

ГИДРАВЛИКА

Э. Т. ДЖРБАШЯН

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ ТАРИРОВКИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
УСТАНОВКИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МУТНОСТИ ПО ГЛУБИНЕ
ОТКРЫТОГО ПОТОКА

Экспериментальные исследования движения двухкомпонентного потока в последние годы вступили в новый этап своего развития. Стали широко применяться такие новейшие средства, как радиоактивное излучение, ультразвук, скоростная киносъемка и фотоэлементы.

Применение фотоэлектрического (нефелометрического) метода в исследованиях двухфазного потока имеет сравнительно недавнюю историю. Измерения концентрации взвешенного потока оптическим методом впервые были применены Н. Н. Калитиным в 1924 г. [1] для взвеси с очень мелкими однородными частицами. Он же предложил применять этот метод для измерения содержания взвешенных наносов в реках. Однако, предложение Н. Н. Калигина получило свое внедрение только за последние годы в работах А. С. Зедгенидзе [2] и В. Г. Савина [3] для гранулометрического анализа речных наносов.

Теоретическая сторона вопроса ослабления монохроматического светового пучка при прохождении света через двухфазную среду подробно разработана в работах В. В. Шулейкина [4], К. И. Иванова [5] при исследованиях прозрачности воды, а также двухфазной жидкости с очень мелкой взвесью. В работах К. С. Шифрина [6] этот вопрос решен для более общего случая. Им же предложена формула для расчета коэффициента ослабления светового потока при прохождении ее через взвесь.

Экспериментальная проверка теоретических результатов К. С. Шифрина была проведена М. М. Архангельским и А. А. Букиной [7] на фотоколориметре ФЭК-М. Получены кривые зависимости коэффициента ослабления от числа частиц и эти результаты сравнены с теоретическими кривыми. Ими же было оценено влияние крупности песчинок на коэффициент ослабления света.

Аналогичные работы были проведены Б. Эстерером [8] с целью определения механического состава наносов. Для получения однородной взвеси он применял восходящий слой взвеси в вертикальной трубе определенной концентрации. Однако, применение такой тарировки для измерения распределения мутности по глубине открытых потоков представляет определенную трудность.

Интересные работы по применению фотоэлектрического метода в подобных случаях ведутся за последние годы М. Рудишом и Н. Ме-

хеком [9]. Авторы считают, что прямолинейность зависимости концентрации от интенсивности света является ошибкой. Ошибку, приводящую к прямолинейности указанной зависимости, они объясняют взаимным закрытием частиц в освещенной части трубы.

Фото-электрический метод определения распределения мутности по вертикали открытого потока воды до последнего времени успешно применялся в случае лотков малых размеров и при малых концентрациях.

Однако, подобные исследования проводятся редко. В работе В. П. Петрова и З. Н. Котовой [10] приведены результаты экспериментальных исследований в стеклянном лотке длиной 3 м и шириной 10 см. Там же была применена тарировка, основанная на связи между изменениями силы тока генерируемого фотоэлементом и количеством песчинок, высчитанных на киноплёнке. Такой способ имеет тот недостаток, что частицы песка, находящиеся между стеклянной стенкой лотка и „световым ножом“, заслоняют некоторые частицы, попавшие в пределы светового луча, и последние не могут фиксироваться киноаппаратом. Полученная таким образом тарировочная кривая не совсем точно характеризует действительную мутность потока. Понятно также, что ошибка при таком способе тарировки увеличивается с увеличением ширины лотка. В упомянутой работе даны кривые зависимости силы тока, полученного от фотоэлемента, от числа частиц, однако не приведен коэффициент усиления.

С целью устранения указанного недостатка в нашей работе использован другой метод тарировки фотоэлектрической установки, который может быть применен как для широких, так и для узких лотков. Так как эксперименты по определению распределения наносов по глубине открытого потока проводились в лотке шириной 50 см и длиной 12 м, то тарировка была произведена в том же лотке в заранее выбранном створе.

