

УДК 627.4, 574.65

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ РАЗРАБОТКИ КАРЬЕРОВ ПО ДОБЫЧЕ
НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА РЕКЕ ВЕРХНЯЯ БЕЛАЯ
(ОТ Г. УФА ДО УСТЬЯ Р.СИМ) С УЧЕТОМ ОЦЕНКИ ПОСАДКИ УРОВНЯ ВОДЫ
В СУЩЕСТВУЮЩИХ УСЛОВИЯХ**

Ситнов Александр Николаевич¹, доктор технических наук, профессор

e-mail: stnv1952@rambler.ru

Воронина Юлия Евгеньевна¹, доцент

e-mail: yulez@yandex.ru

Шестова Марина Вадимовна¹, кандидат технических наук, доцент

e-mail: shestowam@yandex.ru

¹ Волжский государственный университет водного транспорта, Нижний Новгород, Россия

Аннотация. В настоящее время р. Белая находится в сложных гидрологических и судоходных условиях, что обусловлено в целом маловодностью в регионе и активно проводимыми здесь многолетними работами по добыче нерудных строительных материалов (НСМ). В существующих условиях обеспечить гарантированные габариты судового хода только проведением путевых работ не представляется возможным. Целесообразно проводить жесткое регулирования объемов добычи, вплоть до полного запрета на отдельных участках реки. В работе исследована возможность разработки карьеров НСМ с учетом оценки посадки уровня воды на участке р. Верхняя Белая от устья р. Сим до г. Уфа (протяженностью 76 км). Приведена сравнительная характеристика интенсивности посадки уровней от разработки русловых карьеров и необходимых для обеспечения габаритов пути дноуглубительных работ. Даны рекомендации по ограничению объемов добычи НСМ для снижения негативного влияния карьерных разработок на гидрологические процессы.

Ключевые слова: русловая добыча, дноуглубление, уровенный режим, посадка уровня воды.

**INVESTIGATION OF THE POSSIBILITY OF DEVELOPING QUARRIES FOR THE
EXTRACTION OF NON-METALLIC BUILDING MATERIALS ON THE
VERKHNYAYA BELAYA RIVER (FROM UFA TO THE MOUTH OF THE
RIVERSIM) TAKING INTO ACCOUNT THE ASSESSMENT OF THE LANDING OF
THE WATER LEVEL IN THE EXISTING CONDITIONS**

Sitnov Alexander Nikolaevich¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

e-mail: stnv1952@rambler.ru

Voronina Yulia Evgenievna¹, Associate Professor

e-mail: yulez@yandex.ru

Marina Vadimovna Shestova¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

e-mail: shestowam@yandex.ru

Abstract. Currently, the Belaya River is in difficult hydrological and navigable conditions, which is generally due to the low water content in the region and the many years of mining of non-metallic building materials (NSM) actively carried out here. Under existing conditions, it is not possible to ensure guaranteed dimensions of the ship's course only by carrying out track work. It is advisable to carry out strict regulation of production volumes, up to a complete ban on certain sections of the river. The paper investigates the possibility of developing NSM quarries, taking into account the assessment of the landing of the water level at the site of the river. The upper one is white from the mouth of the river. Sim to Ufa (76 km long). A comparative characteristic of the intensity of planting levels from the development of channel quarries and those necessary to ensure the dimensions of the dredging path is given. Recommendations are given on limiting the volume of NSM production to reduce the negative impact of quarrying on hydrological processes.

Keywords: channel mining, dredging, level mode, landing of the water level.

Изъятие из русла значительных объемов строительных материалов сопровождается посадкой уровня воды, обусловленной как местным увеличением емкости русла, так и интенсификацией его деформаций. Особенностью р. Белая является многолетняя массовая разработка русловых карьеров НСМ по всей ее длине, что существенно повлияло на состояние русла реки [1 – 4].

