

**ВЛИЯНИЕ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ МИХАЙЛОВСКОГО  
ЖЕЛЕЗОРУДНОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ  
(КМА) НА РЕЖИМ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД РАЙОНА****М.В. Кумани\*, Р.А. Попков\*\****\*Курский государственный университет (КГУ);**\*\*ОАО «Михайловский горно-обогатительный комбинат», г. Железногорск Курской области*

Промышленное освоение Михайловского железорудного месторождения оказало негативное воздействие на состояние всех компонентов природной среды района. В результате произошла существенная перестройка гидрографической сети и режима стока рек, находящихся в зоне его влияния. Детальные и целенаправленные исследования были выполнены на реках, испытывающих непосредственное влияние хвостохранилища и карьера Михайловского ГОКа: реках Белый Немед, Чернь, Рясник, Речица, Песочная и их притоках. Выполненные расчеты и исследования подтвердили существенное влияние объектов Михайловского ГОКа на поверхностные воды района исследований, гидрологический режим рек, их модули стока в меженный период года.

Состояние экологической безопасности окружающей среды в значительной мере определяется количеством и размещением техногенных источников на территории, мощностью и качественным составом загрязняющих факторов [1]. С этих позиций Михайловский горнопромышленный район, на территории которого находится крупнейший действующий горно-обогатительный комбинат, является достаточно напряженным и требует к себе особого и постоянного внимания.

Михайловский промышленный район расположен на северо-западе Курской области в пределах большей части Железногорского района, небольшой части Дмитриев-Льговского на юго-западе и Фатежского на юго-востоке в пределах Курской области общей площадью 810 км<sup>2</sup>, а также на территории Троснянского и Дмитровского районов Орловской области площадью 455 км<sup>2</sup> [3].

Промышленное освоение Михайловского железорудного месторождения оказало негативное воздействие на состояние всех компонентов природной среды. При этом техногенные воздействия имеют наступательную, прогрессирующую тенденцию. Их влияние носит сложный комплексный характер, охватывая поверхностные и подземные воды, атмосферу, почву, растительность, ландшафт, биоту и сельхозугодия [4].

В процессе промышленной деятельности Михайловского горно-обогатительного комбината произошла существенная перестройка гидрогра-

фической сети и режима стока рек, находящихся в зоне его влияния. Достаточно хорошо изучены условия водозабора и водоотведения на производственные нужды МГОКа. В то же время изменения стока рек, связанные с гидрогеологическими особенностями территории, с притоком подземных вод за счет инфильтрационных потоков из хвостохранилища МГОКа и оттока речной воды в дренажную систему карьера изучены недостаточно.

Детальные и целенаправленные исследования были выполнены на реках, испытывающих непосредственное влияние хвостохранилища и карьера МГОКа. Измерения расходов воды в реках были проведены методом гидрологической съемки несколько раз в меженные периоды 2003-2004 гг. и в период дождевых паводков. Во время исследования в 2003 г. и в течение нескольких недель до него в районе Железногорска не было существенных атмосферных осадков. Поэтому на реках наблюдалась устойчивая летняя межень, а измеренные расходы соответствовали минимальным межнным расходам года с повторяемостью 95%. Низкая водность рек позволила достаточно точно оценить их подземное питание и потери из русел рек на инфильтрацию там, где таковая происходит. Данные 2004 г. дополнили материалы 2003 г., позволив оценить ситуацию в период дождевых паводков и средней по водности межени на реках района.

В качестве объектов исследования были выбраны реки Белый Немед, Чернь, Рясник, Речица, Песочная и их притоки. В качестве фонового створа использована р. Речица в створе выше очистных

сооружений г. Железногорска. Для оценки воздействия хвостохранилища МГОКа на сток рек использован водно-балансовый метод [2].

Замеры расходов в контрольных створах проведены гидрометрической вертушкой ГР-21М, основным способом. Всего было обследовано 17 створов на всех 5 реках и их притоках.

