

ИЗГОТОВЛЕНИЕ РУСЛОВОЙ МОДЕЛИ НА ПРИМЕРЕ УЧАСТКА Р. ДНЕСТР С ВОДОЗАБОРОМ КАРАГАШСКОЙ ОС.

Дмитриев С. В. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса),

Технология изготовления, подбор материалов, параметры и конструктивные особенности русловой модели – это те факторы которые, так или иначе, влияют на результаты исследований, проводимых на этой модели. Решение задачи по оптимизации этих факторов позволяет добиться гидравлического подобия модели и природы.

Гидравлические модельные исследования включают в себя изготовление модели, которая должна удовлетворять известным требованиям, в частности, для исследования водозаборов на средних реках, наиболее подходящей является жесткая модель, выполненная из цементно-песчаного раствора.

Для исследования участка р. Днестр с водозабором Карагашской ОС была выполнена такая модель по специальной технологической схеме.

После определения конфигурации экспериментальной площадки, на которой будет размещена модель русла, и изготовления подпорных стенок были воспроизведены в соответствующих масштабах границы и поперечные сечения моделируемого русла. Для его профилирования использовались шаблоны. Их вырезали из фанеры по контурам, повторяющим конфигурацию поперечных сечений русла, которые стали известны в результате гидрографической съемки. Полученный шаблон устанавливали на соответствующей высотной отметке, выдерживая нужную ориентацию. После установки всех шаблонов промежутки между ними засыпались песком до уровня примерно 25-50 мм ниже окончательной поверхности русла. Затем в модель заливали цементно-песчаный раствор (состав 1:3) и путем его тщательного выравнивания в секциях между шаблонами, добивались требуемой конфигурации поверхности русла.

При внесении в конструкции водозаборного сооружения также применялся цементно-песчаный раствор (состав 1:3).

Параметры модели были выбраны исходя из размеров имеющейся русловой площадки и удовлетворения условиям гидравлического подобия [2].

Перед началом модели русла реки находится успокоительный бассейн с повышенными глубинами, в котором расположены гасители энергии, обеспечивающие успокоение потока и выравнивание его скоростей по ширине бассейна перед входом на модель. Для этих же целей в начале модели были предусмотрены специальные решетки. В конце модели русла реки и в конце модели водозабора имелись сбросные каналы для отвода воды в общий бассейн, откуда вода подается насосом на головные баки, оборудованные мерными водосливами. Водоснабжение модели было оборотным, т.е. вода из бака вновь насосами подавалась на модель. Для регулирования уровня воды в русле реки и в канале были построены шандорное и спицевое устройства в конце каждого элемента модели соответственно. Мерные треугольные водосливы были расположены в головном устройстве для измерения расхода воды, забираемой на орошение. (Рис. 1).

Участок русла реки от начала модели до створа водозабора в 1,5 раза длиннее по сравнению с участком русла ниже створа водозабора. Такое расположение сооружения на модели обусловлено тем, что верхний по течению участок должен обеспечить формирование гидравлической и кинематической структуры потока, а нижний – уменьшить или исключить влияние на водозабор кривой подпора, образующегося от концевого регулирующего устройства.

Оценить работу водозаборного сооружения можно по характеру его взаимодействия с русловым потоком, которое определяет степень заиляемости и заносимости водозабора льдом.

Заиляемость, в основном, можно характеризовать положением донных линий тока, так как 80% всех наносов в реке Днестр расположены в придонных слоях.

Заносимость льдом может быть охарактеризована поверхностными линиями тока.

В настоящей работе поверхностные течения исследовались при помощи видеосъемки поплавков, донные – наблюдением за направлением поворота установленных на дне флажков.

Проверка гидравлического подобия модели и природы необходима для убежденности в достоверной интерпретации получаемых на модели результатов. Наиболее приемлемым было бы сопоставление натуральных наблюдений с модельными данными. В нашем случае, однако, отсутствуют какие-либо натурные измерения,

например, скоростей, уклонов или других параметров потока, кроме измерений глубин на участке водозабора. Поэтому для проверки адекватности модели и натуре было проведено расчетное определение среднего уклона водной поверхности на участке реки перед водозабором и сопоставление с измеренным уклоном на модели.

Определение уклона реки проводилось по формуле Железнякова для пропускной способности естественных русел [1]:

$$Q = \bar{\beta}_* \bar{C} \bar{\omega} \sqrt{\bar{h}_{mt} \left[1 + \frac{1}{L} \left(\frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} - \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} \right) \right]}, \quad (1)$$

Здесь в обозначении Железнякова:

$\bar{\beta}_*$ - средний коэффициент формы створа, зависящий от соотношения $\frac{\bar{h}_{mt}}{h_{max}}$ и принимаемый по таблице, приведенной в [1];

\bar{h}_{mt} - средняя глубина потока;

h_{max} - максимальная глубина потока;

\bar{C} - среднее значение коэффициента Шези;

$\bar{\omega}$ - средняя площадь живого сечения;

L - расстояние между створами, где измерялись соответствующие параметры;

V_1, V_2 - скорости в расчетных створах;

α_1, α_2 - коррективы скорости.

Для расчета уклона "Г" на плане участка реки в изобатах были намечены створы 1-1 и 2-2 [2], на расстоянии $L = 100$ м, определены необходимые параметры $\bar{\beta}_*, \bar{\omega}, \chi, \bar{C}, V, R, \bar{h}_{mt}$ и найдены их средние значения.