Объектом исследования в рамках выполненной работы являлся участок р. Верхняя Белая от устья р. Сим до г. Уфа протяженностью 76 км. Гарантированные габариты здесь поддерживаются только на участке от устья р. Уфа до 32 км.

Всего на исследуемом участке реки Верхняя Белая в настоящее время разведано 25 месторождений НСМ. Из них 15 относятся к пойменным, остальные месторождения – русловые.

Основными задачами проводимых исследований являлись:

- оценка величины негативного влияния на уровенный режим разрабатываемых карьеров НСМ на исследуемом участке р. Верхняя Белая относительно установленного проектного уровня воды за расчетные периоды: 2011 – 2017 гг., 2017 – 2023 гг. и в целом 2011 – 2023 гг.;

- оценка степени влияния на уровенный режим проводимых дноуглубительных работ на участке р. В. Белая.

Для решения поставленных задач были выполнены гидравлические расчеты возможной посадки уровня воды для различных расчетных вариантов:

- 1 вариант – разработка русловых карьеров НСМ за период с 2011 по 2017 гг.;
- 2 вариант – разработка русловых карьеров НСМ за период с 2017 по 2023 гг.;
- 3 вариант – разработка дноуглубительных прорезей по данным 2017 г.

Гидравлические расчеты выполнялись с помощью программного комплекса «Карьер», разработанного ВГАВТ [5] с учетом рекомендаций [6, 7]. Программа позволяет определить значения понижения уровней воды с учетом разработки карьеров НСМ и судоходных прорезей, построить кривые свободной поверхности, а также проследить протяженность зоны выклинивания расчетной кривой свободной поверхности.

Для расчета участок реки был разбит на расчетные участки 129 сечениями. Местоположение карьеров НСМ было выявлено в ходе анализа русловых деформаций, а также на основе предоставленных данных заказчиком. Параметры карьеров НСМ определялись при наложении (совмещении) расчетных профилей за различные годы: 2011 – 2017 гг. и 2017 – 2023 гг. [5].



В период с 2011 по 2017 гг. разработка месторождений НСМ производится на участке от 0 до 46 км, выше по течению (46 – 76 км) добыча НСМ не велась. Было выявлено 8 участков, на которых велась разработка НСМ непосредственно в русле реки, либо в прибрежной зоне.

При анализе разрабатываемых карьеров НСМ в период с 2017 г. до 2023 г. были выявлены русловые карьеры уже до 68 км – всего 5 участков, где велась разработка НСМ в русле реки, и один участок, где ведутся подготовительные работы к освоению месторождения НСМ.

В гидравлических расчетах учитывались только карьеры НСМ, расположенные непосредственно в русле реки, либо в прибрежной зоне. Пойменные карьеры, находящиеся за пределами меженного русла, не рассматривались ввиду того, что они практически не оказывают влияния на гидрологический и русловой режим реки.

В качестве расчетного расхода воды принята величина проектного, соответствующего среднегодовому расходу $155 \text{ м}^3/\text{с}$.

Коэффициент шероховатости определялся осредненно на основании данных гранулометрического состава донных отложений, которые в свою очередь были получены в результате выполненных в августе 2023 г. ВГУВТ натурных исследований [5]. На основании этих данных, а также с учетом положения кривой свободной поверхности, полученной по результатам однодневной связки уровней воды, было выделено три участка: от устья р. Уфа до 27,505 км; 27,505 – 44,632 км; 44,632 – 76,43 км. В пределах этих участков осреднялся средний диаметр частиц, назначался коэффициент шероховатости и далее выполнялись гидравлические расчеты.

Графическое изображение результатов гидравлических расчетов в виде кривых свободной поверхности воды представлено на рис. 1.

