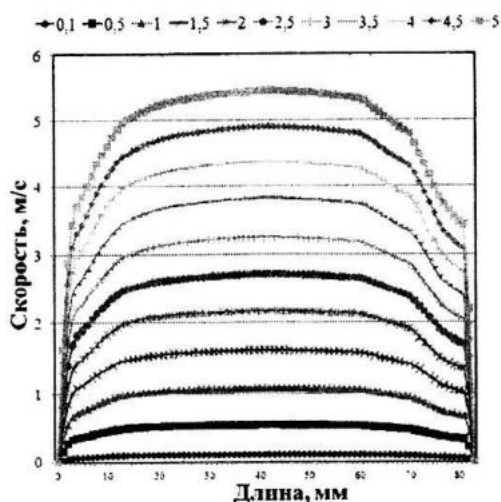
1	Лоток, м/с
2	Прямой ход без штанги, м/с
3	Обратный ход без штанги, м/с
4	Без штанги средние, м/с
5	Прямой ход со штангой, м/с
6	Обратный ход со штангой, м/с
7	Со штангой средние, м/с

1	0,2	0,3	0,5	0,7	1	1,3
2	0,3817	0,455	0,787	0,9957	1,4227	1,8633
3	0,2767	0,4537	0,7043	0,972	1,3473	1,8627
4	0,3292	0,4543	0,7457	0,9838	1,385	1,863
5	0,184	0,2347	0,4027	0,5077	0,7307	0,99
6	0,1573	0,2473	0,4	0,5	0,7	0,99
7	0,1708	0,241	0,4013	0,5038	0,7153	0,99

Р и с. 2. Показания прибора при проведении измерений в лотке



Р и с. 3. Изолинии скоростей на миделевом сечении прибора

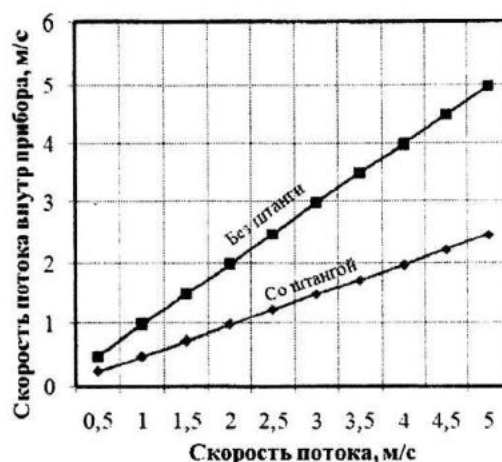


Р и с. 4. График зависимости скорости от расстояния

Средние значения скоростей находятся на расстоянии от 3 до 81 мм по линии между излучателями. Результаты представлены на рис. 5 в виде таблиц и графиков. Как и в случае определения коэффициентов градуировки с использованием лотка, в данном случае требуется найти частное от деления значения скорости потока модели без штанги на значение скорости потока для модели со штангой. Таким образом, средний коэффициент градуировки при использовании данного пакета равен 2,0245.

Как результат описания двух методов, можно определить отклонение в процентах значения коэффициента, полученного при использовании программных средств, от коэффициента, полученного экспериментально. Отклонение составляет 5,77%.

На основании чего можно заключить, что использование программных средств позволяет решить задачу оценки влияния размеров штанги на скорость потока в приборе ИСТ-1, а также ряд других подобных задач. Однако результаты оценки имеют некоторое расхождение с экспериментальными. Следует отметить, что приведенное в статье расхождение получено при использовании лотка, который не является устройством, воспроизводящим параметры потока с высокой точностью. Кроме того, небольшая ширина лотка может вносить погрешности в измерение скорости потока.



1	Скорость потока, м/с
2	Скорость для модели без штанги, м/с
3	Скорость для модели со штангой, м/с

1	0,5	1	1,5	2	2,5
2	0,493114	0,986471	1,487162	1,98437	2,481516
3	0,242872	0,488701	0,734021	0,981541	1,22936
1	3	3,5	4	4,5	5
2	2,975618	3,477034	3,981987	4,47413	4,964134
3	1,476838	1,723497	1,970311	2,217069	2,467466

Р и с. 5. График зависимости средней скорости потока внутри модели от скорости моделируемого потока

Заключение. Программные средства позволяют добиться высокого схождения расчетных и экспериментальных данных. Однако полностью заменить проведение эксперимента они не могут. Использование программных средств рационально для оценки влияния того или иного аксессуара на прибор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Н.А. Греков, П.В. Гайский, В.Ж. Мишуков, А.С.Бондаренко.* Переносной измеритель скорости течения ИСТ-1 // Системы контроля окружающей среды/ Средства и мониторинг. Сб. науч. тр. НАН Украины. МГИ: – Севастополь 2005.– С.35-40.
2. *Н.А. Греков, С.В. Алексеенко.* Моделирование гидродинамических режимов гидрофизических приборов в пакете SolidWorks // Системы контроля окружающей среды / Средства, информационные технологии и мониторинг. Сб. науч. тр. НАН Украины. МГИ: – Севастополь 2008.– С.112–114.
3. *А.А. Алямовский, А.А. Собачкин.* SolidWorks. Компьютерное моделирование в современной практике/ –СПб.: БХВ–Петербург, 2005.–800с.