Для каждого створа по топографическим картам масштаба 1:25000 рассчитаны площади водосборов (F, км<sup>2</sup>) и длина русла (L, км) от истоков реки (ручья) до этого створа. По результатам гидрометрических измерений рассчитаны расходы воды (Q, м<sup>3</sup>/с) и соответствующие им модули стока (M, л/с км<sup>2</sup>). Модули стока рассчитаны по формуле:

$$M=Q*1000/F \quad [1]$$

Дополнительно для последующих гидрогеологических расчетов рассчитан приток (потери) воды (q, л/с) на 1 км длины русла по формуле:

$$q_{1-2}=(Q_2-Q_1)/(L_2-L_1) \quad [2],$$

где q<sub>1-2</sub> — приток или потери воды на 1 км русла водотока между 1 и 2 створами;

Q<sub>2</sub> и Q<sub>1</sub> — расходы воды в двух соседних створах; L<sub>2</sub>-L<sub>1</sub> — расстояние между расчетными створами.

Для рек с различающимися условиями водопритока с правого и левого берегов, предпринята попытка рассчитать право- и левобережные притоки отдельно. Вся эта информация приводится ниже (табл. 1), а для р. Чернь на рис. 1.

Таблица 1

Результаты воднобалансовых исследований в зоне влияния Хвостохранилища МГОКа

№	Река	Створ	F, км <sup>2</sup>	L, км	Q, м <sup>3</sup> /с	M, л/с*км <sup>2</sup>	Приток на 1 км, л/с	Приток на 1 км (по берегам), л/с
Водосбор Белого Немед								
1	Руч. Городнянский	с. Городное	7,0	3,0	0,066	9,43	22,0	
2	Руч. Коровинский	с. Городное	9,5	3,0	0,059	6,21	19,7	
3	Руч. Б. Бобровский	с. Больше-Боброво	11,0	4,0	0,046	4,18	11,5	
4	р. Белый Немед	с. Белый Немед	165,0	25,0	0,435	2,64	17,4	сл. 5,4 спр. 12,0
Водосбор Песочной								
5	р. Песочная	выше Хвостохранилища	13,0	1,0	0,050	3,85	3,85	
6	р. Песочная	плотина Хвостохранилища	0,0	0,0	0,005			
7	р. Песочная	с. Андросово	16,5	4,0	0,142	8,61	35,5	
Водосбор Черни								
8	р. Чернь	с. Плоское	68,5	10,0	0,173	2,53	17,3	
9	р. Чернь	выше пруда	110	20,0	0,703	6,30*		
10	р. Чернь	с. Панино (откачка из пруда)			0,405			
10а	р. Чернь	с. Панино (ниже пруда) сток	132,0	23,0	0,040			
11	р. Чернь	с. Панино сток+откачка	132,0	23,0	0,445	3,37	19,4	
11а	р. Чернь	от с. Плоского до с. Панино	63,5	13,0	0,272	4,28	20,9	
12	р. Чернь	с. Панино (ниже сброса из Рясника)	140,0	24,0	0,330			
13	р. Чернь	Мост между 3 и 4 отвалами	164,0	30,0	0,317			
13а	р. Чернь	между 12 и 13 створами	24,0	6,0	-0,013	-0,54	-2,2	сл. 6,5, спр. -9
14	р. Чернь	с. Солдаты	180,0	34,5	0,271			
14а	р. Чернь	между 13 и 14 створами	16,0	4,5	-0,046	-2,88	-10,2	сл. 6,5, спр. -17
15	Р. Рясник	Выше пруда №2	82,0	8,5	0,288	3,51*		
Водосбор Речицы								
16	р. Речица	выше о/с	82,0	16,5	0,268	3,27	16,2	

Полученные данные и расчеты, проведенные по ним, позволили установить следующее: хвостохранилище и карьер МГОКа оказывают существ-

венное влияние на сток рек за счет изменения их подземного (грунтового) питания из подземных водоносных горизонтов. Проведенные в рамках

