

Предмет:

Гидрология

ТЕМА

07

Скорость течения



NAZARALIYEV DILSHOD
VALIDJANOVICH



Доцент кафедры Гидрология и
гидрогеологии

ПЛАН ТЕМЫ:

- Приборы для измерения скорости течения воды;
- Принципы действия гидрометрических вертушек. Основные части вертушки;
- Градуировка гидрометрических вертушек. Способы обрабатывания градуировки вертушки. Аналитический способ обрабатывания градуировки вертушки ;
- Измерение скорости течения гидрометрической вертушкой. Способы измерения скорости течения гидрометрической вертушкой на вертикали с учетом состояния русла

Приборы для измерения скорости течения ВОДЫ

Для измерения скорости течения воды в реках и каналах наиболее широко применяются:

- гидрометрические поплавки и
- гидрометрические вертушки.

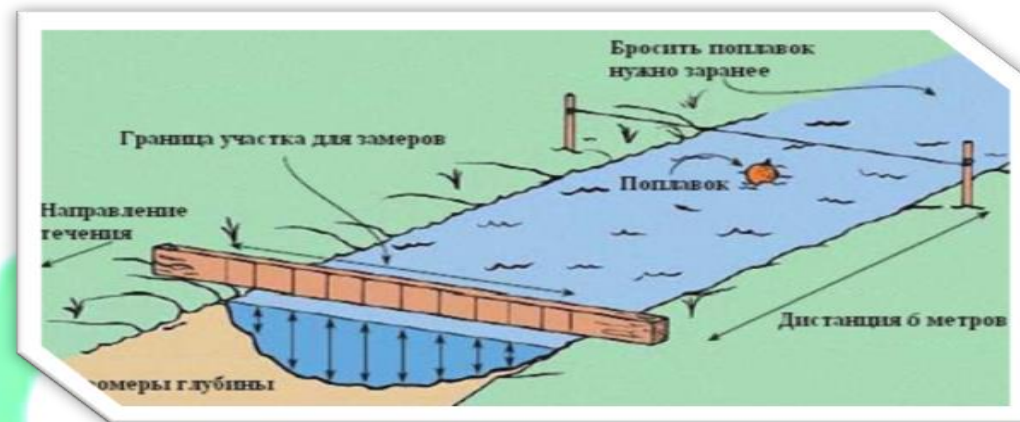


Рис. 5.3. Поверхностные поплавки.

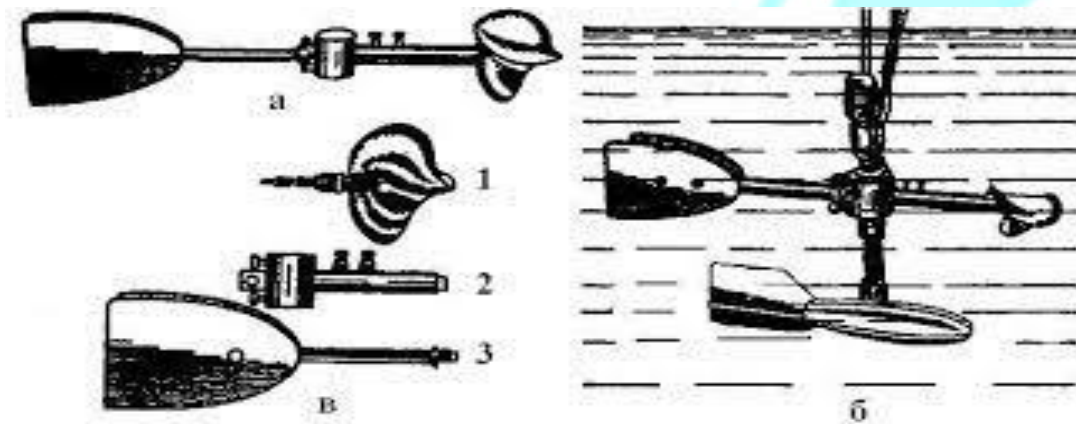
При проведении научно-исследовательских работ в лабораторных условиях используются также и другие приборы:

- гидрометрические трубки,
- флюгеры и
- динамометры,
- ультразвуковые и лазерные измерители скорости,
- микровертушки и др.



Наиболее распространенные приборы для измерения скорости течения – гидрометрические вертушки.

