

При накоплении осадочных формаций в условиях гумидного климата в пресноводных речных и озерных бассейнах, воды таких бассейнов имели, как в современную эпоху, гидрокарбонатный магниевый-кальциевый состав с минерализацией 0,1-0,2 г/кг. Для характеристики состава вод ранее существовавших внутренних морских водоемов и крупных озерных бассейнов условиях аридного климата использованы имеющиеся сведения о составе современных внутренних морей и озер, располагающихся в различных климатических зонах.

Литература

1. Ахмедсафин У.М., Джабасов М.Х. и др. «Артезианские воды Чу-Сарысуйской впадины», 1979
2. Бондаренко С. С. Изучение и комплексная оценка месторождений подземных промышленных вод. - Сов. геология, 1982, № 8, с. 108—117.
3. Бойко Т.Ф., Литий, рубидий, цезий. В кн.»Металлы в осадочных толщах». М., 1964
4. Бойко Т.Ф., Редкие элементы в галогенных формациях. М., «Наука», 1973
5. Быкадоров В.А., Никитин Е.А. Тектоника мезозой-кайнозойского платформенного чехла Чу-Сарысуйской впадины. 1977
6. Вартанян Г. С. Поиски и разведка месторождений минеральных вод в трещинных массивах. М., Недра, 1977.
7. Зайцев И. К., Толстухин Н. И. Закономерности распространения и формирования минеральных (промышленных и лечебных) подземных вод на территории СССР. М., Недра, 1972.
8. Маврицкий Б. Ф. Термальные воды складчатых и платформенных областей. М., Наука, 1981.
9. Розен Б.Н., Геохимия брома и йода. М., «Недра», 1970
10. Солодов Н.А., Болашов Л.С., Кременецкий А.А. Геохимия лития, рубидия и цезия. М., «Недра», 1980
11. Тугаев Т.М., Мухамеджанов М.А., Сыдыков Ж.С. Отчет по результатам поисков редких элементов подземных и поверхностных водах Тургайской впадины, Центрального Казахстана и составление «Карты промышленных вод Казахстана», м-ба 1:15000000 за 1978-1980 гг (ВГФ, РГФ, ТГФ, Фонды ПГО «Казгидрогеология»)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ В РЕГИОНЕ ТИМИКА (ПАПУА, ИНДОНЕЗИЯ)

Кадепа А.

Научный руководитель доцент Решетько М.В.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В условиях необходимости перехода мирового сообщества к устойчивому развитию особое значение должно придаваться как высокой экономической эффективности, так и экологической безопасности. Индонезия это одна из динамично развивающихся стран Юго-Восточной Азии, где экономический рост сопровождается серьезными экологическими проблемами. Принимаемые меры по охране окружающей среды в настоящее время не могут полностью ликвидировать интенсивное воздействие горнодобывающей отрасли на компоненты природной среды, в том числе и на водные ресурсы.

Целью данной работы является исследование влияния горнодобывающей промышленности на водные ресурсы в регионе Тимика (Папуа, Индонезия).

Данная работа основана на материалах, полученных автором при прохождении практики в компании PT Freeport Indonesia (PTFI); материалы мониторинга предоставлены экологической лабораторией компании.

Одно из самых крупных в мире золотосодержащее медно-порфировое месторождение Грасберг расположено в провинции Папуа в Индонезии, около Пунчак-Джая (4884 м) – самой высокой горы в Папуа. На территории исследований можно выделить две области: высокогорную от 2000 до 4200 м над у. м, где ведется разработка месторождения и находятся горно-обогатительные фабрики; и относительно плоскую местность (от 10 м до 2000 м), которая включает в себя порт Амамапаре, г. Тимика и другие населенные пункты. Для исследуемой территории в целом характерен экваториальный тип климата. В горнодобывающем районе в течение года температура воздуха колеблется от 3 до 18 °С, а среднее количество осадков составляет более 3000 мм/год. В низинах температура воздуха 20–34°C, осадков выпадает более 5000 мм/год. Широкий диапазон высот создает разнообразную растительность от альпийской в горах до тропических лесов в низменности. Расстояние между районом разработки месторождения и устьем реки Айква, впадающей в Арафурское море, составляет около 100 км. Особенности рельефа и большое количество осадков создают мощные речные системы в горных районах и меандрирующие реки с обширными поймами в низинах. Среднесуточный расход реки Отомона (выше по течению от г. Тимика) составляет около 50 м³/с, максимальный расход в 2021г. составил 202 м³/с. Транспортирующая способность реки Айква составляет 15–20 тыс тонн наносов в сутки. Американский геолог Mark Cloos и индонезийский геолог Benyamin Sariie в результате геологических исследований центрального хребта провинции Папуа Индонезии пришли к выводу о том, что формирование центрального хребта Пунчак Джая обусловлено проявлением 20 млн лет назад коллизионного орогенеза и направленной на север субдукции Австралийской плиты. Тектонические последствия рифтинга плиты между 6 и 3 млн лет назад вызвали магматизм и процессы нижнекорового антиплейтинга. Интенсивный магматизм сформировал супергигантское Cu + Au рудное тело Грасберг и связанные с ним скарновые тела рудного района Эрцберг [1].

