



УДК 627.4, 656.62

**ОСОБЕННОСТИ СКОРОСТНОГО РЕЖИМА ПОТОКА В РУСЛЕ Р. ОКА И
ЕГО ВЛИЯНИЕ НА РАЗМЫВ ВОДОВОДОВ ЗАВОДСКИХ СЕТЕЙ
(Г. Н. НОВГОРОД) ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МАТЕМАТИЧЕСКОГО
МОДЕЛИРОВАНИЯ**

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

Решетников Максим Алексеевич, к.т.н., ст. преподаватель кафедры водных путей и гидротехнических сооружений
Волжский государственный университет водного транспорта
603951, г. Нижний Новгород, ул. Нестерова, 5.

Аннотация. Для детальной оценки причин размывов труб водоводов Заводских сетей в русле р. Ока и выявления предпосылок к дальнейшему развитию ситуации выполнено математическое моделирование участка и оценены неразмываемые, размываемые, средние и донные скорости непосредственно на рассматриваемом участке. Рассмотрение двух моделей (при естественных условиях и в эксплуатационном состоянии после возведения опор мост) позволило сравнить скоростные поля движения речного потока и выявить их возможные изменения.

Ключевые слова: математическое моделирование, водозаборы, скорости течения, русловые деформации.

Проблема водоводов связана с их подмывом в несудоходном рукаве как с полным, так и частичным обнажением труб. Ниже по течению на 15-м километре судового хода р. Ока проектируется строительство мостового перехода как четвертой очереди дороги – дублера пр. Гагарина г. Н.Новгорода, который может оказать влияние на безопасность водоводов.

По результатам водолазных исследований (2022 г.) на участке наблюдается полное и частичное обнажение труб. Для детальной оценки влияния водоводов на русло реки, а также влияния опор будущего моста и разработки судоходных прорезей необходимо проведение математического моделирования участка и оценки скоростного режима в русле в естественном и проектном состояниях при различных уровнях воды.

Математическая модель исследования русловых деформаций в районе водоводов (выше мостового перехода) построена с использованием подходов и математических формул для модели ниже мостового перехода [1].

Математическая модель создана при условии прохождения низкого (проектного) расхода воды, принятого на основании анализа гидрологического режима реки [1].

В процессе моделирования создано две расчетных модели:

- 1 – естественное состояние русла;
- 2 – эксплуатационное состояние русла на этапе завершения строительства мостового перехода и производства дноуглубительных работ на транзитном и дополнительном судовых ходах.

Основной стрежень потока несудоходного левобережного рукава, где располагаются водоводы Заводских сетей, практически на всем его протяжении располагается в средней части протоки. Изменение направления течения, формирование водоворотных зон и увеличение скоростей наблюдается в непосредственной близости от водоводов. Ввиду того, что на протяжении длительного времени существования искусственных сооружений в русле и наличия цикличности русловых процессов на участке, донные водоводы выступают в роли донных порогов с неразмываемым профилем, для которых характерны большие уклоны водной поверхности и быстрые неравномерные течения с увеличенной турбулентностью, скорость которых больше средней скорости потока в русле реки.

Водоворотные зоны, образуемые за русловыми сооружениями (рисунок 8) дают наглядное представление о природе искусственного размыва дна. Однако значения донных скоростей, которые значительно ниже поверхностных, невелики и находятся в пределах до 0,45 м/с. Средние скорости р. Ока в нижнем течении не превышаются 0,55 м/с [1] и характерны для достаточно устойчивого стабильного естественного русла. Поэтому в естественном состоянии при низком меженном уровне процесс размыва водоводов не активен.