Ими обычно измеряется местная скорость течения в отдельных точках потока.



Реже применяют вертушки для интеграционного определения средней скорости на вертикали или, например, средней поверхностной скорости потока.

Погрешность измерения гидрометрической вертушки

С помощью гидрометрического вертушки можно определить скорость воды с погрешностью 1-3%.

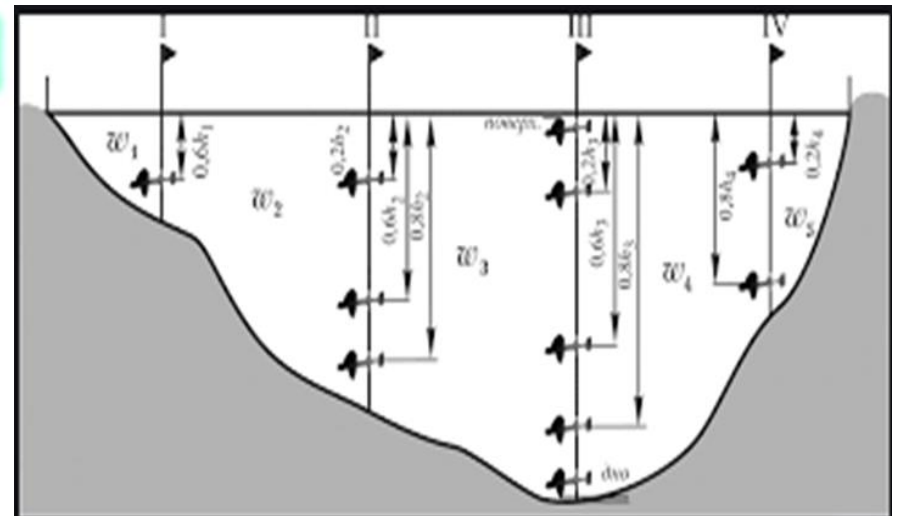
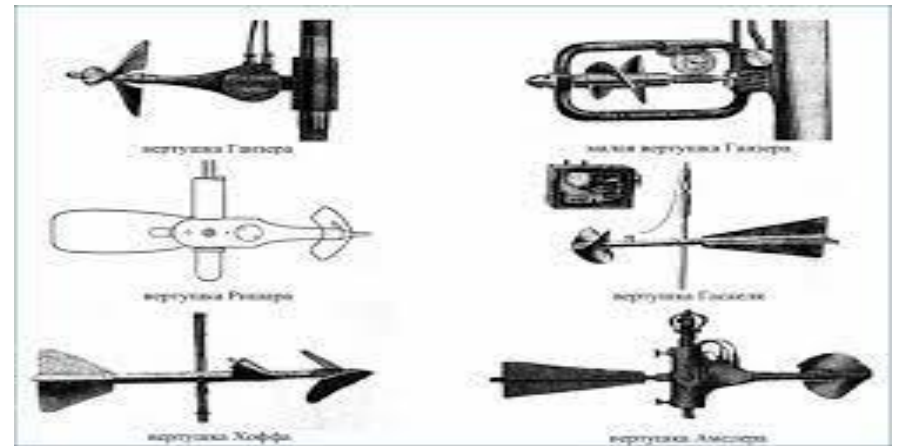
Таблица 2 – Средства измерения скорости течения воды

Тип устройства (страна изготовитель)	Диапазон измерения	Погрешность измерения	Выходная информация	Электропитание
1	2	3	4	5
Гидрометрические вертушки				
«Гидрометрическая микровертушка ГМЦМ-1» (Беларусь)	0,05-4,0 (м/с)	± 1,0 (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 9 В
Гидрометрическая вертушка М 2010 (США)	0,03-7,5 (м/с)	± 1,0 (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 9 В
Гидрометрическая вертушка М 3000 (США)	0,032-7,5 (м/с)	± 1,0 (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 9 В
Вертушка гидрометрическая С 2 (Германия)	от 0,025 до 5 (м/с)	± 1 %	Визуальная	Постоянное напряжение 6 В
Вертушка гидрометрическая С 20 (Германия)	от 0,03 до 2,5 (м/с)	± 1 %	Визуальная	Постоянное напряжение 6 В
Универсальная гидрометрическая вертушка С 31 (Германия)	от 0,025 до 10 (м/с)	± 1 %	Визуальная	Постоянное напряжение 6 В
Расходомер-скоростемер МКРС (Россия)	0,025-5,000 (м/с)	± 1,5 %	Визуальная	Постоянное напряжение 4,5 В
Измеритель скорости «Зонд» (Россия)	0-10,0 (м/с)	± 2,5-4,5 (%)	Визуальная	Постоянное напряжение 12 В

