

УДК 627.521 502.64

Агеева Вера Валерьевна¹, к.т.н., доцент кафедры гидравлики,
e-mail: sbag.nn@yandex.ru

Люкина Екатерина Андреевна¹, студентка специальности 08.05.01 «Строительство уникальных зданий и сооружений»,
e-mail: luykinakatya@yandex.ru

Матюгин Михаил Александрович², доцент к.т.н., доцент кафедры водных путей и гидросооружений
e-mail: mihailmatyugin@mail.ru

¹Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, г. Нижний Новгород, Россия.

²Волжский государственный университет водного транспорта, г. Нижний Новгород, Россия.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗРАБОТКИ КАРЬЕРА НА ГИДРОЛОГИЮ УЧАСТКА РЕКИ И УСЛОВИЯ СУДОХОДСТВА

Аннотация. Исследование направлено на определение гидрологических рисков при разработке предполагаемого участка недр и, как следствие, их влияние на судоходные условия участка реки Белая. На основании проведенных гидравлических расчётов, численного моделирования, сопоставления результатов в условиях до и после проведения добычных работ, имеющихся русловых съемок за пятилетний период были сделаны выводы и рассмотрены возможные мероприятия для снижения негативного воздействия антропогенных нарушений русловых процессов. В целях недопущения неконтролируемых деформаций русел в работе выдвинуты постановочные задачи для дальнейших исследований.

Ключевые слова: русловой карьер, антропогенные нарушения русловых процессов, гидрологический режим реки, судоходные условия реки, посадка уровня воды, деформация русла, полузапруды, выправительные сооружения.

Аллювиальные песчано-гравийные материалы (ПГМ) широко востребованы в строительстве, поскольку в процессе длительного перемещения в речных потоках хорошо отсортировываются [1]. Механическое изменение рельефа речного русла, связанное с разработкой карьеров, может привести к негативным последствиям, а именно: понижению уровней воды, увеличению уклонов водной поверхности, росту скоростей течения потока, появлению неправильных течений (свальных, вихревых), нарушению баланса наносов, снижению отметок дна, активизации русловых процессов, и, как следствие, нарушению судоходных условий [2].

Задача данного исследования состоит в следующем: на примере потенциального карьера, расположенного в муниципальном районе Бураевский Республики Башкортостан, требуется рассмотреть, какие гидрологические риски возникнут при его разработке; как эти риски отразятся на судоходных условиях участка реки Белая; какие мероприятия следует предусмотреть для снижения негативного воздействия антропогенных нарушений русловых процессов.

Рассматриваемый участок недр расположен в русле р. Белой между перекатами Верхнеказанцевский и Среднеказанцевский [3] в 30 км юго-западнее р.п. Бураево, вблизи

с. Вострецово (рис. 1). Водный режим рассматриваемого участка реки Белой является типичным для равнинных рек восточноевропейского типа с одновершинным весенним половодьем и устойчивым ходом уровней в летний и зимний периоды. Необходимые сведения о гидрологическом режиме реки (о расходах, уровнях, ледоставе) были приняты по гидрологическим постам и водомерным постам «Уфа», «Бирск» и «Андреевка». Отметка проектного уровня (ПУ) воды в районе расположения участка недр составляет 67,8 м БС.

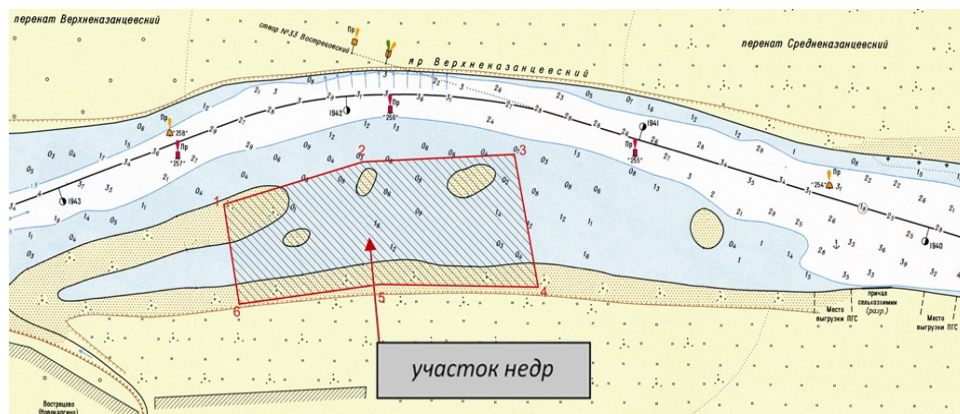


Рисунок 1 – Местоположение потенциального карьера на внутренних водных путях Российской Федерации [3]

Наибольшие гидрологические риски при добыче ПГМ возникают при расчете величины посадки уровней [1,4]. Для данного участка были проведены расчеты по методике, изложенной в [5,6], в основе которой лежат следующие положения: движение потока воды в реке считается установившимся; русло реки в долговременном периоде считается стабильным и не деформируется; движение потока воды в русле реки описывается системой дифференциальных уравнений движения.