Коэффициенты Шези определялись по формуле Железнякова при коэффициенте шероховатости $n = 0,025$:

$$C = \frac{1}{2} \left[\frac{1}{n} - \frac{\sqrt{g}}{0,13} * (1 - \lg R) \right] + \sqrt{\frac{1}{4} \left[\frac{1}{n} - \frac{\sqrt{g}}{0,13} (1 - \lg R) \right]^2 + \frac{\sqrt{g}}{0,13} \left(\frac{1}{n} + \sqrt{g} \lg R \right)} \quad (2)$$

В результате расчетов получен уклон водной поверхности в натуральных условиях на выделенном участке реки: $I_n = 0,000272$

Расчеты выполнялись для расхода $Q = 860 \text{ м}^3/\text{с}$, при котором проводились замеры глубин.

На модели в соответствии с масштабными коэффициентами были проведены измерения уклона при расходе:

$$Q_m = 16,2 \text{ л/с} = 0,0162 \text{ м}^3/\text{с} \quad (3)$$

По соотношению $I_m = 3I_n$ уклон на модели должен быть равным: $I_m = 3 * 0,000272 = 0,000816$. (4)

Разность между измеренным и требуемым уклоном составляет 2,5%, что дает основание предположить, что, несмотря на некоторую условность расчетов и погрешности измерений, полученный результат позволяет утверждать о соблюдении гидравлического подобия модели и натуре.

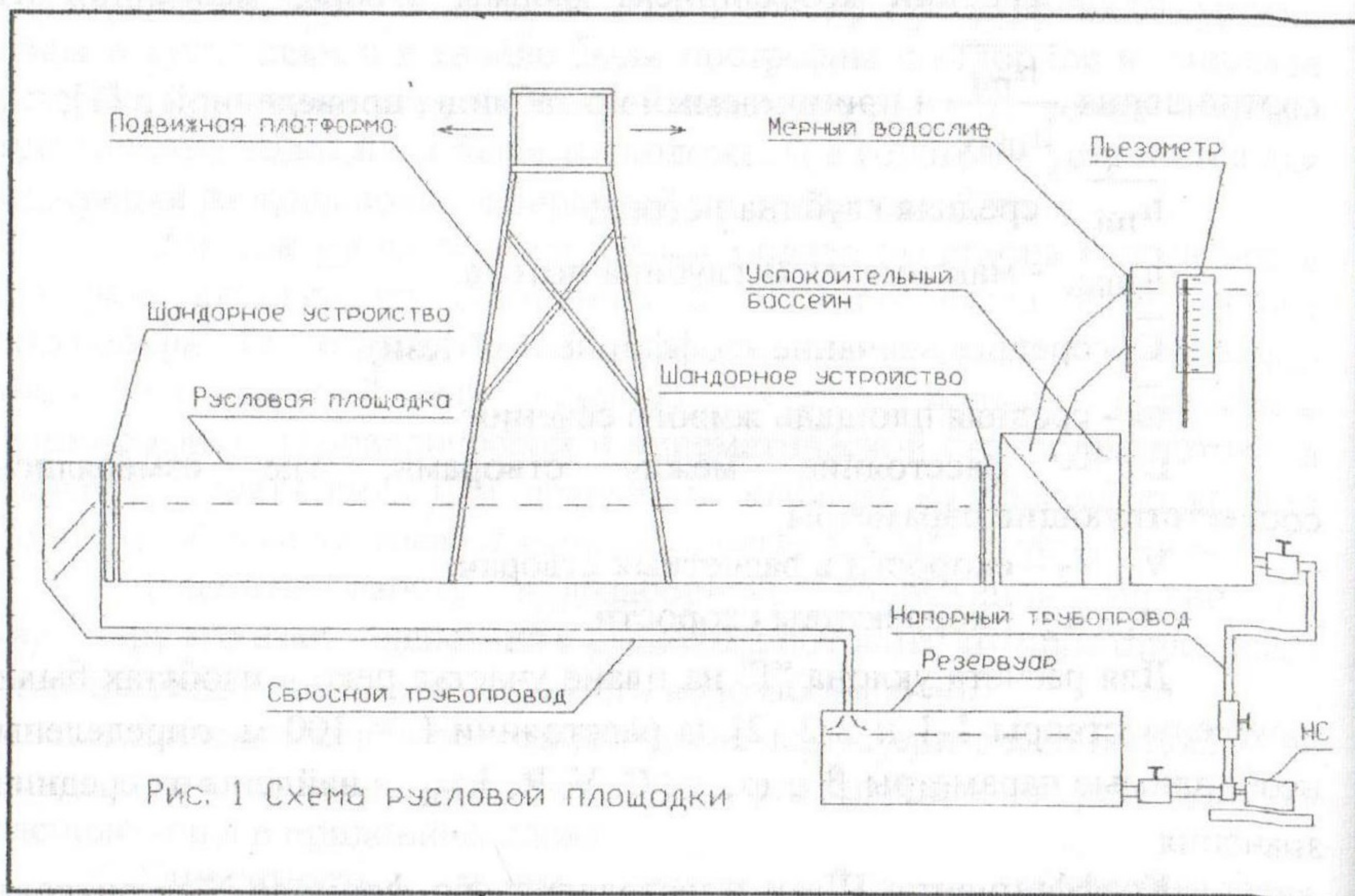


Рис. 1 Схема русловой площадки

Литература

1. Леви И. И. Моделирование гидравлических явлений. М.-Л.: Госэнергоиздат, 1960г.
2. Дмитриев С. В., Слободянюк В. П. Определение главных критериев моделирования руслового процесса при моделировании участка р. Днестр с водозабором. Од., Вісник ОДАБА №12, 2003г.