



УДК 627.4, 574.65

ОБОСНОВАНИЕ СКОРОСТЕЙ ТЕЧЕНИЯ В РАЙОНЕ ВОДОВОДОВ ЗАВОДСКИХ СЕТЕЙ В ПЕРИОД ПОЛОВОДЬЯ И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО СНИЖЕНИЮ НЕГАТИВНЫХ ПОСЛЕДСТВИЙ НА НИХ ПОСЛЕ ВОЗВЕДЕНИЯ МОСТА В СОСТАВЕ ОБЪЕКТА – ДУБЛЕРА ПР. ГАГАРИНА Г. Н.НОВГОРОД

Ситнов Александр Николаевич, профессор, д.т.н., зав. кафедрой водных путей и гидротехнических сооружений
Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Шестова Марина Вадимовна, доцент, к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидротехнических сооружений
Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5

Аннотация. Интенсивность русловых процессов, протекающих в речных потоках, определяется их скоростным режимом, который в свою очередь зависит от различных уровней воды. В работе представлены результаты исследования изменения русловых процессов на р. Ока (15-16 км судового хода) в районе водоводов ООО «Заводские сети» и их влияние на состояние водоводов. На основании полученных результатов также были даны рекомендации по снижению негативного воздействия от возведения мостового перехода на р. Ока в районе 15 км.

Ключевые слова: гидрологический режим, русловые деформации, скоростной режим потока, дноуглубительные работы.

Объектом исследования являлся участок р. Ока в районе расположения водоводов ООО «Заводские сети» (15-16 км судового хода). Проблема водоводов, расположенных в несудоходном рукаве Новинского водного узла р. Ока (г. Н. Новгород) и возникшая при их размывании, связана со скоростным режимом потока, параметры которого изменяются при разных уровнях воды.

Целью выполненной работы являлось исследование изменения русловых процессов р.Ока в районе водоводов ООО «Заводские сети» при строительстве опор мостового перехода (15-й км судового хода) и производстве дноуглубительных работ, а также разработка рекомендаций по обеспечению безопасности водоводов.

Решаемые задачи:

1. Оценка скоростного режима потока в естественном и проектном состояниях для выявления влияния строительства моста и производства дноуглубительных работ на безопасность водоводов;

2. На основе полученных результатов дать рекомендации по снижению возможного негативного эффекта на водоводах Заводских сетей.

Оценка влияния строительства мостового перехода на размыв труб при низких уровнях выполнена методом математического моделирования русловых деформаций, показавшего, что такое влияние незначительно. Но задача оценки влияния скоростей течения при высоких уровнях во время половодья не рассмотрена и для ее решения был применен аналитический способ, основанный на классических методических подходах обоснования скоростного режима потока. Он позволяет рассчитать неразмывающую, размывающую, среднюю и донную скорости непосредственно в зоне расположения водоводов Заводских сетей. Определяющим при обосновании скоростного режима является величина расхода воды по поперечному сечению потока, находящаяся методом плоских сечений. Расчет связан с построением интегральных кривых расхода, при которых графическим способом находятся границы равнорасходных струй и в их пределах определяется расход воды и средняя скорость течения. Последняя в установленных границах сопоставляется с неразмывающей и размывающей скоростями, определяемыми по аналитическим зависимостям. По результатам расчетов строится совмещенный график изменения скоростей средней $V_{ср}$, неразмывающей $V_{нр}$, размывающей $V_{р}$ по длине исследуемого участка реки в границах поперечных сечений. На основании анализа графика прогнозируются деформации дна в расчетной зоне.

Оценка скоростного режима выполнена для двух расчетных вариантов при условии прохождения низкого (проектного) и высокого расходов воды. Для исследования характера скоростей на исследуемом участке р.Ока выбрано три расчетных сечения: №1 – выше водовода на 100 м; №2 – в створе водовода; №3 – ниже водовода по течению на 70 м, а также три расчетных зоны: №1 – труба находится под грунтом, №2 – труба обнажена и провисает, №3 – труба частично находится под грунтом, частично обнажена.

На основе аналитических расчетов были построены интегральные кривые расхода при проектном и высоком уровнях воды. При их построении общий расход воды делился на совокупность струй. В качестве основных струй выбирались те, которые наиболее полно «вписывались» в контуры расчетных зон. В результате были определены значения неразмывающих, размывающих, средних и донных скоростей течения непосредственно в зоне расположения водоводов Заводских сетей (расчетные зоны №1, 2, 3) при низком (проектном) уровне воды.

Сравнительный анализ результатов аналитическим способом и с помощью математического моделирования показал, что расхождение в полученных значениях скоростей не превышает 5%, что говорит о возможности использования аналитического подхода для определения скоростей течения при высоком уровне воды без создания дополнительных математических моделей.