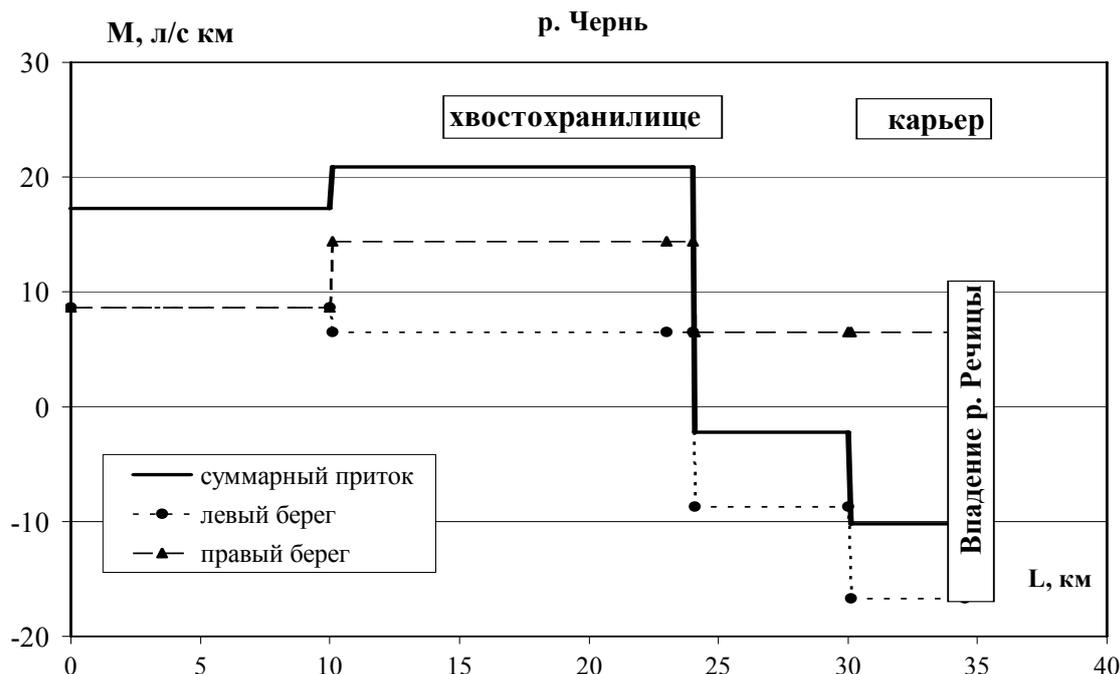


Рис. 1. Приток и отток подземных вод в русло р. Чернь в зоне влияния хвостохранилища и карьера МГОКа (в л/с на 1 км длины русла)

данной работы гидрогеологические расчеты по моделированию оттока грунтовых вод из хвостохранилища МГОКа позволили оценить суммарный отток подземных вод равным  $29500 \text{ м}^3$  /сутки или  $340 \text{ л/с}$ . Из них по расчетам  $120 \text{ л/с}$  поступает вниз по течению от хвостохранилища МГОКа в бассейн р. Песочной,  $100 \text{ л/с}$  в бассейн р. Белый Немед, и  $120 \text{ л/с}$  в бассейн р. Черни выше плотины пруда. Всего в р. Чернь, в том числе непосредственно в пруд, поступает около  $200 \text{ л/с}$ . Кроме того, по нашим замерам, около  $50 \text{ л/с}$  поступает в пруд на р. Песочной, расположенный выше хвостохранилища, у насосной станции Площанская степь.