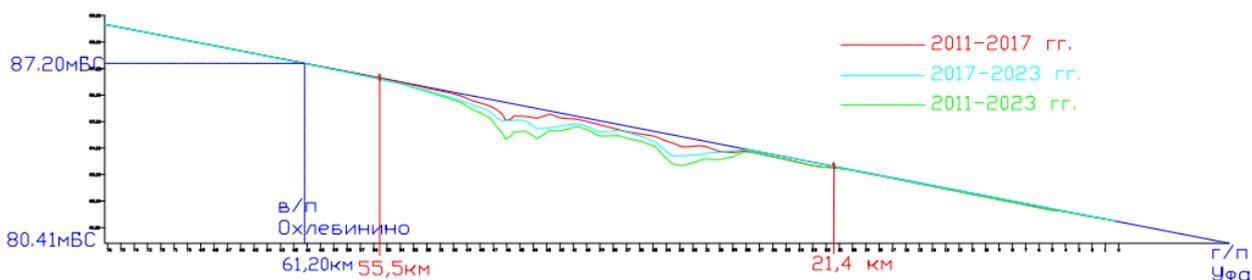


Рисунок 1 – Кривые свободной поверхности до и после разработки карьеров НСМ за расчетные промежутки времени

Таким образом, по результатам расчетов посадки уровня воды за период с 2011 г. по 2017 г. максимальная величина понижения уровня воды составила 68,42 см в районе разработки русловых карьеров на участке 45,49 – 46,34 км, при этом доля посадки уровня воды в пределах разрабатываемого участка составила 57,24 см. Выклинивание кривой свободной поверхности воды происходит на 54 км.

По результатам расчетов посадки уровня воды за период с 2017 г. по 2023 г. максимальная величина понижения уровня воды составила 78,38 см на участке 30,74 – 32,85 км, при этом доля посадки уровня воды в пределах этого участка составила 48,07 см. Максимальный же прирост величины понижения уровня воды наблюдается на 40,98 – 42,76 км – порядка 49,96 см. Выклинивание кривой свободной поверхности воды происходит уже на 64 км.

На основе выполненных гидравлических расчетов были обобщены полученные результаты за рассматриваемые периоды. Анализ показал, что общая максимальная величина посадки уровня воды за счет активной русловой добычи в период с 2011 по 2023

гг. составила 138 см (46,09 км). В целом проводимые работы по добыче НСМ спровоцировали повсеместное снижение уровней воды в интервале от 6 см до 138 см на участке от 21,5 км до 54,6 км р. В. Белая. При этом зона выклинивания кривой свободной поверхности воды приходится на 64 км.

Также в гидравлических расчетах не учитывался участок на 67,34 – 68,34 км, где ведутся подготовительные работы к освоению месторождения НСМ, но сами добычные работы еще не начались. Условия разработки этого месторождения были рассмотрены отдельно и даны рекомендации по оптимальным параметрам разработки.

Необходимо отметить, что гидравлические расчеты выполнены только для исследуемого участка р. В. Белая от устья р. Уфа до устья р. Сим и не учитывают проводимые работы по добыче НСМ на нижележащем участке р. Белая (ниже устья р. Уфа), которые также производились в значительных объемах. Их влияние скажется прежде всего на уровнях воды до 21 км.

В ходе выполнения научно-исследовательской работы также была выполнена оценка влияния производства дноуглубительных работ на уровенный режим р. В. Белая.

Как показал анализ производства дноуглубительных работ на исследуемых участках р. Верхняя Белая, дноуглубление выполнялось нерегулярно в минимально необходимых объемах. При этом необходимо отметить, что до 2016 г. дноуглубительные работы проводились только на участке протяженностью 8 км от устья р. Уфа, а с 2017 г. и до настоящего времени уже от устья р. Уфа до переката Нагаевское Спрявление (0-32 км). Максимальный объем изъятых грунтов приходится на 2017 г. в объеме 101,6 тыс. м³. Работы проводились на четырех перекатах.

