

УДК 627.4, 574.65

Шестова Марина Вадимовна¹, кандидат технических наук, доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений
e-mail: shestowam@yandex.ru

¹Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

ОБОСНОВАНИЕ РУСЛОФОРМИРУЮЩЕГО РАСХОДА ВОДЫ ДЛЯ ОЦЕНКИ РУСЛОВЫХ ДЕФОРМАЦИЙ И УСТОЙЧИВОСТИ СУДОВОГО ХОДА В РАЙОНЕ СТРОЯЩЕГОСЯ МОСТОВОГО ПЕРЕХОДА ЧЕРЕЗ Р. ОКА (15-Й КМ СУДОВОГО ХОДА)

Аннотация. Интегральной характеристикой, отражающей не только водоносность реки, но и ее гидрологический режим, в том числе особенности транспорта наносов, является руслоформирующий расход воды. Именно при его прохождении в русле реки происходят наиболее значительные русловые деформации. Для участка р.Ока в районе строящегося мостового перехода (15 км от ее устья) выполнены исследования по обоснованию руслоформирующего расхода на основании статистических данных по расходам и уровням воды по гидрологическому посту «Новинки». Полученные результаты использованы при математическом моделировании гидродинамики речного потока в районе строящегося мостового перехода на р.Ока (г.Нижний Новгород).

Ключевые слова: русловые деформации, руслоформирующий расход воды, уровни воды, гидрологический режим.

При производстве гидротехнических расчетов часто используется интегральная характеристика, называемая руслоформирующим расходом воды. Ее величина зависит от суммарного расхода взвешенных и влекомых наносов, от величины стока реки, от уклона воды. Таким образом, под руслоформирующим понимается расход воды, который в течение некоторого отрезка времени (обычно гидрологического года) оказывает наиболее существенное воздействие на русло по сравнению с другими наблюдающимися за этот период расходами воды.

Определение руслоформирующих расходов ведется по общепринятой методике на основании многолетней кривой связи расходов и уровней воды $Q=f(H)$, по результатам расчетов строится график $f(Q) = [f(\delta Q^m PI)]$. Величина руслоформирующего расхода, согласно Н. И. Маккавееву, будет соответствовать максимуму выражения:

$$Q_{\phi} = \max [f(\delta Q^m PI)], \quad (1)$$

где δ – коэффициент, зависящий от ширины разлива реки и учитывающий кинематический эффект в скоростном режиме и транспортирующие способности потока;

Q – средний расход воды каждого интервала, на которое разбивается весь наблюдаемый в данном створе диапазон расходов, м³/с;

P – повторяемость расхода воды Q , %;

I – соответствующий ему уклон водной поверхности;

m – показатель степени, зависящий от крупности наносов.

Наглядно принцип построения эпюры руслоформирующих расходов показан на рисунке 1.

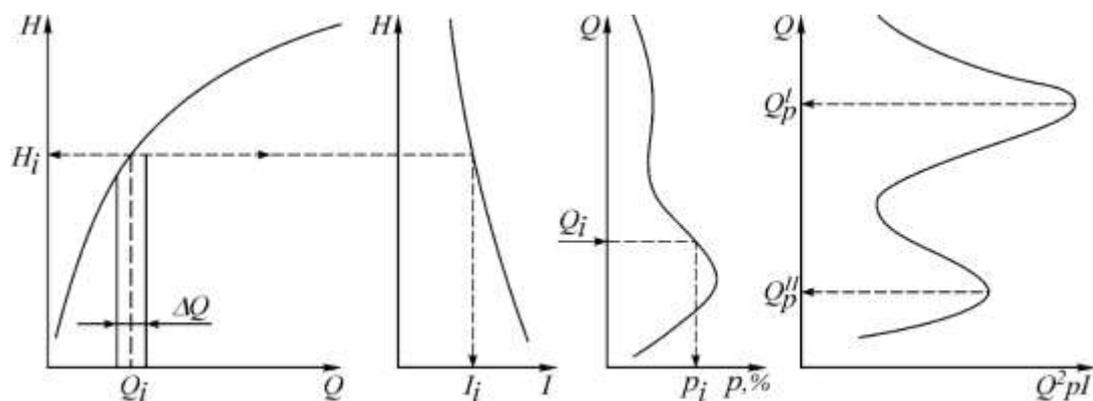


Рисунок 1 - Принцип построения эпоры руслоформирующих расходов

При построении обычно обнаруживается несколько максимумов, а по их числу, величине (обеспеченности) и по их положению на графике относительно расхода, при котором затопляется пойма, судят об особенностях русловых процессов, о типе русла реки.