Тарировка заключалась в следующем:

В выбранном створе лотка специальным приспособлением создавалось напорное движение по всей ширине между двумя стеклами, как это показано на рис. 1. (Стекла удалены друг от друга на расстоянии, равное толщине горизонтального луча, падающего на фотоэлемент): Верхнее стекло окрашено в черный цвет, за исключением участка, где проходит горизонтальный луч. В зависимости от числа частиц, пересекающих световой луч, меняется сила тока, падающего на фотоэлемент и соответственно меняется запись на осциллографе. Параллельно с записью на осциллографе производились фотосъемки светового пучка в плане с применением лампы вспышки ЭВ-1 (рис. 2).

На полученных фотоснимках луча хорошо видны песчинки, находящиеся в освещенной полосе толщиной 5 мм и шириной 40 мм, их можно сосчитать невооруженным глазом для концентрации до 0,25%. Момент съемки фотоаппаратом был синхронизирован с за-

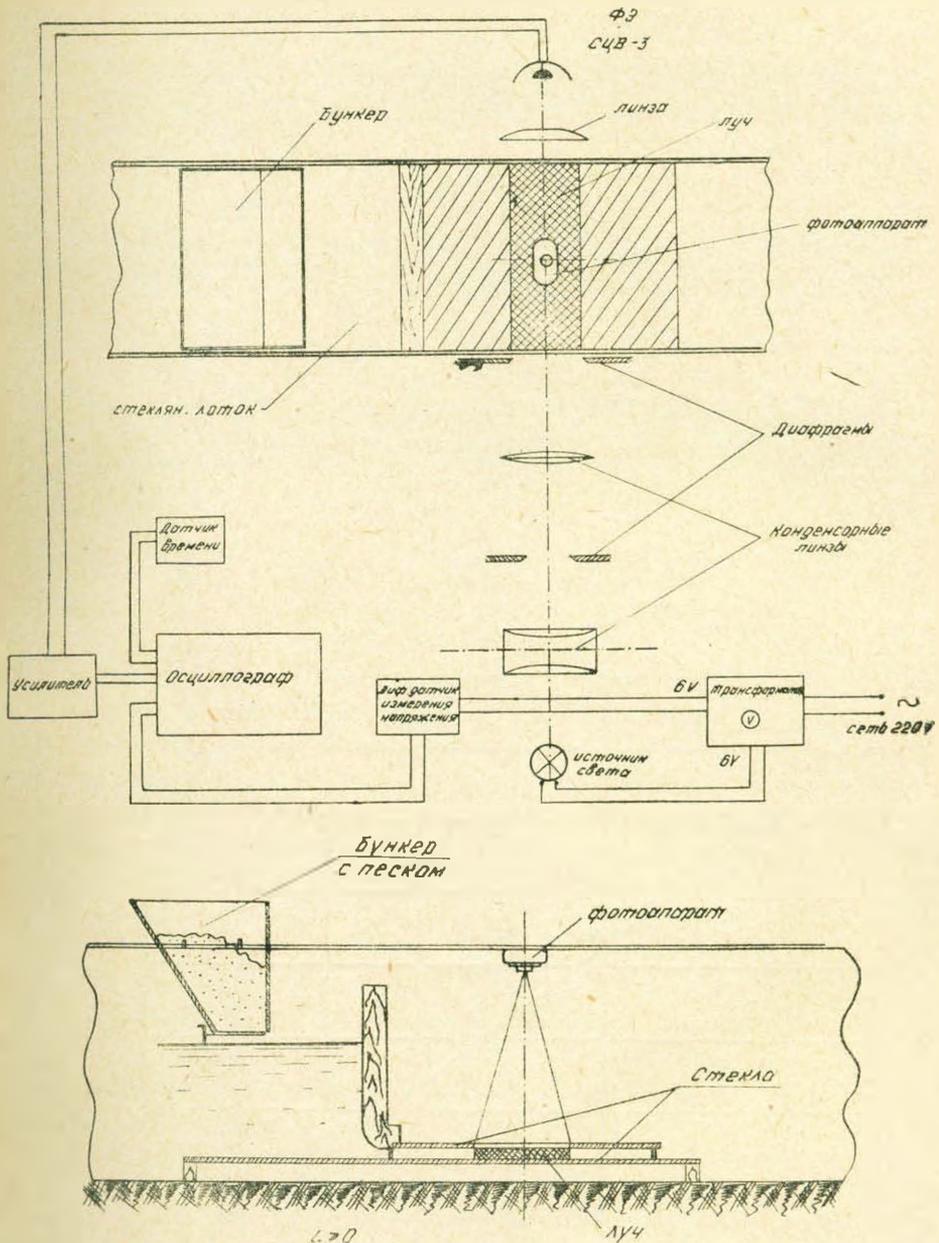


Рис. 1. Схема тарировочной установки план и разрез.

писью на осциллограф. Во время фотосъемки, световой эффект от вспышки ЭВ-1 вызывал отметку на осциллограмме.

По высчитанному числу песчинок на фотокадрах и записях на осциллограмме строилась тарировочная кривая.

$J \sim h = f(N)$ или $Y \sim h = f(S)$ рис. 3. Здесь Y — сила тока, полученная от фотоэлемента и усиленная с помощью двухкаскадного усилителя;

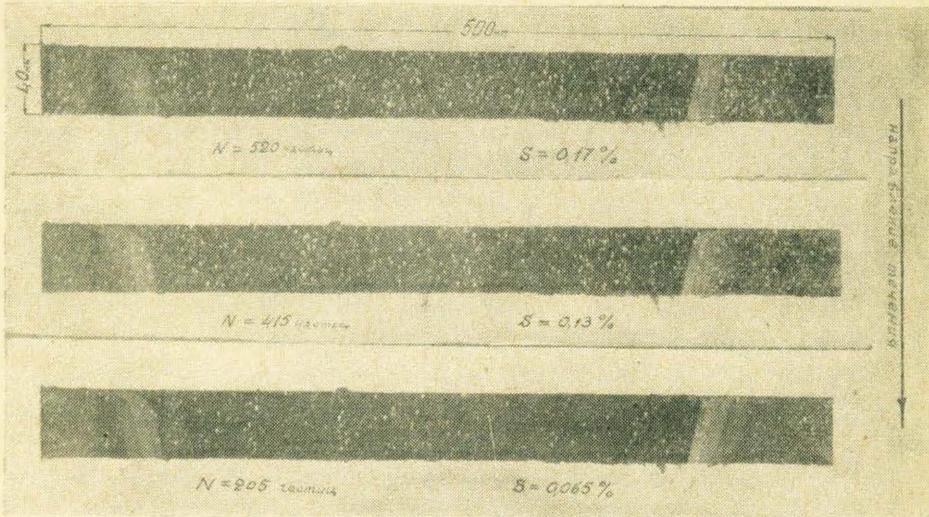


Рис. 2. Освещенный луч в плане с песчинками, при разных числах частиц в луче.