Конструкции гидрометрических вертушек постоянно совершенствуются

Различаются они по ряду признаков:

- ❑ направлению оси вращения,
- ❑ устройству лопастного винта или ротора,
- ❑ устройству контактного и счетного механизмов,
- ❑ способу опускания вертушки в воду и пр.



Принципы действия гидрометрических вертушек

Чувствительным элементом вертушки (датчиком), воспринимающим действие движущегося потока жидкости, является лопастной винт (ротор), вращающийся на оси.

Чем больше скорость течения, тем быстрее вращение ротора, тем больше делает он оборотов (n) в единицу времени.

На этом и основывается принцип действия гидрометрической вертушки: скорость течения воды и определяется в зависимости от числа оборотов ротора n в точке измерения.

Основные части вертушки

Основными частями гидрометрической вертушки являются:

- корпус,
- ходовая часть с лопастным винтом (ротором),
- счетно-контактный механизм и
- стабилизатор направления

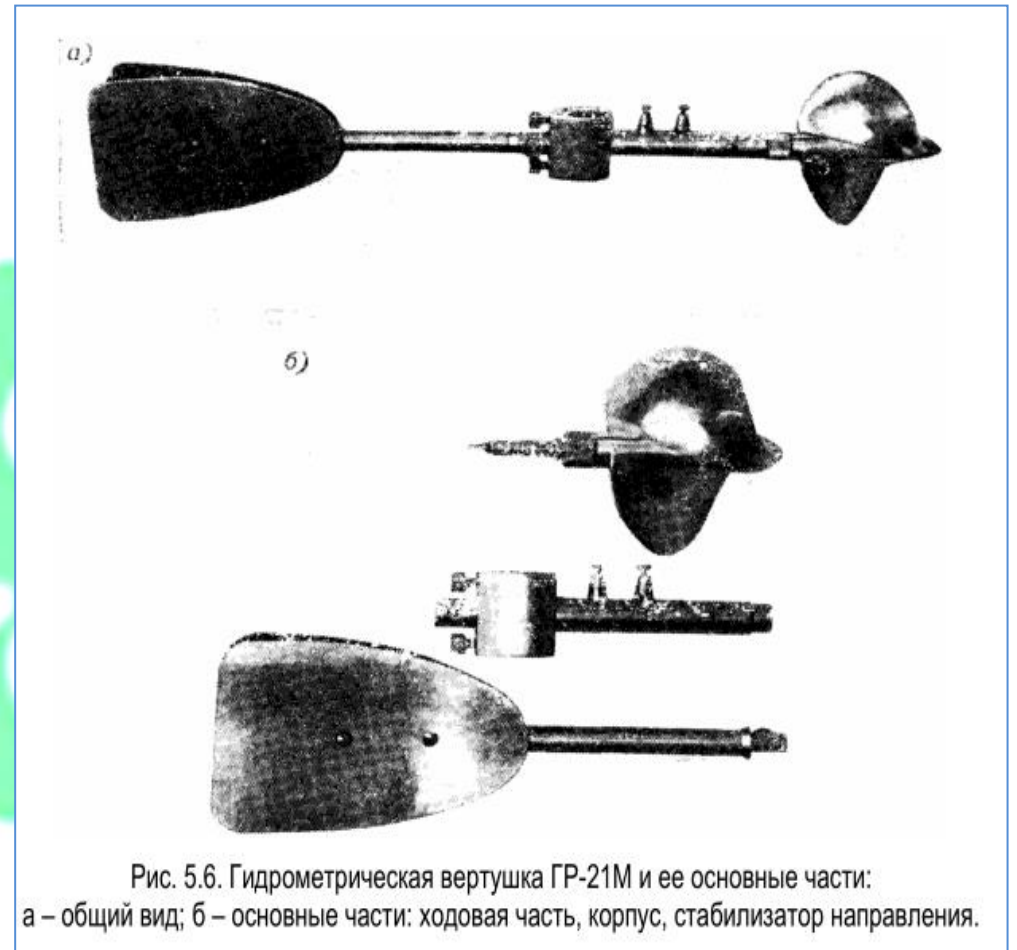


Рис. 5.6. Гидрометрическая вертушка ГР-21М и ее основные части:
а – общий вид; б – основные части: ходовая часть, корпус, стабилизатор направления.