Компания PTFI работает в Индонезии с середины прошлого века. В 1972 году на комплексе Грасберг был получен первый медный концентрат. На протяжении почти пяти десятилетий PTFI инвестировал 7,7 млрд долларов США в инфраструктуру, а вклад в ВВП Индонезии с 1992 года более чем 60 миллиардов долларов США. В 2021 году Правительство провинции Папуа и Правительство регентства Тимика увеличили долю с 9,36 % и стали владельцами 51% акций PTFI. На комплексе Грасберг трудится около 20 тыс. сотрудников [2]. Добыча полезных

СЕКЦИЯ 6. ГИДРОГЕОЛОГИЯ, ИНЖЕНЕРНАЯ ГЕОЛОГИЯ И ГИДРОГЕОЭКОЛОГИЯ

ископаемых на комплексе Грасберг включает открытый рудник, подземные рудники и обогатительные фабрики. Открытая разработка карьера продолжалась с 1990 по 2020 гг. Руда добывается на высоте более 4000 метров над уровнем моря на площади около 100 км² (рис. 1). В настоящее время РТФИ сосредотачивает свои производственные операции на подземных рудниках. На месте используется ряд процессов, включая различные этапы бурения, взрывных работ, сортировки и дробления, затем руду транспортируют на горно-обогатительную фабрику для повторного дробления, измельчения и флотации. Концентрат перекачивается в порт Амамапаре; там он фильтруется, сушится и отправляется на аффинажные заводы. Предприятие одно из крупнейших в мире, его суточная производительность увеличивалась с каждым годом. Отходы обогащения сбрасываются в реку Агабагонг, которая впадает в реку Айква (в 2004 г. около 195 000 т/сутки). Решение министра окружающей среды и лесного хозяйства в 2018 г. [3] ограничивает ежедневный объем добычи до 300 тысяч тонн руды, а сброс хвостов обогащения в хвостохранилище, находящееся в русле реки Айква (Modified Ajkwa Deposition Area – ModADA), не более 291 000 сухих метрических тонн в сутки. В октябре 2017 года к компании РТФИ были применены санкции из-за убытков государства вследствие загрязнения, использования охраняемых лесных массивов в производственной деятельности без разрешения на пользование лесными угодьями и увеличение площади ModADA с 230 до 450 км². Компания РТФИ предпринимает определённые меры по уменьшению последствий своей деятельности. Департамент окружающей среды РТФИ контролирует качество воздуха, воды, хвостов, почвы, отложений, батиметрии, наземной биоты, сельскохозяйственной и водной продукции. В 1994 г. была открыта экологическая лаборатория. К 2015 году создана сеть экологического мониторинга, включающая 338 точек отбора проб, на которых ежегодно отбирается около 15000 образцов и 187000 проб для анализа [2]. Однако сброс хвостов рудника в реку Айква и озеро Ванাগонг приводит к наводнениям (в 1991 году была уничтожена большая часть низинных лесов), вызывает опасения возможное загрязнение местных источников воды, в морской фауне отмечается увеличение содержания меди.