Анализ полученных значений скоростей показал, что в период весеннего половодья, когда уровни воды значительно возрастают, происходит увеличение значений скоростей течения практически в два раза, что не может не сказаться на русловых деформациях русла в районе рассматриваемых водоводов Заводских сетей. Для наглядности выявления зон размывов построены совмещенные графики изменения скоростей течения по длине струй, проходящих через расчетные зоны (рис.1-3). Анализ полученных графиков показывает, как происходит изменение направленности средних и донных скоростей на участке по отношению к неразмывающим скоростям.

На участке продольного профиля, построенного **по зоне №1**, где трубы водоводов находятся под грунтом дна, лишь в створе водоводов средние скорости приближаются к неразмывающим значениям. На всем участке наблюдается стабильность дна, размывов при проектном уровне по результатам оценки скоростей практически не наблюдается. Этого нельзя сказать об изменениях при высоких уровнях. В период половодья на всем участке водоводов происходит местный размыв дна как в самом створе труб, так и выше и ниже по течению.

В расчетной **зоне №2**, проходящей по участку водоводов, находящихся в оголенном состоянии над поверхностью дна, скоростное поле аналогично зоне №1. При этом при низких уровнях участок за водоводами находится в пределах неразмывающих скоростей до нижнего сечения рассматриваемого профиля. При высоком уровне воды скорости над трубами меньше, чем выше и ниже по течению. Однако все средние скорости значительно превышают размывающие, а донные – находятся между размывающей и неразмывающей, что говорит о размывах русла именно при высоких уровнях в период половодья.

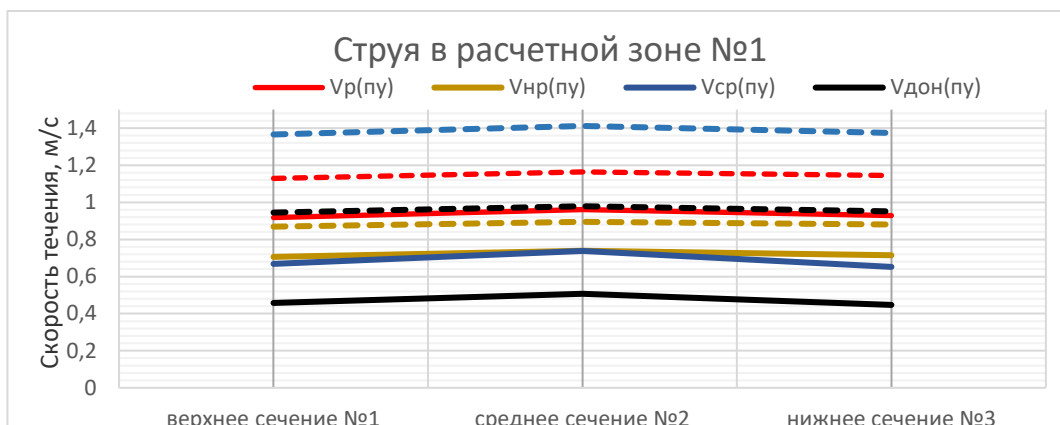


Рис. 1. Совмещенные графики изменения скоростей течения по длине струи в расчетной зоне №1.

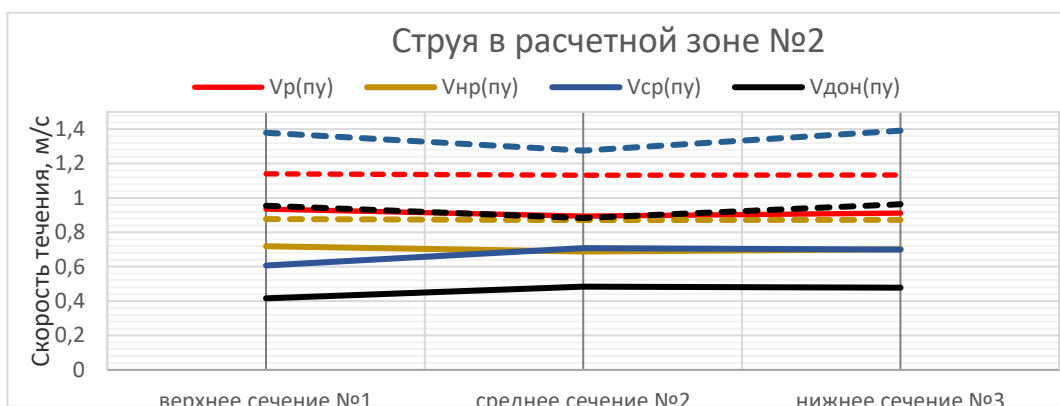


Рис. 2. Совмещенные графики изменения скоростей течения по длине струи в расчетной зоне №2.