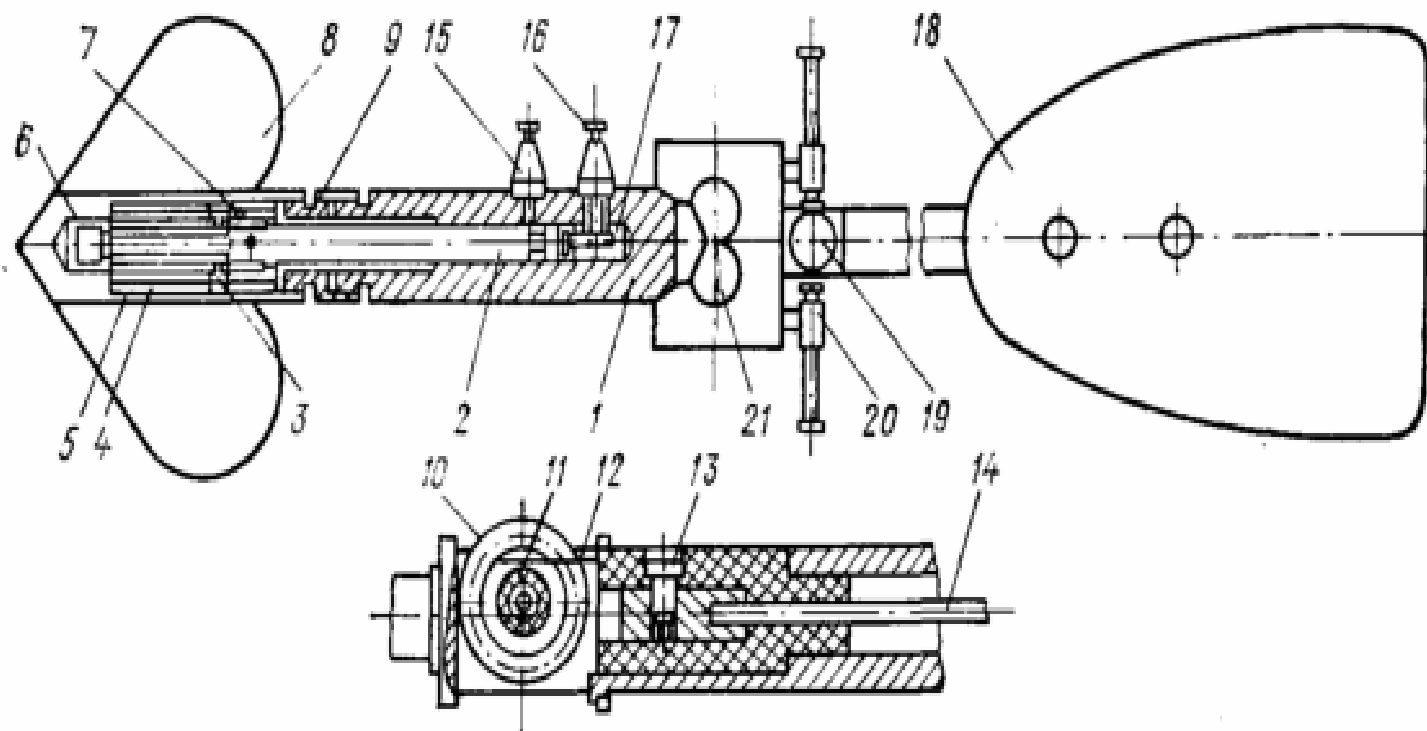


Рис. 5.7. Гидрометрическая вертушка ГР-21:

1 – корпус; 2 – ось; 3 – подшипник; 4 – внутренняя втулка; 5 – наружная упорная втулка; 6 – осевая гайка; 7 – червячная втулка; 8 – лопастной винт; 9 – зажимная муфта; 10 – червячная шестерня; 11 – контактный штифт; 12 – контактная пружина; 13 – контактный винт; 14 – токопроводящий стержень; 15 – массовая клемма; 16 – изолированная клемма; 17 – штепсельное гнездо; 18 – хвостовое оперение; 19 – винт; 20 – зажимные винты; 21 – указатель.