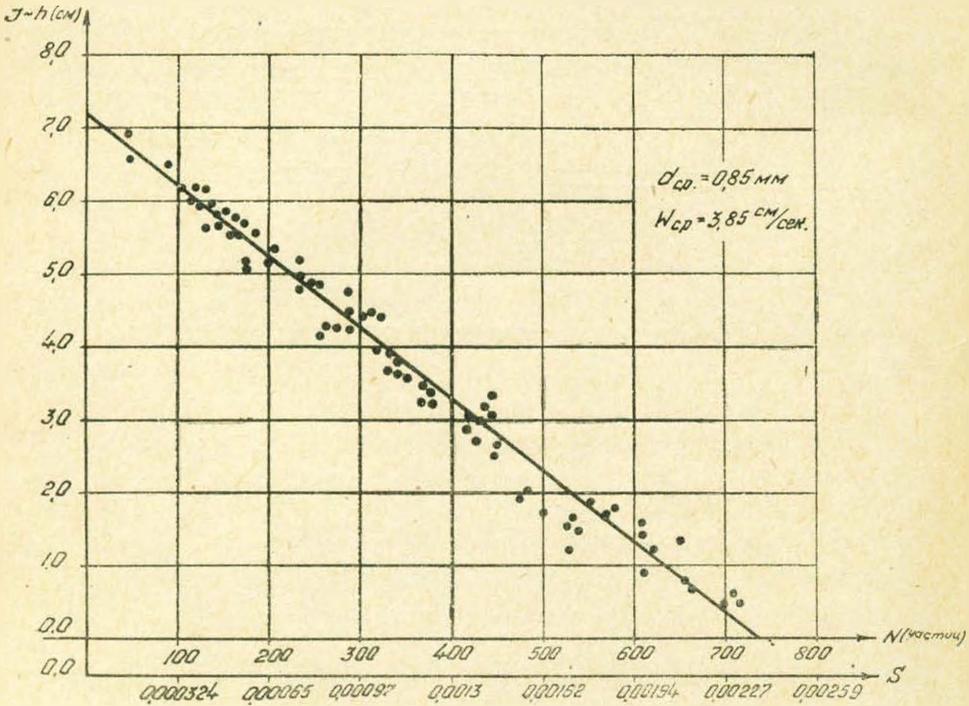


Рис. 3. Тарировочная кривая.

h — графически вычисленная разность между силой тока взятой с осциллограммы для полного закрытия щели и для двухкомпонентной жидкости;

N — число песчинок, попавших в луч;

S — мутность.

Пересчет от числа частиц, находящихся в освещенном луче к мутности (рис. 3), проводился как отношение суммарного объема песчинок к освещенной полоске воды по всей ширине лотка. На фотоснимках фиксировались все частицы, находящиеся в толщине луча 5 мм.

Как видно из рис. 2, распределение песчинок по ширине лотка можно считать равномерным; такая картина наблюдается во всех фотоснимках. Для проверки фиксации фотоаппаратом всех частиц, находящихся в световом луче, были проведены контрольные фотоснимки с частицами, диаметр которых гораздо меньше диаметра подопытного песка.

Эксперименты были проведены только с одной крупностью частиц, со средним диаметром песчинок $d_{cp} = 0,85$ мм и гидравлической крупностью $W = 3,85$ см/сек. Тарировка описанным методом требует соблюдения гранулометрического состава песка, который применяется во время эксперимента. В противном случае может изменяться интенсивность света, падающего на фотоэлемент, так как коэффициент рассеивания света зависит от диаметра частиц.

Из вышензложенного видно, что предлагаемый способ тарировки более точный. В данном случае частицы заслоняют друг друга только в пределах толщины светового луча: 5 мм и кривая (рис. 3) полностью лишена всех тех недостатков, которые неизбежны при других способах тарировки, а именно при комбинации киносъемки с фотоэлектрическим методом, тарировки с готовой взвесью и т. д.

При тарировке вышеупомянутым методом оценивается также предполагаемая ошибка, в результате которой получается прямолинейность зависимости силы тока получаемой из фотоэлемента от мутности, ошибка, отмеченная М. Рудиш и И. Махек в работе [9].