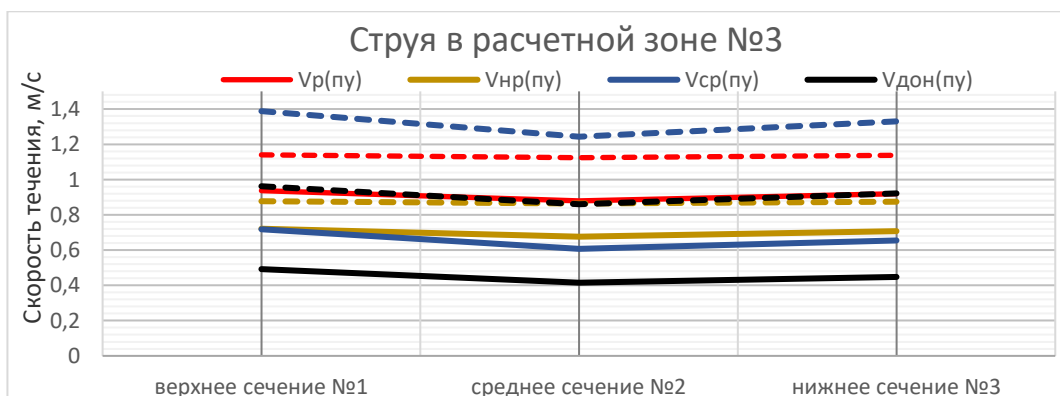


Рис. 3. Совмещенные графики изменения скоростей течения по длине струи в расчетной зоне №3.

Характер скоростного поля **в зоне №3**, где трубы водоводов находятся в полуразмытом состоянии, идентичен зоне №2 с одним лишь изменением для потока выше по течению.

По результатам расчетов сделаны следующие выводы:

- влияние дноуглубительных работ на основном и дополнительном судовых ходах и самих опор мостового перехода в русле реки на ухудшение ситуации в районе трубопроводов незначительно;

- при низких уровнях воды скоростные поля в естественном и в эксплуатационном состоянии неизменны;

- негативные деформации, связанные с размывом дна у труб водоводов, наступают лишь в период половодья, когда при максимальных уровнях воды, по значениям выше размывающих и провоцирующих процесс донного размыва, в русле проходит расход на порядок выше меженного. Сами же опоры моста располагаются ниже водоводов, что в некоторой мере провоцирует торможение потока на подходе к ним, особенно при высоких уровнях.

Поэтому в качестве рекомендаций по уменьшению или устранению локальных размывов в районе водоводов предложено:

1. При дальнейшем продолжении судоходства к причалу в несудоходном рукаве, требующем проведения дноуглубительных работ, вынимаемый с дополнительного судового хода грунт следует отваливать в ямы размыва водоводов и непосредственно около самих труб. Кроме того, рекомендуется ограничивать скорость движения судов при прохождении водоводов.

2. Изменить существующий маршрут движения судов к причалам через несудоходный рукав. При выборе новой схемы движения судам необходимо будет двигаться вверх по течению с заходом в несудоходный рукав со стороны приверха острова. При таком варианте не требуется дополнительного углубления несудоходного рукава, а также не будет влияния работы винтов от проходящих самоходных судов через створ водоводов.

Указанные мероприятия позволят увеличить продолжительность устойчивого состояния трубопроводов. Однако при каждом повышении уровня воды в р. Ока в период половодья процесс размыва будет снова возобновляться.

Список литературы:

1. Гришанин К.В. «Основы динамики русловых потоков», М. Транспорт 1990 г. – 319 с.
2. Руководство по изысканиям и анализу руслового процесса на затруднительных участках свободных рек / Главное управление водных путей и гидротехнических сооружений Минречфлота РСФСР. – М.: Транспорт, 1981. – 36 с.
3. Руководство по улучшению судоходных условий на свободных реках.// С. Петербург, 1992. – 312 с
4. Липатов И.В. Гидродинамика речных потоков и ее влияние на эксплуатационные параметры судоходных гидротехнических сооружений (Монография) - Н.Новгород, изд. ВГУВТ, 2006. - 106 с.
5. Launder, B.E., and Spalding, D.B. 1974. 'The numerical computation of turbulent flows', *Comp. Meth. in Appl. Mech. and Eng.*, 3, pp. 269-289.

SUBSTANTIATION OF FLOW RATES IN THE AREA OF WATER LINES OF FACTORY NETWORKS DURING THE FLOOD PERIOD AND DEVELOPMENT OF RECOMMENDATIONS TO REDUCE NEGATIVE CONSEQUENCES ON THEM AFTER CONSTRUCTION OF THE BRIDGE AS PART OF THE FACILITY - BACKUP PR. GAGARINA G. N. NOVGOROD

Aleksandr N. Sitnov, Marina V. Shestova

Abstract. The intensity of channel processes occurring in river flows is determined by their speed regime, which in turn depends on different water levels. The work presents the results of the study of changes in channel processes on the Oka River (15-16 km of ship traffic) in the area of

water pipelines of Zavodskie Networks LLC and their impact on the condition of water pipelines. Based on the obtained results, recommendations were given to reduce the negative impact of the construction of a bridge to the Oka River in the region of 15 km.

Keywords: hydrological mode, channel deformations, flow velocity mode, dredging.