

the minimum voidage criterion are presented. The composition of the filler for fine-grained concrete with a reduced specific consumption of cement has been selected.

Keywords: non-metallic industry, stone crushing screenings, waste disposal, fine-grained concrete, crushed stone, enriched sand, stone flour, optimization of the fractional composition of the aggregate.

УДК 550.812

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ БЕЛАРУСИ

Павловский А.И.¹, Галкин А.Н.², Андрушко С.В.³, Моляренко В.Л.³, Красовская И.А.²

¹*БНТУ, Минск, Республика Беларусь*

²*ВГУ им. П.М. Машерова. Витебск, Республика Беларусь*

³*ГГУ им. Ф. Скорины, Республика Беларусь*

Аннотация. Рассмотрены результаты исследований современных инженерно-геоморфологических процессов, а также техногенная трансформация рельефа в районах добычи и переработки полезных ископаемых на примере Солигорского горнопромышленного района, карьер «Гралево» и карьера «Микашевичи». Использована классификация форм рельефа с выделением макро-, мезо-, микрорельефа и видов рельефа, описаны экзогенные процессы, формирующиеся в результате добычи и переработки полезных ископаемых. Выделен отдельный тип рельефа – рельефоиды.

Ключевые слова: геоморфологические исследования, районы добычи и переработки полезных ископаемых, техногенный рельеф, экзогенные процессы, рельефоиды, трансформации геологической среды.

Современный этап в развитии геоморфологии на территории Беларуси характеризуется активизацией исследований современных геоморфологических и инженерно-геоморфологических процессов, техногенного рельефа и соответственно территорий их развития, формирования и влияния на природную среду.

Исследования выполненные в последние десятилетия сотрудниками Института природопользования НАН Беларуси (Р.Е. Айзберг, Р.Г. Гарецкий, А.К. Карабанов, Г.И. Каратаев, А.В. Кудельский, А.В. Матвеев, Л.А. Нечипоренко и др.), РУП «Геосервис» (И.А. Бусел, В.Г. Лободенко и др.), Белорусского государственного университета (Э.А. Высоцкий, В.Г. Губин, П.С. Лопух, Д.А. Творонович-Севрук, Н.К. Чертко и др.), Белорусского Национального технического университета (Г.А. Колпашников, П.Н. Костюкович и др.), Брестского госуниверситета имени А.С. Пушкина (М.А. Богдасаров, Н.Ф. Гречаник и др.), Витебского госуниверситета имени П.М. Машерова (А.Н. Галкин, И.А. Красовская и др.), Гомельского госуниверситета имени Ф. Скорины (В.Г. Жогло, А.И. Павловский, Е.Ю. Трацевская, С.В. Андрушко и др.) позволили существенно продвинуть теоретические и практические разработки, основанные на обобщении большого количества накопленного материала полевых и экспериментальных исследований в районах интенсивного техногенного рельефообразования.

Создаются антропогенные формы рельефа (карьеры, терриконы, насыпи, отвалы, каналы и т.д.) которые сопоставимы по своим размерам с природными образованиями. Широким разнообразием состава и свойств отличаются и отложения, формирующиеся в процессе хозяйственной деятельности. В настоящее время геоморфологический режим равнинных территорий, на которых широко распространена реликтовая плейстоценовая ледниковая морфоскульптура, являющаяся аренами постледникового морфолитогеоза, представляет собой разнонаправленный процесс – с одной стороны эрозия и денудация

положительных форм рельефа, частичное усложнение, с другой накопление отложений, выполаживание и упрощение рельефа. Важно отметить, что хозяйственная деятельность приводит к формированию техногенных отложений и рельефа имеющих сложный и разнообразный генезис и свойства за очень короткие промежутки времени, что существенно усложняет геоморфологический режим территорий и влияет на ход естественных процессов.

Горнодобывающая и горно-перерабатывающая промышленность на территории республики является значительным фактором трансформации геологической среды и ее экологических функций (главным образом, геохимической, геодинамической и ресурсной). Это в первую очередь относится к верхним горизонтам литосферы, которые в результате добычи и переработки полезных ископаемых практически полностью трансформируются. Выявлено и разведано около 30 видов полезных ископаемых, среди которых наиболее важными являются калийные и каменные соли, нефть и газ верхнего девона, строительные материалы, представленные горными породами различного возраста, верхнеплейстоценовые сапропель, торф и др.

На территориях добычи и переработки полезных ископаемых формируются комплексы карьерных, шахтных, нефтепромысловых и других хозяйств, объединенных в единую инфраструктуру. Функционирование глубоких карьеров и шахт требует складирования в отвалы больших объемов пустой породы, создания мощных и сложных дренажных систем. Часто в районах добычи осуществляется переработка полезных ископаемых, а иногда и выпуск конечного продукта, работают горнообогатительные комбинаты, значительные площади заняты хвостохранилищами и шламонакопителями. На территории страны наиболее существенное влияние на геологическую среду оказывает деятельность Солигорского горнопромышленного района (ГПР) ОАО «Беларуськалий», разрабатывающего Старобинское месторождение калийных солей. За все время эксплуатации месторождения накопилось около 1 млрд т твердых отходов на площади свыше 550 га и более 65 млн т жидких глинисто – солевых шламов на площади 950 га. В результате сформировался техногенный рельеф терриконов с прилегающими каналами и шламохранилищами. Относительная высота терриконов достигает 140 м а если оценивать уровень такой трансформации объемами горных пород, перемещенных на единицу площади, то соответствующий коэффициент для Солигорского горнопромышленного района может превысить 10 млн м³/км² при среднем значении этого показателя для республики 120–170 тыс. м³/км². К негативным последствиям техногенеза на территории размещения этого вида производства необходимо отнести также образование мульд оседания, подтопление территории, загрязнение грунтов и подземных вод.