Рис. 1. Зона действия лицензии компании РТФИ (синим выделена зона разработки месторождения) [2]

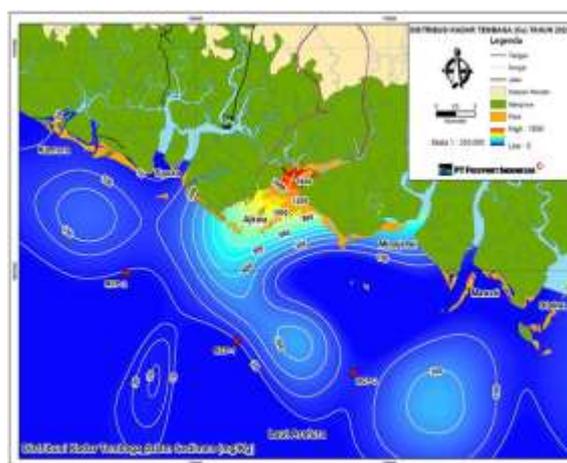


Рис. 2. Содержание меди (мг/кг) в отложениях эстуария Айква и северной части Арафурского моря в 2020 г. (по данным РТФИ)

Мониторинг содержания меди в отложениях в эстуарии Айква и в северной части Арафурского моря проводится один раз в год. Повышенные (выше 1600 мг/кг) значения отмечаются в районе ModADA (рис. 2).

Таблица

Результаты мониторинга содержания растворенных металлов в воде в 1 полугодии 2021 года (макс/мин)

Компонент	Ед. изм.	по [3]	эстуарии рек после хвостохранилища			эстуарии без антропогенной нагрузки		
			Айква	Минаджерви	Камора	Типука	Мавати	Оттаква
Al ³⁺	мг/л	-	0,024 - 0,145	<0,010 - 0,024	0,017 - 0,030	<0,010 - 0,020	<0,010 - 0,021	0,013 - 0,021
Cu ²⁺	мг/л	0,008	0,010 - 0,025	0,0019 - 0,0054	0,0009 - 0,0031	0,0025 - 0,0032	<0,0003 - 0,0025	0,0021 - 0,0040
Fe, общ.	мг/л	-	0,0653 - 0,223	0,0031 - 0,0189	0,0032 - 0,0829	0,0125 - 0,0309	0,0048 - 0,0062	0,0055 - 0,0141
Mn ⁺	мг/л	-	0,0614 - 0,0916	0,0179 - 0,0397	0,0064 - 0,0248	0,0051 - 0,0085	0,0015 - 0,0109	0,0077 - 0,0323

Результаты мониторинга поверхностных вод, проводимого для вод, подверженных антропогенной нагрузке, и фоновых объектов для горных районов и низин показал примерно одинаковые результаты – превышений по содержанию меди не обнаружено (есть единичные случаи до 3,04 мг/л, причем в реках с естественными условиями формирования химического состава вод). Отмечено повышение проводимости в 3-5 раз по сравнению с фоном. Наиболее критично содержание взвешенных веществ, которое после сброса сточных вод составляет 257 000–667 000 мг/л, а в естественных реках высокогорья 15–1390 мг/л. В низинах для рек-хвостохранилищ содержание взвешенных веществ уменьшается в десятки раз, но остается выше, чем фоновое и превышает рекомендованное [2]

значение. В эстуарии р. Айква после ModADA содержание растворенных металлов выше, чем в эстуариях других рек (таблица 1), но не превышает рекомендованные [3] значения.

Результаты мониторинга химического состава подземных вод на 13 скважинах возле хвостохранилища показали стабильный состав в течение 2021 г., наблюдается увеличение сульфатов (4 точки) и железа (2 точки) относительно других скважин. В этих же точках наблюдается увеличение проводимости, общей жесткости. В воде единичных колодцев, используемых для питьевых целей наблюдается превышение нормативов для питьевой воды [4] для железа и марганца. По содержанию меди превышений не обнаружено.

Анализ данных мониторинга, проводимого PTFI, показывает, что содержание растворенных металлов практически во всех точках наблюдения соответствует стандартам правительства Индонезии. Очень серьезной экологической проблемой в регионе является высокий уровень наносов, который наблюдается в низинах региона ModADA. Предполагается, что перегрузка произойдет в устье и может повлиять на эстуарий и морскую биоту. Таким образом, несмотря на улучшение управления отходами производства, водные ресурсы в регионе Тимика нуждаются в постоянном мониторинге, в том числе и независимыми аудиторами.