Проведенные воднобалансовые исследования на реках в целом совпадают с данными моделирования подземных водных потоков. В бассейне р. Белый Немед модули стока с разных частей водосбора различаются в несколько раз. Максимальный модуль стока отмечен в ручье у с. Городное. Водосбор ручья непосредственно граничит с хвостохранилищем, расстояние от него до истока ручья около  $2 \text{ км}$ . Модули стока в ручей Коровинский и в ручей у с. Больше-Боброво существенно ниже, так как они дальше удалены от хвостохранилища. Следует отметить, что фактические расходы воды в перечисленных ручьях больше, чем объем оттока из хвостохранилища МГОКа в их водосборы. Так отток из хвостохранилища в бассейн руч. Городнянский равен  $38 \text{ л/с}$ , а его расход в день измерения

расходов —  $66 \text{ л/с}$ . Для руч. Коровинского соответственно  $44$  и  $59 \text{ л/с}$ , а для руч. Б. Бобровского —  $9$  и  $46 \text{ л/с}$ . Причина того, что фактический сток этих и всех остальных обследованных водотоков больше, чем фильтрационные потери из хвостохранилища МГОКа в том, что кроме фильтрационных потерь сток рек формирует зональный, фоновый сток с их водосборных площадей. Фоновый сток формируется на всех водосборах за счет выпадающих на них осадков и поступления их в реки через водоносные горизонты в течение наблюдающегося в период обследования летнего меженного сезона. Аналогичная ситуация наблюдается и в другие сезоны года.

Несложные расчеты для правобережной и левобережной частей водосбора р. Белый Немед в створе у с. Белый Немед показали, что с правого берега, со стороны хвостохранилища модуль стока составляет около  $4 \text{ л/с км}^2$ , а с левого — менее  $2 \text{ л/с км}^2$ . Соответственно приток воды на  $1 \text{ км}$  русла р. Б. Немед в среднем по всей ее длине с правого берега составляет  $12 \text{ л/с км}$ , а с левого —  $5,4 \text{ л/с км}$ . При этом максимальный приток наблюдается в ручье Городнянском, он достигает одного из максимальных для всех обследованных водотоков значений —  $22 \text{ л/с}$  на  $1 \text{ км}$  длины русла. Это объясняется тем, что водосбор руч. Городнянского расположен ближе остальных водотоков к хвостохранилищу МГОКа.

Таким образом, измеренные фактические расходы воды в поверхностных водотоках в бассейне р. Б. Немед больше, чем рассчитанный по гидрогеологической модели отток из хвостохранилища МГОКа. Это соответствует гидрологической и гидрогеологической обстановке в период проведения полевых работ в июне 2003 г., когда все водотоки и водоемы получали, кроме инфильтрационного притока, подземное питание из водоносных горизонтов, не связанное с влиянием хвостохранилища МГОКа [2]. В тоже время за счет хвостохранилища происходит существенное увеличение стока по сравнению с фоновым.

Самый большой приток воды за счет инфильтрационных потоков из хвостохранилища наблюдается, как и следовало ожидать, в р. Песочная. На участке реки от плотины хвостохранилища до с. Андросово в реку поступает 142 л/с, что соответствует одному из максимальных по району МГОКа модулю стока — 8,61 л/с км<sup>2</sup>, а на 1 км русла приток достигает самого большого для обследованных водотоков значения — 35,5 л/с. Причем, практически вся эта вода поступает в р. Песочную подземным путем из хвостохранилища, отток из него вниз от плотины по гидрогеологической модели составляет более 120 л/с. За счет фонового зонального водопритока (около 2 л/с км<sup>2</sup>) в реку поступает менее 15% воды.

Минимальные модули стока отмечены в верховьях р. Черни у с. Плоского и на р. Речице, не испытывающих влияния водопритока от хвостохранилища. Здесь модули стока составляли на момент измерений 2,5—3,3 л/с км<sup>2</sup>.

Сложная для анализа ситуация характерна для участка р. Черни от с. Плоское до плотины пруда у с. Панино. На этом участке в сторону р. Черни направлены подземные потоки воды из хвостохранилища МГОКа, оцениваемые по результатам гидрогеологического моделирования в более чем 120 л/с. Одновременно из пруда, в момент проведения замеров, производилась откачка воды насосной станцией для переброски ее в хвостохранилище МГОКа в объеме 35000 м<sup>3</sup>/сут или 405 л/с. Эти данные получены у оператора насосной станции на р. Черни во время проведения воднобалансовых исследований. В результате сток ниже пруда падает до 40 л/с. Соответственно, на участке влияния хвостохранилища МГОКа р. Чернь получает дополнительное питание. В результате модуль стока от с. Плоского до пруда у с. Панино увеличивается до 4,3 л/с км<sup>2</sup>, а приток на 1 км длины русла возрастает до 20,9 л/с км.