Для оценки влияния максимального (за период с 2013 по 2022 гг.) объема дноуглубительных работ, зафиксированного в 2017 г., был выполнен гидравлический расчет посадки уровня воды. Для этого были дополнительно построены поперечные сечения в местах разработки судоходных прорезей (по данным 2017 г.). Габариты прорези учитывались следующие: ширина – 30 м, а глубина разработки от ПУ в 2017 г., согласно данным технического отчета и с учетом величины переуглубления, составляла 1,6 м.

Расчеты показали, что максимальная величина понижения уровня воды составила 5,6 см (на 25,24 км от устья р. Уфа), это составляет 3,5% от глубины разработки. При этом выклинивание кривой свободной поверхности - в районе 34 км от устья р. Уфа.

Таким образом, проводимые в настоящее время дноуглубительные работы (в современных минимальных объемах) в общей оценке характера техногенного воздействия на русло р. В. Белая играют второстепенную роль. Их влияние незначительно, хотя определенную (минимальную) долю величины понижения уровня воды в общую посадку они вносят.

Однако, необходимо учитывать, что при реализации программы по увеличению гарантированной глубины на р. В. Белая объемы дноуглубительных работ возрастут кратно, что неизбежно повлечет за собой увеличение доли посадки уровня воды за счет дноуглубления. В этом случае необходимо проведение дополнительных расчетов и исследований. Однако уже сейчас можно сказать, что одновременная интенсивная добыча НСМ из русла реки и проведение дноуглубительных работ невозможно в силу их существенного совместного влияния на уровенный режим. В современных условиях необходимо выбрать – либо река Белая в ее верхнем течении остается фактически несудоходной и здесь производится добыча НСМ (под контролем ответственных за это организаций), либо организуется судоходство с проведением необходимых для этого дноуглубительных работ, но при запрете ведения карьерных разработок в русле реки.



Таким образом, на основании полученных результатов гидравлических расчетов посадки уровня воды были даны рекомендации по условиям разработки карьеров НСМ на реке Верхняя Белая (от г. Уфа до устья р. Сим).

Список литературы:

1. Беркович, К.М. Русловые процессы и русловые карьеры / Беркович К.М. – М.: 2005. – 109 с.
2. Барышников, Н.Б. Развитие русла Нижней Белой в условиях антропогенной нагрузки / Н.Б. Барышников, К.М. Беркович, А.М. Гареев // Эрозионные и русловые процессы. Вып. 3 М.: МГУ. 2000.
3. Турыкин, Л.А. Исследование гидрологического и руслового режима Нижней Белой и обоснование рекомендаций по коренному улучшению судоходных условий / Л.А. Турыкин, К.М. Беркович, Д.В. Ботвин, Л.В. Злотина, В.К. Калюжный, С.Ф. Краснов, Н.М. Михайлова, В.В. Сурков // Маккавеевские учения – 2019. М.: Географ. ф-т МГУ имени М.В. Ломоносова, 2020.
4. Калюжный, В.К. Трансгрессивная эрозия русла реки Белой / В.К. Калюжный // Тридцать восьмое пленарное межвузовское координационное совещание по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов. Доклады и сообщения, Пермь, 2-6 октября 2023 г. – с. 18 – 26.
5. Отчет по НИР «Оценка возможности разработки действующих карьеров и выделения участков для разведки и последующей разработки карьеров по добыче нерудных строительных материалов с учетом обеспечения устойчивости судового хода и недопустимости посадки уровня воды в существующих условиях на реке Верхняя Белая» (в 3-х томах) // ФГБОУ ВО «ВГУВТ» – Нижний Новгород, 2023. – 361 с.
6. Методика расчета понижения уровней воды при добыче нерудных строительных материалов, Минречфлот РСФСР, – М.: Транспорт, 1984, 20 с.
7. СТО 52.08.31-2012. Добыча НСМ в водных объектах. Учет руслового процесса и рекомендации по проектированию и эксплуатации русловых карьеров / Министерство природных ресурсов и экологии РФ/, Сп-б , 2010 г.