Градуировка гидрометрических вертушек

Гидрометрической вертушкой непосредственно измеряют число оборотов ротора N и время t , в течение которого продолжается процесс измерения.

По результатам измерений число оборотов в 1 с:

$$n = \frac{N}{t} .$$

Для определения скорости течения в точке измерения необходимо иметь зависимость числа оборотов лопастного винта вертушки в секунду n от скорости набегающего потока u .

Эту зависимость получают опытным путем. Испытания, в результате которых устанавливается зависимость $u=f(n)$ между скоростью течения и числом оборотов лопастного винта, называют градуировкой или тарированием гидрометрической вертушки.

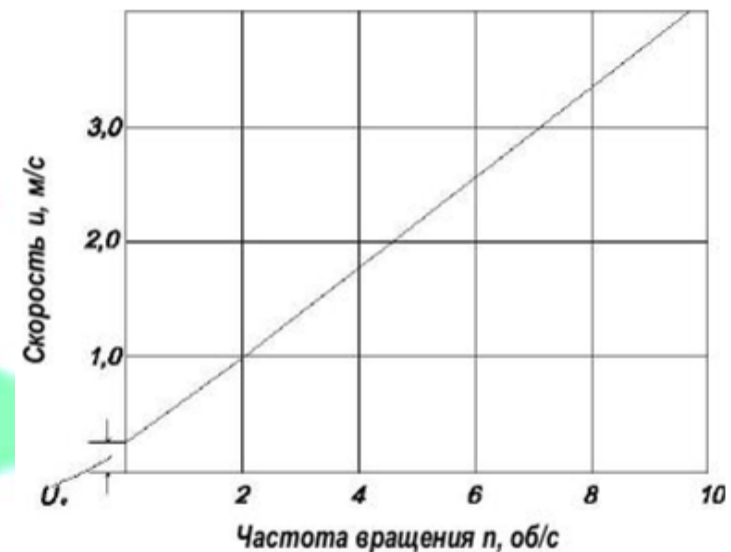
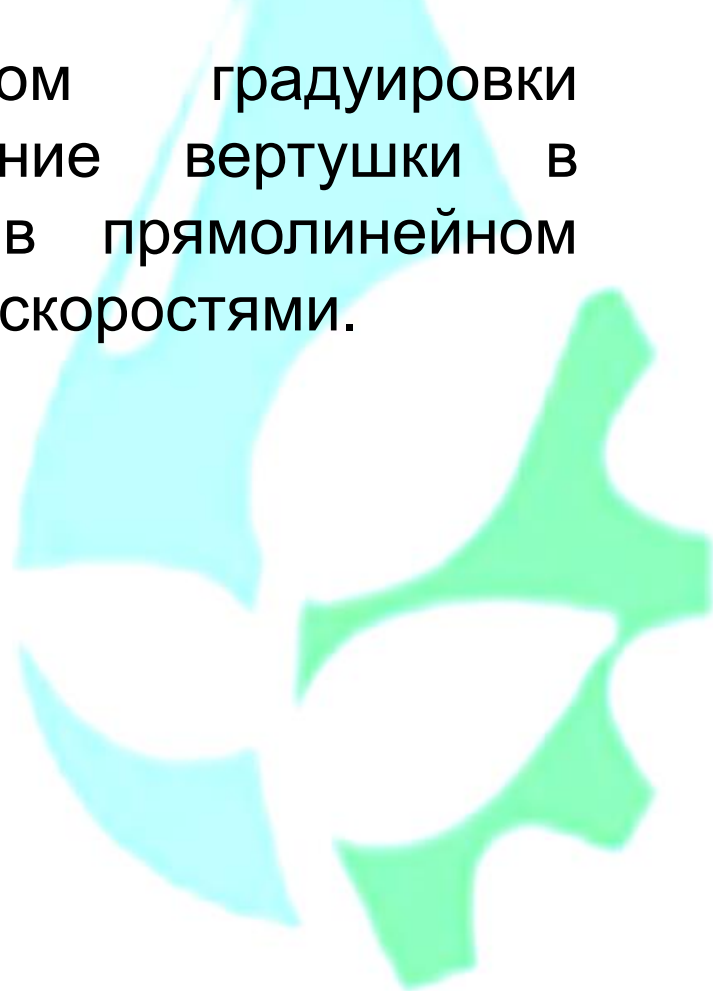


Рис. 24. Тарировочная зависимость гидрометрической вертушки

Градуировку производят в специальных градуировочных каналах или в круглых бассейнах.