Основным является верхний руслоформирующий расход воды, который проходит при затопленной пойме и существенно влияет на формирование рукавов. При среднем и нижнем расходах происходит активное переформирование побочней, в том числе их отторжение и превращение в осередки. Нижний максимум примерно соответствует расходу и уровню воды немного большему среднего многолетнего.

Из практики производства путевых работ известно, что именно подобные деформации (формирование побочней и осередков) наиболее неблагоприятно влияют на судоходное состояние реки, снижают эффективность дноуглубительных работ.

Данный подход был применен для обоснования расчетного расхода воды в математическом моделировании русловых процессов и устойчивости судового хода в районе строящегося мостового перехода через р. Ока на 15-ом км судового хода. Объект исследования включал в себя участок р.Ока выше на 5 км створа будущего мостового перехода «Дублер пр. Гагарина в г. Нижний Новгород (4 очередь)» и до места впадения в р. Волга.

Особенностью исследуемого участка реки Оки является то, что ее устьевой участок располагается в зоне выклинивания подпора Чебоксарского водохранилища, а выше 20-го км по оси судового хода река находится в свободном состоянии.

Для того, чтобы определить расход воды и соответствующий ему уровень воды, при которых происходят наиболее интенсивные русловые деформации на участке нижней Оки, были исследованы руслоформирующие расходы за период с 2006 г. по 2010 г. В качестве опорного гидрологического поста (г/п) был принят г/п «Новинки», находящийся в непосредственной близости от створа проектируемого мостового перехода на р.Ока. За обозначенный период по данному гидрологическому посту был изучен статистический материал по расходам и уровням воды. На основании этого выявлена статистическая зависимость, которая в свою очередь описывается соответствующим уравнением регрессии и расчетным коэффициентом детерминации R^2 . Графически зависимость уровней воды от расходов воды по г/п «Новинки» представлена полиномиальной кривой (рисунок 2).

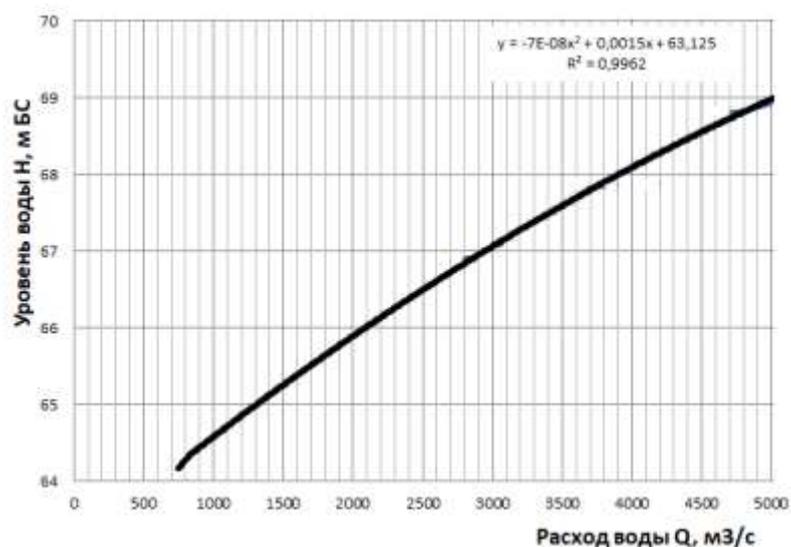
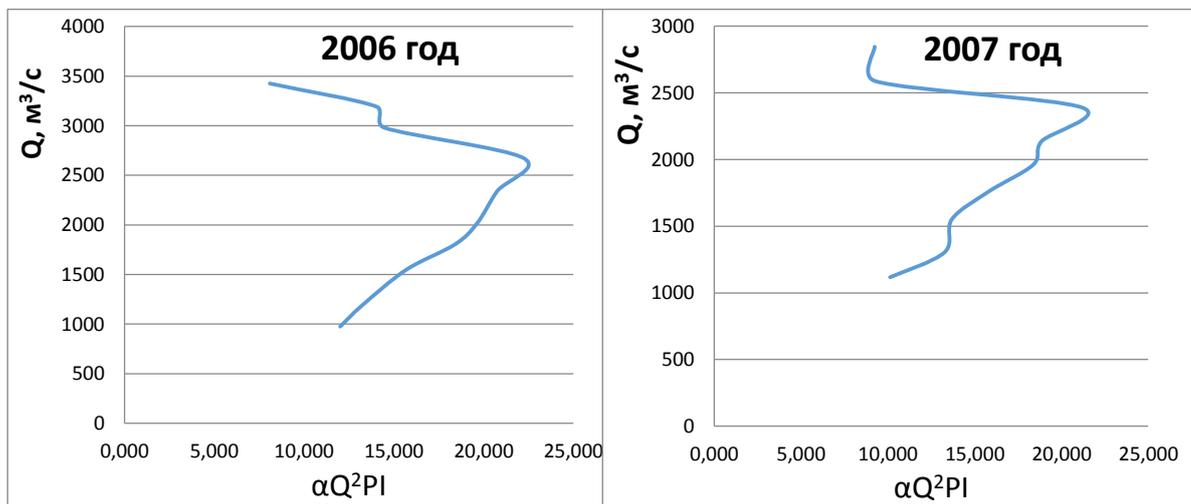