Литература

1. Приоритетные направления геологического изучения недр. По материалам 34-й сессии Международного геологического конгресса / науч. ред. О.В. Петров, Н.В. Милетенко. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2014. – 370 с. (Минприроды России, Роснедра, ФГУП «ВСЕГЕИ»). [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.vsegei.com/ru/public/our_publications/PriorNgnRF_2014.pdf,
2. Официальный сайт компании PT Freeport Indonesia – Режим доступа: <https://ptfi.co.id/>
3. Trashed-1636587178-Kepmen KLHK No.175_2018_Pengelolaan Tailing PTFI di Daerah Penimbunan Ajkwa atau ModADA
4. Permenkes-No-492-Tahun-2010-tentang-Persyaratan-Kualitas-Air-Minum

КОМПЛЕКСНЫЙ АНАЛИЗ ДЛИТЕЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ АЛЕКСАНДРОВСКОЙ КОЛОННЫ С УЧЕТОМ ИНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГИЧЕСКИХ И ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ АСПЕКТОВ

Карпенко А.Г.

Научный руководитель профессор Дашко Р.Э.

Санкт-Петербургский горный университет, г. Санкт-Петербург, Россия

Проблема сохранения архитектурно-исторического облика старинных мегаполисов, развивающихся по интенсивному пути в условиях многоуровневого освоения подземного пространства, является наиболее актуальной в мировой практике. В большинстве случаев проекты по реставрации и реконструкции таких сооружений связаны с их наземной частью, состояние несущих подземных конструкций проводится весьма формально и не затрагивает зоны основания архитектурных памятников в многокомпонентном подземном пространстве, включающем, как правило, слабые песчано-глинистые грунты, контаминированные подземные воды и газы биохимического генезиса. В данной работе исследуется один из главных элементов ансамбля Дворцовой площади – Александровская колонна, - с целью оценки её современного состояния путем анализа природных и техногенных факторов, воздействующих на его наземную и надземную части. Кроме того, впервые приводится характеристика её подземных несущих конструкций – свайного фундамента, - и выполняется анализ их состояния с учетом исторического аспекта инженерно-хозяйственной деятельности в пределах зоны размещения памятника в XV-XXI вв., особенностей инженерно-геологического строения и контаминации грунтовых вод в разрезе основания колонны.

Александровская колонна – выдающееся произведение французского архитектора Огюста Монферрана, посвященное победе Александром I над Наполеоном I в Отечественной войне 1812 г. От момента подготовительных работ по отделению монолита гранита рапакиви в Пютерлакском карьере, расположенном в юго-восточной части Финляндии, до освящения монумента прошло долгих 5 лет (1829-1834 гг.), о чём подробно рассказывает в своих записках сам архитектор, его современники и исследователи его жизни и творчества [4,7,9]. Среди сооружений подобного типа – колонн, - монумент занимает первой место по высоте (47,5 м, считая от основания цоколя до высшей точки креста в руках ангела), превосходя своими размерами колонну Траяна в Риме и Вандомскую колонну в Париже, служивших её прообразами [7]. Наземная часть архитектурно-исторического памятника состоит из (сверху вниз): бронзовой фигуры ангела с крестом, стоящей на полусферическом навершии цилиндрического пьедестала, абаки, капители, ствола колонны, выполненного из гранита рапакиви, постамента и гранитного цоколя. За 188 лет функционирования реставрация как всей наземной части монумента, так и отдельных её элементов производилась более 10 раз, что было связано с необходимостью устранения видимых трещин на стволе колонны, а также удалением последствий выщелачивания известкового раствора кирпичной кладки абаки [5]. Самые капитальные работы по обследованию и реставрации были проведены в 2001-2003 гг. Среди исследователей, занимавшихся вопросами состояния видимой части Александровской колонны в XIX-XXI вв., стоит отметить Г.А. Струве, Г.И. Гесса, Г.П. Гельмерсена в XIX в. [1], В.К. Шуйский в XX в. [9], Д.В. Любина [4,5], М.А. Иванов в XXI в. и др.

Когда на стволе колонны уже в первые годы её функционирования зафиксировали трещины, начались исследования по выявлению причин их формирования и развития. Среди них называли как неравномерный нагрев в течение суток и времени года колонны, и несчастный случай, произошедший при её транспортировке с месторождения: деревянные брусья, служившие в качестве моста между молотом и палубой, разломались, в результате чего монолит упал на расщепленные бревна. Нами выполнен анализ структурно-тектонических условий территории,