Основным способом градуировки является перемещение вертушки в неподвижной воде в прямолинейном канале с различными скоростями.



Способы обработки градуировки вертушки

Результаты градуировки вертушки обрабатываются:

- графическим или*
- аналитическим способом.*



Графический способ заключается в том, что по данным градуировки строится график связи $u=f(n)$

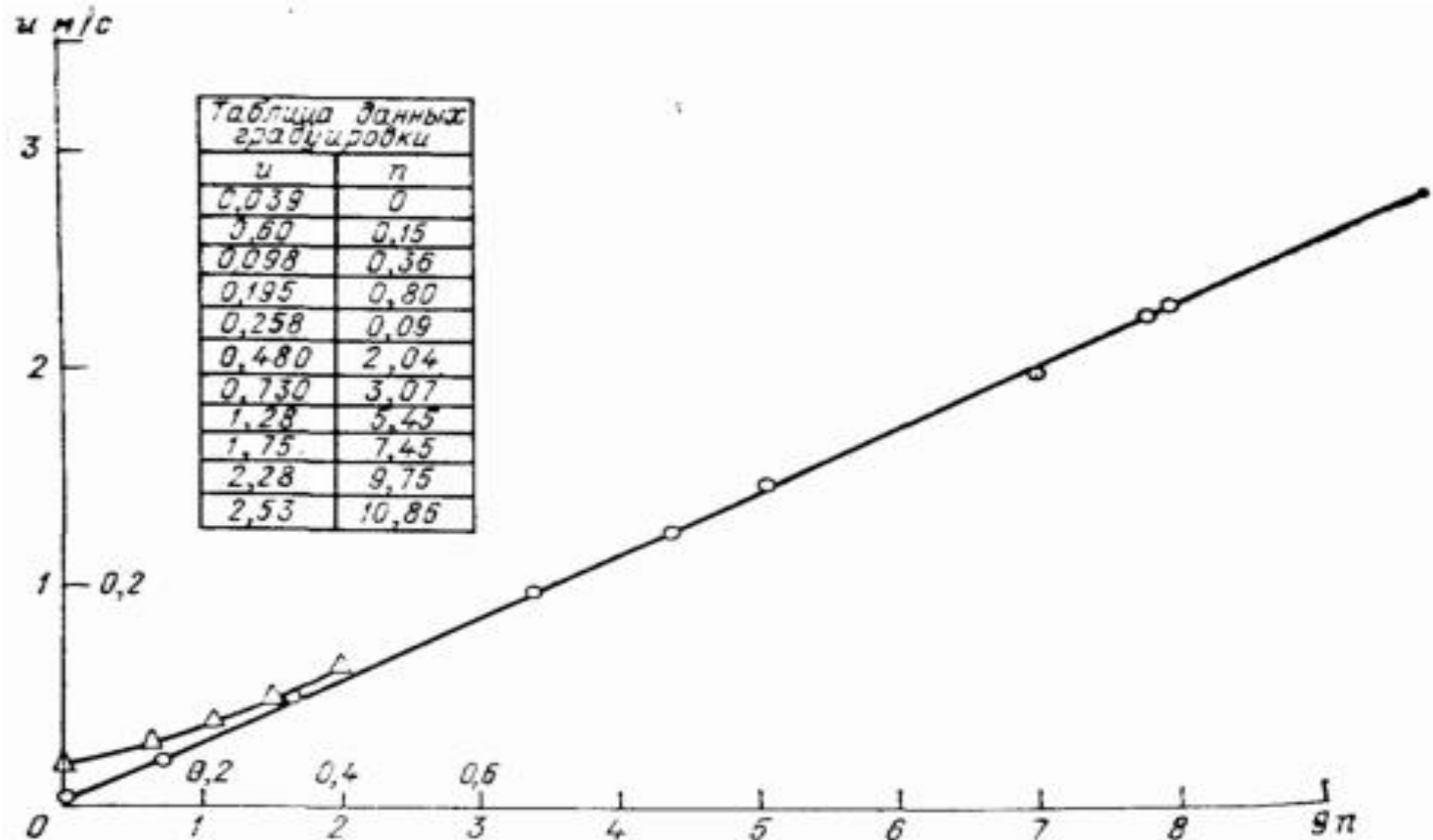


Рис. 5.8. Градуировочная (тарировочная) кривая гидрометрической вертушки.