Рисунок 2 - Зависимость уровней воды от расходов воды по гидропосту «Новинки»

В соответствии с существующей методикой были построены эпюры руслоформирующих расходов воды за 2006 – 2010 гг. Для их построения (а именно определения уклонов) использовалась кривая свободной поверхности воды, соответствующая отметкам проектного уровня воды по г/п «Новинки» и г/п «Нижний Новгород» (рисунок 3).

Из их анализа видно, что нижний максимум руслоформирующих расходов воды колеблется от 2000 до 2700 м³/с. С учетом связи расходов с уровнями воды (по данным за 2006-2010 гг.) можно сделать вывод, что интенсификация русловых деформаций происходит при уровне воды 66,4 мБС и соответствующему ему руслоформирующему расходу воды 2420 м³/с.

Полученный результат лег в основу математического моделирования русловых процессов на исследуемом участке р.Ока при высоких уровнях воды.



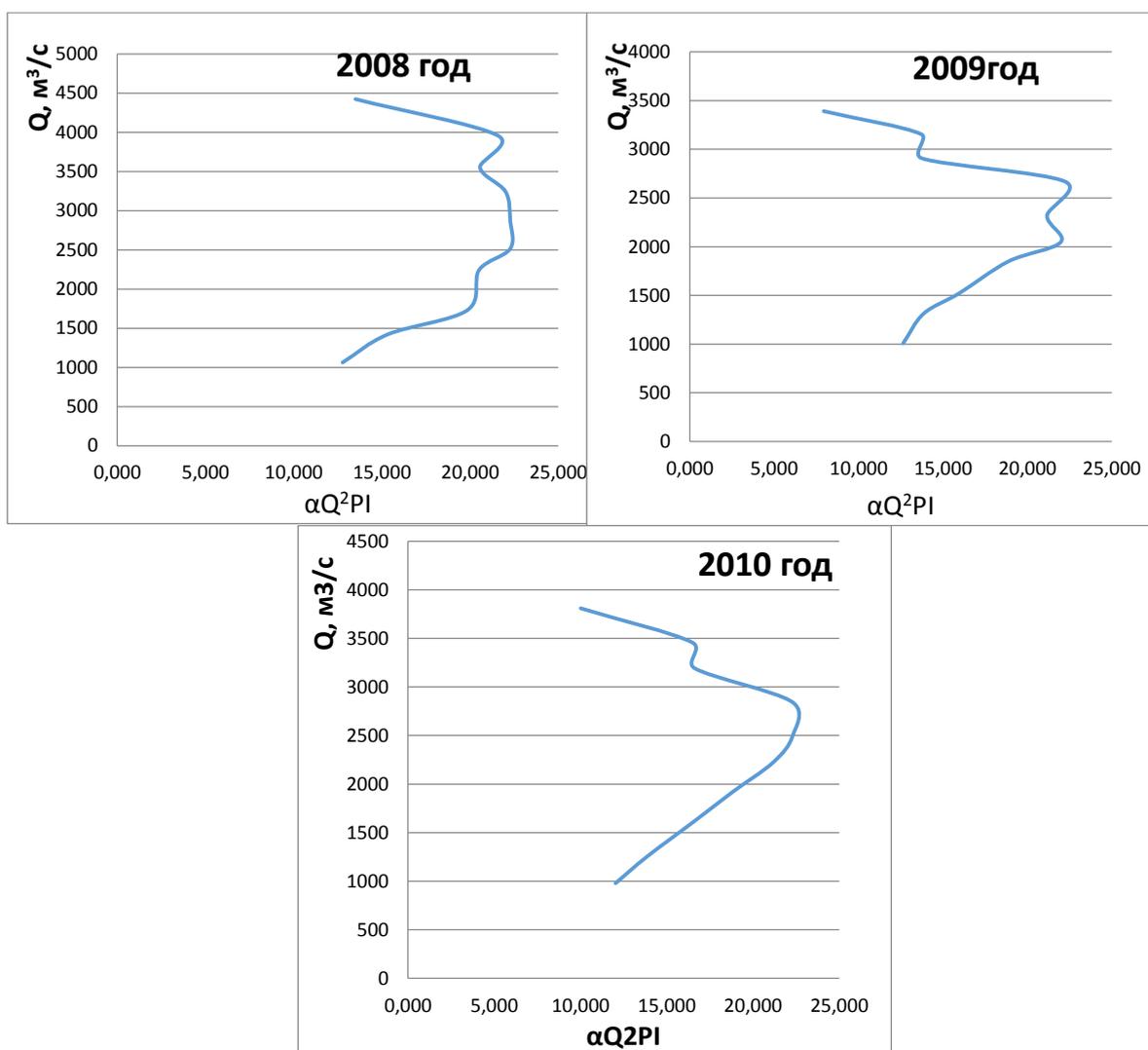


Рисунок 3 - Эпюры руслоформирующих расходов воды за период 2006-2010гг. по гидропосту «Новинки».

Список литературы:

1. Проектирование судовых ходов на свободных реках. Труды ЦНИИЭВТа под ред. проф. Н.И.Маккавеева. М.- «Транспорт», 1964.
2. Гришанин, К.В. Водные пути / К.В. Гришанин, В.В. Дегтярев, В.М.Селезнев. – М.: Транспорт, 1986. – 400 с.
3. Шестова М. В. Гидрологический режим нижнего бьефа ГЭС и его влияние на условия судоходства. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук [Текст] / М. В. Шестова – Н. Новгород, 2006.