Институт энергетики и гидравлики

АН Армянской ССР

Поступило 20.IV 1960

Է. Տ. ՋՐԲԱՇԱՆ

ԲԱՅ ՀՈՍԱՆՔՆԵՐՈՒՄ ՊՂՏԱՐՈՒԹՅՈՒՆԸ ԶՍՓԵԼՈՒ ՀԱՄԱՐ
ՖՈՏՈՒԷԼԵԿՏՐՈՎԱՆ ՏԵՂԱԿԱՅՄԱՆ ԱՏՈՒԳԱԶՄՓՄԱՆ ՄԻ ՄԵԹՈՂԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ո ռ մ

Երկֆազանի հեղուկների էքսպերիմենտալ հետազոտություններում վերջին տարիներս լայն կիրառություն են ստացել ռադիոակտիվ իզոտոպների վրա հիմնված մեթոդները, ուլտրաձայնը, մեծ հաճախականությամբ կիրառվող բաճանումները և ֆոտոէլեկտրոնները:

Աշխատանքում բերված է ֆոտոէլեկտրական եղանակով հոսանքների պղտորութիւն չափման և ֆոտոէլեկտրական տեղակայումների ստուգաչափման մեթոդների համառոտ անալիզը: Առաջարկվում է ջրի հոսանքի ոչ մեծ պղտորութիւն և ջրատարի ցանկացած լայնութիւն դեպքում ֆոտոէլեկտրական տեղակայման ստուգաչափման նոր մեթոդ: Ստուգաչափման վերահիշյալ մեթոդը հիմնված է հոսանքի ամբողջ լայնութեամբ, ֆոտոէլեմենտի վրա ընկնող զուգահեռ ճառագայթների փնջի մեջ ավազի հատիկների պլանային լուսանկարահանման և ֆոտոէլեմենտից ստացվող երկաստիճանային ուժեղացուցիչում ուժեղացվող էլեկտրական հոսանքի ուժի փոփոխման գրանցման վրա:

Այդ եղանակով կատարված ֆոտոէլեկտրական տեղակայման ստուգաչափման կորը զերծ է մինչ այդ գոյութիւն ունեցող եղանակներով ստացված կորերում տեղ զտած սխալներից: Մասնիկների՝ իրար ծածկելու վտանգը այստեղ կարող է տեղի ունենալ միայն զուգահեռ ճառագայթների հաստութիւն մեջ, որը ընդամենը 5 մմ է:

Աշխատանքում բերված է նշված եղանակով ստացված ստուգաչափման կորը $d_{\text{ար}} = 0,85$ մմ — միջին տրամագիծ և $W_{\text{ար}} = 3,85$ սմ վրկ հիդրավիկական խոշորութիւն ունեցող ավազի մասնիկների համար:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Калитин Н. П.* Новый метод измерения количества взвешенных в воде твердых частиц. Изв. Научно-мелиоративного ин-та, вып. 7, 1924.
2. *Зедгенидзе А. С.* Определение концентрации и гранулометрического состава взвешенных наносов в полевых условиях. Тбилиси, Изд. ТИИЖТ, 1953.
3. *Савин В. Г.* Прибор для гранулометрического анализа наносов. Тезисы докладов на научном совещании по методам измерений и приборам для гидравлических исследований, Киев, 1960.
4. *Шулейкин В. В.* Физика моря. Изд. АН СССР, Москва, 1953.
5. *Иванов К. И.* Изменение коэффициента ослабления света в зависимости от изменения взвешенных в воде частиц. ДАН СССР, 7, № 4, 1970.
6. *Шифрин К. С.* Рассеяние света в мутной среде. ГИИ, М.—Л., 1951.
7. *Архангельский М. М., Букина А. А.* Физические основы оптического метода измерения концентрации речных наносов. Изв. АН СССР, серия географическая, № 5, 1955.
8. *B. Esterer.* Photoelektrische Verfahren zur Untersuchung von Korngemischen. Mitteilungen des Forschungs-Institutes für Wasserbau und Wasserkraft e. v. München, 1955. heit 3.
9. *M. Rudis, J. Machev.* The Photometric Measurement of Concentration of the Identical Spherical Particles in Water. Slovenská Akadèmia Vied, Vodohospodársky časopis, Ročník VII, číslo 4, 1959.
10. *Петров В. П., Котова З. И.* Исследование движения взвешенных наносов фотоэлектрическим методом в лабораторных условиях. Изв. АН СССР, серия геофиз., № 8, 1957.