Аналитический способ обработки градуировки вертушки

Аналитический способ обработки результатов градуировки вертушки заключается в подборе коэффициентов уравнений градуировочной кривой. Криволинейный участок аналитически описывается уравнением гиперболы:

$$u = an + \sqrt{bn^2 + u_0^2},$$

а прямолинейный – уравнением прямой, проходящей через начало координат:

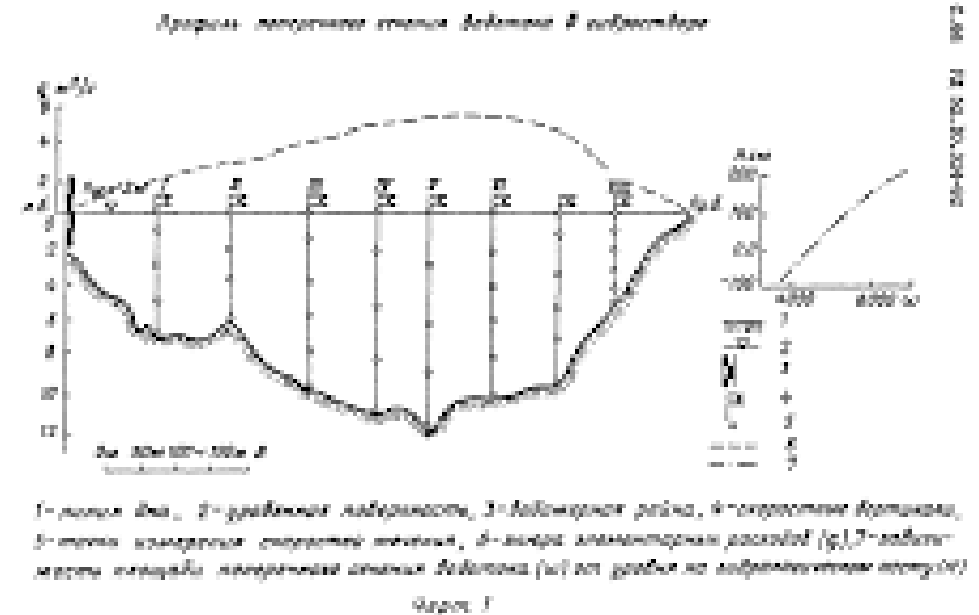
$$u = k \cdot n,$$

где n – число оборотов лопастного винта в секунду, u_0 – начальная скорость вертушки по данным градуировки, k – гидравлический шаг лопастного винта, a и b – параметры.

Измерение скорости течения гидрометрической вертушкой

Гидрометрической вертушкой измеряют местные скорости течения воды u в строго фиксированных точках потока на заранее назначенных вертикалях.

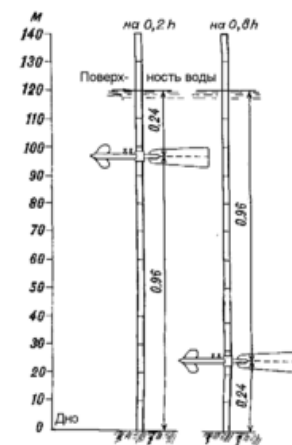
Вертикали, на которых измеряют скорости течения, называют скоростными. Вертикали обозначаются порядковыми номерами, начиная от постоянного начала.