Результаты гидравлических расчетов посадки уровня воды показали, что при полной одновременной разработке всего участка недр на глубину до 10 м от ПУ, величина посадки уровня в районе верховой кромки карьера составит 18,8 см. Это значительно превышает допустимое значение, согласно рекомендациям ГУ «ГГИ» и Санкт-Петербургского государственного университета водных коммуникаций, равной 10 см. Это означает, что разработка карьера по данному варианту окажет значительное негативное влияние на уровенный режим реки Белой в районе месторождения и поэтому недопустима.

Для снижения рисков добычи (с точки зрения посадки уровня) необходимо определить и выдать рекомендации по ограничению объема добычи как в годовом разрезе, так и в целом.

Следующий фактор, требующий внимания – оценка многолетних деформаций русла. Она выполнялась по результатам проведенных русловых съемок за период с 2012 по 2017 гг., по которым был построен совмещенный план (рис. 2).

Анализ представленного плана многолетних деформаций рассматриваемого участка показал их относительную устойчивость. Однако побочень, расположенный на правом берегу в месте расположения предполагаемого участка недр, и обеспечивший данному участку относительную устойчивость, подвержен незначительному размыву, ввиду чего, к настоящему времени представлен в виде песчано-гравелистой косы протяженностью в 1 км, которая играет роль струенаправляющей дамбы.

По выполненному анализу возможно так же предположить, что дальнейшие работы по изъятию полезного ископаемого без проведения природоохранных мероприятий недопустимы и с большой степенью вероятности могут привести к размыву косы.

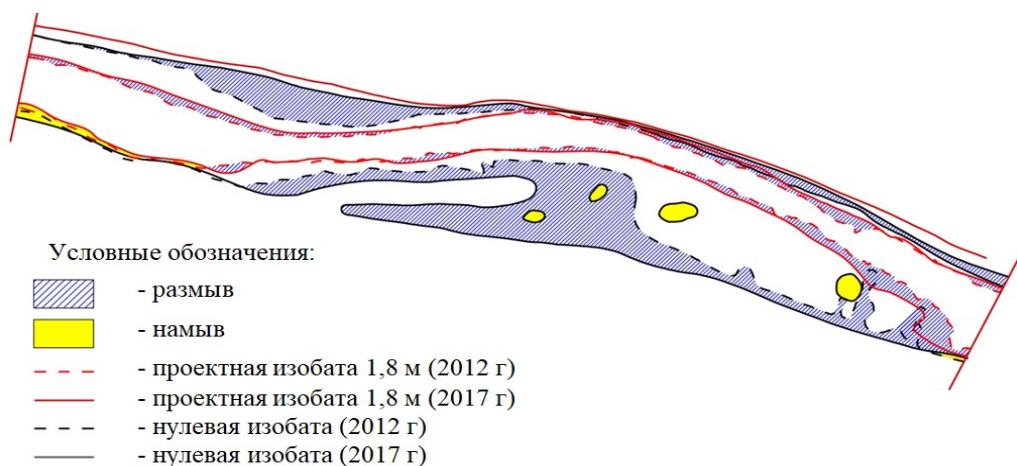


Рисунок 2 – Совмещенный план Казанцевского перекатного участка р. Белой

Другой важный фактор, влияющий на трансформацию речных русел при добыче аллювиальных ПГМ и рассмотренный в данной работе – это изменение скоростей течения потока и определение направлений течений. В соответствии с рекомендациями методики [5] были подсчитаны скорости и построены планы течений на участке реки по методу плоских сечений для естественного состояния и после отработки потенциального карьера.