Ниже пруда у с. Панино в р. Чернь поступает вода из пруда на р. Рясник, перекачиваемая насосной станцией, и дренажные воды от карьера МГОКа. Измеренный нами объем притока воды в русло р. Черни от этих двух источников составил 290 л/с или 25000 м<sup>3</sup>/сут. В результате сток р. Черни ниже сброса в нее воды из р. Рясник и дренажных вод вновь увеличивается и составляет 330 л/с.

Совершенно иная ситуация на р. Черни ниже по течению, в зоне влияния карьера МГОКа. Как это отмечалось в проведенных ранее исследованиях, из русла р. Черни происходит отток воды в сторону карьера и его дренажного водопонижающего комплекса. Об этом свидетельствует уменьшение расходов воды в русле р. Черни на двух участках: от створа ниже сброса воды из р. Рясник до створа расположенного у моста между 3 и 4 отвалами (Бородинский мост), а также от этого створа до створа у с. Солдаты. Абсолютное снижение расходов составляет соответственно 13 и 46 л/с. На втором участке потери больше, так как он расположен ближе к карьере, «нависая» над ним, и дальше от хвостохранилища. Следовательно, общее снижение расхода воды на участке русла р. Черни в районе карьера около 60 л/с, в пересчете на 1 км русла он превышает 10 л/с.

Если предположить, что с левобережной части водосбора поступает зональная норма в 2 л/с км<sup>2</sup>, что составляет около 15 л/с на 1 км русла (около 7 л/с км с каждого берега), то отток из р. Черни в сторону карьера составляет около 10 л/с км на первом участке и около 20 л/с км на втором участке. Тогда суммарный приток воды в сторону карьера из русла р. Чернь можно оценить в 250-260 л/с. Из них 60 л/с — чистые потери стока, а 200 л/с компенсируются в стоке р. Чернь за счет притока с ее левого берега. Более наглядно ситуация с притоком и потерями воды из русла р. Черни показана на рис. 1. По данным измерений показан суммарный приток (отток) на четырех выделенных участках от истока реки до ее слияния с р. Речицей. Кроме того показан предполагаемый приток и отток по правому и левому берегам. Прямое измерение притоков с каждого из берегов произвести достаточно сложно, поэтому они определены расчетным путем.

Приток с левого берега, как и суммарный приток из русла реки к карьере может быть и выше, так как водосбор левобережной поймы находится под влиянием притока из хвостохранилища. Но более точные оценки можно выдать только по результатам моделирования подземного стока из

хвостохранилища и оттока воды из р. Черни к карьере.

Р. Речица в створе выше очистных сооружений, как и р. Чернь в створе у с. Плоское могут считаться фоновыми створами, находящимися за пределами влияния как хвостохранилища, так и карьера МГОКа. Их сток примерно одинаков (3,3 и 2,5 л/с км<sup>2</sup>, соответственно). Модуль стока р. Речицы несколько выше, так как ее створ расположен дальше от истока, здесь больше площадь водосбора и, главное, глубже врезано русло. В результате река дренирует несколько более глубокие и более обильные водоносные горизонты.

Проведенное обследование позволяет в первом приближении рассчитать водный баланс хвостохранилища МГОКа на период обследования. Водный баланс складывается из трех основных элементов:

- поверхностного притока в хвостохранилище, в основном за счет искусственного пополнения

водоема за счет перекачки воды из пруда на р. Черни и сброса в него рудничных вод (Q);

- испарения с водной поверхности хвостохранилища (W);

- фильтрационных потерь через водоносные горизонты и тело плотины (q).