Расположение скоростных вертикалей

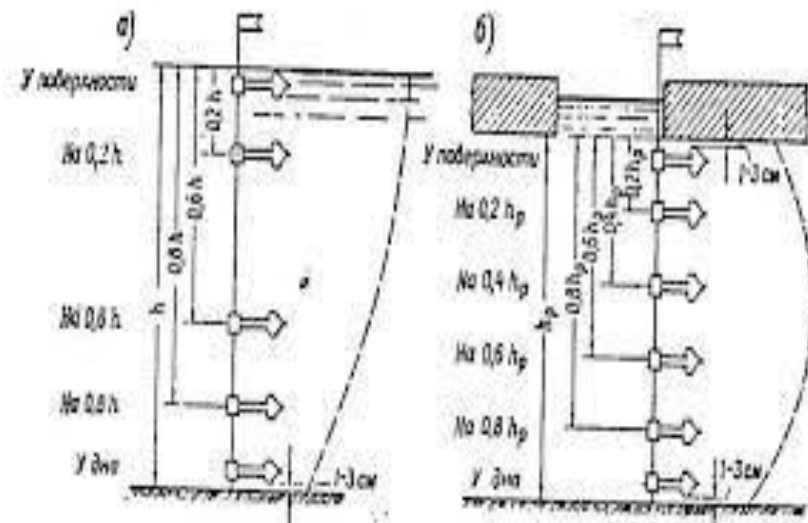
Номера вертикалей проставляются на марках разметочных канатов и у меток на конструкциях гидротехнических сооружений, расстояние от постоянного начала заносится в книжку (КГ-3М).

Число точек измерения скорости зависит от глубины на вертикали, состояния водотока, требуемой точности измерений, размеров лопастного винта вертушки.



Рабочая глубина на вертикали

Рабочей глубиной на вертикали называется глубина от поверхности воды до дна, а при ледяном покрове – от нижней поверхности льда до дна; при наличии подледной шуги – от нижней поверхности шуги до дна.



В зависимости от состояния русла водного потока и требуемой точности измерения скорости течения производят несколькими способами

Способы измерения скорости течения гидрометрической вертушкой на вертикали с учетом состояния русла

Состояние русла	Число точек измерения по глубине вертикали
<i>Многоточечный (детальный) способ</i>	
Если русло свободно от водной растительности и льда	В пяти точках: у поверхности воды; на 0,2; 0,6; 0,8 рабочей глубины и у дна
При наличии в русле водной растительности и под ледяным покровом	В шести точках: у поверхности воды/ при наличии ледяного покрова у нижней поверхности льда; на 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 рабочей глубины и у дна
При проведении научно-исследовательских работ, когда глубина на вертикали больше 1,5 м	В десяти точках: у поверхности; на 0,2; 0,3; 0,4; 0,5; 0,6; 0,7; 0,8; 0,9 рабочей глубины и у дна
<i>Основной и сокращенный способ</i>	
В свободном русле и при ледяном покрове	В двух точках: 0,2 и 0,8 рабочей глубины, а если глубина менее 0,75 м – в одной точке, соответственно на 0,6 или 0,5 рабочей глубины
При наличии в русле водной растительности	В трех точках: 0,15; 0,5 и 0,85 рабочей глубины, а при недостаточной глубине на 0,5 рабочей глубины
<i>Одноточечные измерения</i>	
В свободном русле	0,6 рабочей глубины
При наличии льда и водной растительности	0,5 рабочей глубины

Литература:

- 1.T. Davie. Fundamentals of hydrology. Second edition. Madison Avenue, New York, 2008 y. 221 p.
- 2.Elizabeth M. Shaw Hydrology in Practice.Third Edition.2005.-145b.
- 3.Rasulov A.R., Xikmatov F.X., D.P. Aytboev. Hidrologiya asoslari, «Universitet», Toshkent, 2003,326 bet.
- 4.Karimov S.K., Akbarov A.A., Jonqobilov U. Hidrologiya, gidrometriya va oqim hajmini rostdash.Darslik. – T.: O‘qituvchi, 2004.-230 b.
- 5.Akbarov A.A., Nazaraliev D.V., Xikmatov F.X. «Gidrometriya» fanidan o‘quv qo‘llanma, TIMI, Toshkent, 2008y.154 bet.
- 6.Melnikova T.N. Praktikum po gidrologii, Uchebnik. Maykop – 2012 g. 153 b.
- 7.A.V.Savkin, S.V.Fedorov. Hidrologiya. O‘quv qo‘llanma. – Sankt-Peterburg.:2010.-102b.

<https://moodle.tiame.uz/course/view.php?id=705>

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!



NAZARALIYEV DILSHOD
VALIDJANOVICH



+ 998 71 237 0971



dnazaraliyev@yandex.com



NAZARALIYEV DILSHOD



Gidrologiya va gidrogeologiya
kafedrasi dotsenti