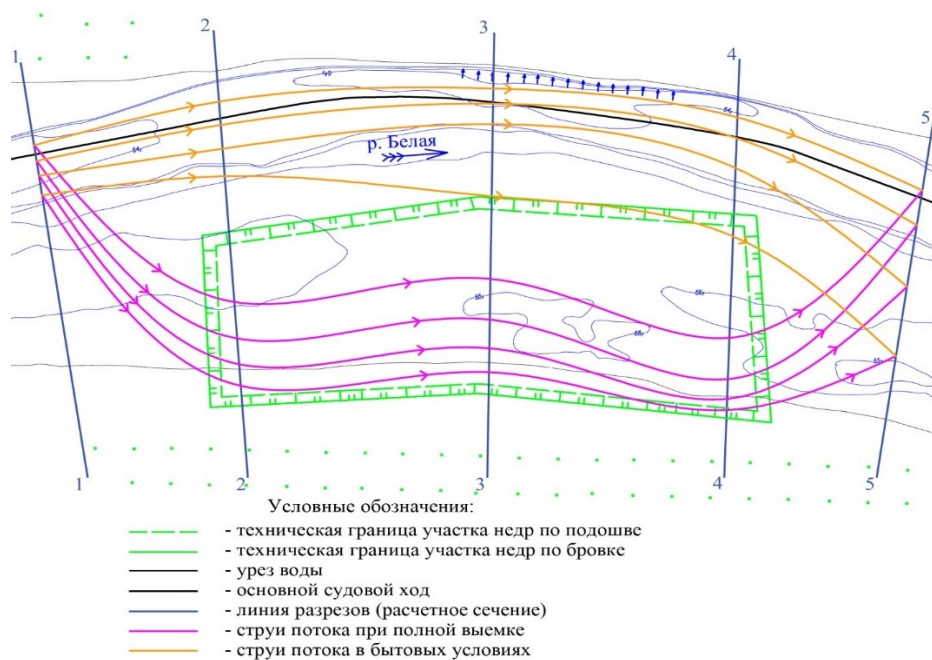


Рисунок 3 – Планы течения для естественного состояния и после отработки участка недр

Интенсивное смещение струй по направлению от судовой хода к правому берегу (см. рис.1, 3) приведет к значительному ухудшению судоходных условий, что на первых порах может проявиться через снижение обеспеченности проектных уровней воды. Кроме того, возможно формирование свальных течений в сторону размещаемого участка недр, что является недопустимым.

По полученным результатам определена цель для дальнейших исследований, которая состоит в выдаче научно обоснованных рекомендаций для недопущения неконтролируемых деформаций русла на рассматриваемом участке при размещении потенциального карьера и, как следствие, снижения его негативного воздействия на гидрологические и судоходные условия участка реки.

Поставленную цель предполагается достичь путем обоснования технологии отработки предполагаемого карьера, ограничения объема добычи как в годовом разрезе, так и в целом, и возведения выправительных сооружений с одновременной разработкой участка недр.

Ввиду того, что рассматриваемый участок реки имеет сложную морфологию русла (перекатный участок), на котором планируется возведение выправительных сооружений для снижения негативного воздействия от разработки руслового карьера, в предстоящей работе предполагается дополнительно использовать численные методы исследований в двухмерной или трёхмерной постановке [7].

Список литературы:

1. Беркович, К.М. Природно-ориентированные подходы к добыче аллювиальных строительных материалов из речных русел и пойм / К.М. Беркович, Л.В. Злотина, Л.А. Турькин // Вестник Удмуртского университета. Вып.3 – Ижевск: УдГУ, 2012 – С. 3 – 13.
2. Агеева, В.В. Оценка воздействия разработки карьера по добыче песка из русла реки на изменение гидрологического режима и руслоформирование / В.В. Агеева, Ю.А. Градинар // Сборник докладов II Международной научно-практической конференции «Экологическая безопасность и устойчивое развитие урбанизированных территорий». – Н. Новгород: ННГАСУ, 2019. – С. 4–8.
3. Атлас Единой глубоководной системы Европейской части РФ. том 10. От реки Уфа до устья, ФБУ «Администрация «Волго–Балт», 2017 г.
4. Барышников, Н.Б. Русловые процессы / Н.Б. Барышников. – СПб.: РГГМУ, 2008. – 438 с.
5. СТО 52.08.31–2012 «Добыча нерудных строительных материалов в водных объектах. Учет руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров». – СПб.: Изд-во «Глобус», 2012. – 140 с.
6. Методика расчета понижения уровней воды при добыче нерудных строительных материалов // МРФ РСФСР Главводпуть. – М.: Транспорт, 1984. – 21 с.
7. Yalin M.S. Theory of hydraulic models. Macmillan, London, 1971 – s. 266.

ESTIMATION OF THE IMPACT OF QUARRY DEVELOPMENT ON THE HYDROLOGY OF THE RIVER SECTION AND SHIPPING CONDITIONS

Vera V. Ageeva, Ekaterina A. Lyukina, Mikhail A. Matyugin

Abstract. The study is aimed at determining hydrological risks in the development of the proposed subsoil area and, as a result, their impact on the navigational conditions of the Belaya River section. Based on hydraulic calculations, numerical modeling, comparison of results in conditions before and after mining, available channel surveys over a five-year period, conclusions were drawn and possible measures were considered to reduce the negative impact of anthropogenic violations of channel processes. In order to prevent uncontrolled deformations of channels, staging tasks for further research have been put forward in the work.

Keywords: riverbed quarry, man-induced disturbance of fluvial processes, the river hydrological regime, navigable conditions of the river, water level landing, riverbed deformation, barrage, straightening structures.