По сведениям, полученным у соответствующих служб МГОКа, из пруда на р. Чернь перекачивают 35000 м<sup>3</sup>/сут, сброс рудничных вод составляет 43000 м<sup>3</sup>/сут. Испарение, согласно опубликованным справочным данным метеостанции г. Курска за июнь и июль в среднем за многолетний период равно 93 мм/мес или 3,1 мм/сут. При площади водного зеркала хвостохранилища МГОКа около 13 км<sup>2</sup> испарение за сутки составит 49600 м<sup>3</sup>/сут. Выполненные по гидрогеологической модели расчеты показали, что фильтрационные потери составляют 29400 м<sup>3</sup>/сут. Расчет водного баланса хвостохранилища МГОКа и его невязка показаны ниже (табл. 2).

Таблица 2

Расчет водного баланса хвостохранилища МГОКа на время проведения воднобалансовых исследований

Статья баланса	Объем воды	
	м <sup>3</sup> /сут	л/с
Приток поверхностных вод (Q)	78000	902
Испарение с водной поверхности (W)	40300	466
Фильтрационные потери (q)	29500	340
В том числе дренаж через тело плотины	9504	110
Невязка баланса	-1304	-12

Расчеты водного баланса (Б) выполнены в м<sup>3</sup>/сут и л/с по формуле:

$$B = Q - W - q \quad [3]$$

Данные табл. 2 показывают, что основные потери из хвостохранилища МГОКа происходят за счет испарения с водной поверхности. Невязка расчета водного баланса — около 1%, что говорит о сокращении запасов воды в хвостохранилище на момент обследования за счет незначительного падения уровня. Поскольку в указанный период уровень воды в хвостохранилище практически не изменялся (по наблюдениям гидротехнической службы), это свидетельствует о достаточной надежности полученных результатов расчетов.

1. Проведенные исследования показали существенное влияние хвостохранилища и карьера МГОКа на поверхностные и подземные воды района исследований, гидрологический режим рек, их модули стока в меженный период года.

2. Фильтрационные потери из хвостохранилища МГОКа существенно увеличивают сток рек Чернь и Белый Немед и их притоков в период летней межени. В зависимости от расстояния между водотоком и хвостохранилищем увеличение стока происходит в 2—4 раза.

3. Увеличение стока воды в меженный период является положительным экологическим фактором, так как улучшает водный и биохимический режим рек, делая их сток более стабильным и увеличивая их биологическую продуктивность.

4. Меженный сток р. Песочной ниже хвостохранилища МГОКа меньше, чем зональная норма примерно в 3 раза, что можно считать неблагоприятным экологическим фактором для этой реки.

5. Сток реки Черни ниже с. Панино практически полностью зависит от хозяйственной деятельности МГОКа — откачки из пруда на р. Черни и сброса в нее воды из р. Рясник. В зависимости от соотношения этих двух водных потоков, сток р.

Черни может как превышать зональную норму, так и снижаться значительно ниже ее. Необходимо разработать такой режим работы насосных станций, который бы обеспечивал сток в р. Черни не меньше санитарного минимума стока — 214 л/с [5].

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Информационно-экономический сборник официальных материалов Президента Российской Федерации, Правительства Российской Федерации, ведомственных инструкций и комментариев специалистов // Специальный выпуск ООО НВФ «ЭКОГИРН». — М., 1995. — С. 101.

2. Кумани М.В. Отчет « Оценка поверхностных водных ресурсов Железнодорожного промышленного района» // г. Курск, 2004.

3. Методическое письмо № 2 по организации и ведению мониторинга экзогенных геологических процессов — стадии, последовательность, виды, содержание и конечные результаты работ // М.: ВСЕГИНГЕО, 1990. — С. 5.

4. Моисеев Н.Н., Михалков Н.С., Гусев А.А. и др. Современные экологические проблемы провинции // Материалы международного экологического форума 4-8 июля 1995 года. г. Курск, 1995. — С. 300.

5. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнения // СанПиН № 4630-88. М.: Минздрав СССР, 1988. — С. 69.