4. Руслоформирующие расходы воды и их учет при оценке интенсивности русловых деформаций рек. / Шестова М.В., Погодин А.В. // 13-й Международный научно-промышленный форум «Великие реки-2011» [Текст]: [труды конгресса]. В 2 т. Т.2 / Нижегород.гос.архит.-строит.ун-т отв.ред. Е.В.Копосов- Н.Новгород: ННГАСУ, 2012.- С.16-23.

JUSTIFICATION OF THE CHANNEL-FORMING WATER DISCHARGE FOR THE ASSESSMENT OF CHANNEL DEFORMATIONS AND THE STABILITY OF THE SHIPPING IN THE AREA OF THE BRIDGE CROSSING OVER THE OKA RIVER UNDER CONSTRUCTION (15 KM OF THE SHIPPING)

Marina V. Shestova

Abstract. An integral characteristic that reflects not only the water content of the river, but also its hydrological regime, including the features of sediment transport, is the channel-forming water flow. It is during its passage in the riverbed that the most significant channel deformations occur. For the section of the Oka River in the area of the bridge under construction (15 km from its mouth), studies were carried out to substantiate the channel-forming discharge based on statistical data on discharges and water levels at the Novinki hydrological station. The results obtained were used in mathematical modeling of the hydrodynamics of the river flow in the area of the bridge under construction on the Oka River (Nizhny Novgorod).

Keywords: channel deformations, channel-forming water discharge, water levels, hydrological regime.

