Записки Ленинградского орденов Ленина и Трудового Красного Знамени горного института им. Г. В. Плеханова
т. XLI, вып. 1, 1959 г.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛОВОЙ ОСИ ВЫСОКОНАПОРНОЙ ВОДЯНОЙ СТРУИ

В. С. Берсенев

Рассматривая отдельные элементы высоконапорных струй как свободно падающее тело, брошенное в пространство с определенной скоростью, и имея параметры траектории струи, можно судить о количестве энергии, перенесенной струей до каждого из рассматриваемых сечений, а также о потерях на преодоление сопротивлений среды. Но определение параметров траектории силовой оси струи затруднено рядом особенностей, свойственных высоконапорным струям. Так, например, при давлении 200 *ати* струя диаметром 3 *мм* проходит наиболее эффективную зону длиной 6 *м* за 0,03 *сек*, при этом в пустоте она опустилась бы на 4,4 *мм*. В этих условиях необходим способ, обладающий высокой степенью точности определения положения в пространстве силовой оси высоконапорной струи. Определение высотной координаты методом визуального наблюдения совершенно недопустимо, так как ореол брызг, окружающий и скрывающий основную центральную часть струи, имеет меньшую скорость, а следовательно, и большую кривизну траектории. Метод отпечатков «ядра струи» не обеспечивает необходимой в этих условиях точности и нуждается в трудоемкой подготовке и обработке отпечатков струи.

Достаточной степенью точности обладает способ, предложенный В. Д. Колчановым, основанный на расходе жидкости струи через малое отверстие в преграде. Он очень трудоемок и нуждается в построении для каждого сечения струи кривой расхода, которая должна быть увязана с некоторой постоянной высотной отметкой.

Более точен, прост и надежен способ определения положения оси струи с помощью вертикального экрана, опирающегося на две ножевые опоры. Прибор, основанный на предлагаемом принципе (см. рисунок), имеет подъемный корпус *1*, на котором с помощью ножевых опор *2* и пружин *3* смонтирован экран *4*. Если ось струи расположена ниже оси ножевых опор, экран поворачивается против часовой стрелки и рычагом *5* замыкает верхний контакт *6*. Наоборот, если ось струи расположена выше оси опоры, замыкается нижний контакт. В обоих случаях на пульте управления *7* загорается соответствующая сигнальная лампочка.

Для определения положения прибора по высоте используются сообщающиеся сосуды, один из которых находится на пульте управления *7* и представляет собой водомерное стекло *8*, расположенное рядом с неподвижно установленной шкалой *9*, а второй *10* укреплен на подъемном корпусе прибора *1* и имеет фиксированный относительно ножевых опор уровень. Фиксация уровня осуществляется сливом через край сосуда постоянного количества воды, перетекающей через трубку *11* из верхнего резервуара *12*, куда она поступает из водопроводной сети через штуцер *13*. Излишки воды из резервуара *12* также удаляются сливом через левую стенку, благодаря чему обеспечивается постоянный уровень, а следовательно, и постоянный расход воды через трубку *11*. Сосуд *10* и резервуар *12* расположены в герметичной коробке *14*, атмосферная трубка *15* и слив *16* которой выведены за пределы кожуха *17*,

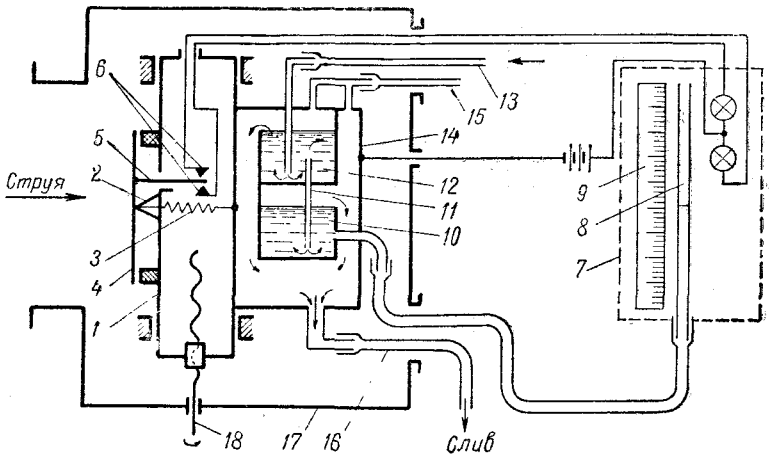


Схема прибора для определения положения усилий оси струи

что необходимо для исключения влияния на результаты экспериментов избыточного давления, создаваемого в нем струей. Подъем и опускание корпуса прибора целесообразно проводить с помощью ходового винта *18*.

Погрешность прибора может быть определена на основании равновесия экрана под воздействием струи и сил трения в ножевых опорах. Если точка удара струи смещена относительно оси ножевых опор на величину Δ, а острие опоры имеет радиус r, то при коэффициенте трения f условие равновесия имеет вид

$$P\Delta - Pfr = 0,$$

откуда

$$\Delta = fr.$$

Как видно из анализа правой части последнего выражения (коэффициент трения $f = 0{,}1$, а радиус острия даже при возможном смятии очень мал), погрешность прибора Δ будет не более 0,1 *мм*. Это вполне обеспечивает необходимую точность измерений, которая таким образом практически зависит от величины ошибок в указательной части прибора.

В момент совпадения осей струи и ножевых опор экран находится в колебательном движении и с помощью рычага *5* контактами *6* пооче-

редно включает обе лампочки с одинаковой продолжительностью и частотой вспышек.

Исследования полностью подтвердили работоспособность и необходимую точность прибора, основанного на использовании экрана на ножевых опорах. Причем погрешность прибора целиком определялась точностью отсчетов высотных координат с помощью водомерного стекла *8*, установленного под углом 30° к горизонту.

Выводы

1. Вертикальный экран на ножевых опорах с горизонтальной осью обеспечивает достаточную точность определения высотных координат силовой оси высоконапорных струй.

2. Трудоемкость определения координат траектории струи при применении вертикального экрана на ножевых опорах значительно ниже, чем при использовании применявшихся ранее методов.

3. В качестве устройства, определяющего высотное положение прибора, целесообразно использовать систему сообщающихся сосудов, один из которых представляет собой водомерное стекло, расположенное к горизонту под углом 30°, а другой — резервуар с фиксированным относительно ножевых опор уровнем.