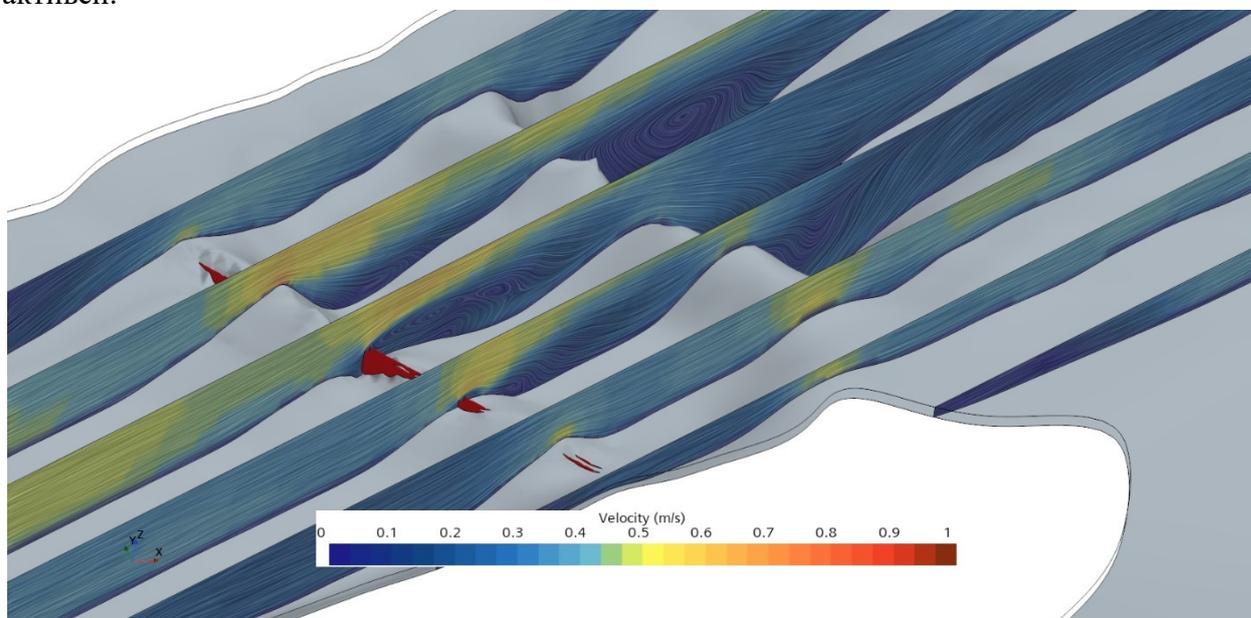


Рис. 1. Продольные профили дна на рассматриваемом участке водоводов по результатам математического моделирования с положением и значениями поля скоростей потока в естественном состоянии при низком уровне

В эксплуатационном состоянии, когда будущий мост будет введен в эксплуатацию и выполнено дноуглубление на основном и дополнительном судовых ходах, общее поле скоростей остается практически неизменным по сравнению с естественным состоянием русла в настоящее время.

По результатам анализа продольных профилей в районе водоводов полученная динамика распределения скоростей по вертикали в продольных сечениях участка указывает на полное повторение характера и направленности водоворотных зон в ямах размывов (рисунок 12). Однако при создании опор нового мостового перехода и проведении дноуглубительных работ в районе третьего продольного сечения (от левого берега), где наблюдается нависание водоводов над размытым дном русла, происходит замедление поверхностных скоростей на подходах к трубам и при переливе через них

максимальные скорости сосредотачиваются у поверхности воды, что положительно сказывается на устойчивости дна ниже трубопроводов.

В целом, по результатам математического моделирования участка в районе водоводов Заводских сетей при низких уровнях воды можно сделать несколько основных выводов.

1. Как в естественном, так и в эксплуатационном состоянии значения скоростей течения остаются без существенных изменений.
2. Скоростное поле потока изменяется незначительно и разнонаправленно, не решая основную проблему, связанную с подмывом труб водоводов.
3. Максимальные значений скоростей наблюдаются у поверхности воды.

Список литературы:

1. Отчет по НИР «Определение влияния технологии сооружения строительства моста по объекту «дублер пр. Гагарина в г. Нижний Новгород (4 очередь)» на русловые процессы реки и на устойчивость судовых ходов в створе моста и в районе строительства», ВГУВТ, 2022 г.

FEATURES OF SPEED FLOW REGIME IN THE OKA RIVER BED AND ITS INFLUENCE ON PIPES OF FACTORY NETWORKS (G.N. NOVGOROD) ACCORDING TO THE RESULTS OF MATHEMATICAL MODELING

Iuliia E. Voronina, Maksim A. Reshetnikov

Abstract. For a detailed assessment of the causes of erosion of pipes of factory water supply networks in the Oka River bed in order to identify the prerequisites for further development of the situation, mathematical modeling of the territory was carried out and the values of erosion, average and bottom velocities in the area under consideration were determined. Consideration of two models (in natural conditions and in operational condition after the construction of bridge supports) made it possible to compare the river flow velocity fields and identify their possible changes..

Keywords: mathematical modeling, water intakes, flow velocities, channel deformations