Например, ширина мульд оседания на отдельных участках Солигорского ГПР достигает 100–300 м при глубине 1–3 м и более и крутизне склонов 3–4°. В таких депрессиях часто протекают процессы заболачивания. В районах солеотвалов и шламохранилищ сформировалась зона хлоридно-натриевого засоления с минерализацией грунтовых вод 80–160 г/дм³, а в некоторых случаях и 200 г/дм³.

Широко распространены на территории республики карьерно-отвальные предприятия, формирующиеся в местах разработки открытым способом сырья для строительных материалов. Это легкоплавкие глины и суглинки, песчано-гравийно-галечные материалы, силикатные и строительные пески, цементное, известковое сырье, строительный камень. Эти полезные ископаемые четвертичных отложениях приурочены к краевым ледниковым грядам и возвышенностям, моренным, озерно-ледниковым и водно-ледниковым равнинам.

Функционирование карьерно-отвальных производств приводит к существенному изменению геологической среды. Создаются глубокие карьеры, формируются большие объемы техногенных грунтов – отвалы вскрышных пород. В бортах карьеров и на отвалах часто развиваются гравитационные процессы, иногда масштабных по объемам. В качестве примеров можно отметить карьер «Гралево» по добыче верхнедевонских доломитов в окрестностях Витебска и карьер «Микашевичи» по добыче строительного камня (гранитов, диоритов, габбро, гнейсов AR–PR₁) в Брестской области.

Открытая разработка месторождений полезных ископаемых нередко сопровождается сосредоточенным водоотбором. При этом водоотливы из карьеров создают общее снижение уровней взаимосвязанных водоносных горизонтов, образующих депрессионные воронки с радиусами, исчисляемыми километрами. В результате иссякают колодцы, скважины, пересыхают малые реки и водоемы, болота, становятся источниками питания подземных вод крупные речные водотоки, дренирующие их в естественных условиях. Так, к примеру, практика эксплуатации карьера «Микашевичи» свидетельствует о том, что постоянный водоотлив, существенным образом изменил гидродинамические параметры последних, повлек за собой преобразования химсостава подземных и карьерных вод, нарушил гидрологический режим на прилегающих территориях. Образовавшаяся в результате водоотлива воронка депрессии снизила уровень грунтовых вод (УГВ) в 1998 г. на расстоянии 2 км от карьера на 11 м, а на расстоянии 3 км – на 2 м. Это привело к исчезновению двух малых рек на прилегающей территории. Подобная ситуация сложилась и на месторождении доломитов «Гралево». Водоотлив подземных вод верхнедевонского комплекса привел к снижению пьезометрических уровней в радиусе 10 – 12 км, что повлекло за собой исчезновение меженного стока реки Витьба на десятикилометровом участке и выход из строя ряда водозаборных скважин близ расположенных населенных пунктах.

Подобные процессы и явления можно наблюдать и в других карьерах. В меловых карьерах у г. Кричев Могилевской области, п. Красносельский Гродненской области, на месторождениях «Грандичи» близ г. Гродно, «Коммунарское» в Костюковичском районе Могилевщины, ряде разработок месторождений песчано – гравийных грунтов в Минском и Логойском районах Минской области и др.

Существенная трансформация геологической среды происходит также при разработке торфяных месторождений. За последние полвека в Белоруссии торфоразработками нарушено более 1,3 тыс. месторождений торфа общей площадью свыше 300 тыс. га.

Активная разработка месторождений полезных ископаемых приводит как к изменению природного рельефа земной поверхности, так и созданию совершенно новых, техногенных форм рельефа. Важно отметить, что техногенный рельеф отличается своеобразием морфологии и состава отложений, занимает значительные площади, часто плодородных земель, способствует развитию опасных геоморфологических процессов. Важной задачей, в этой ситуации, является разработка классификации и типизации форм техногенного рельефа, их отражение на геоморфологических картах. По мере развития горнодобывающей и горно-перерабатывающей промышленности, расширения площадей добычи полезных ископаемых растет и разнообразие форм и типов техногенного рельефа, что находит свое отражение в создании большого числа новых классификаций.

Классификация форм рельефа в районах добычи и переработки полезных ископаемых на территории Беларуси является актуальной задачей, позволяющей решить вопросы систематизации, морфологии, генезиса техногенного рельефа. Выделить области изменения и перераспределения вещественно-энергетических потоков, в результате формирования «нового» рельефа в системе денудация – транзит – аккумуляция.

Категория «класс техногенного рельефа» выделяется на основании основного источника энергии рельефообразования – хозяйственной деятельности человека. Подкласс определен на основании специфики хозяйственной деятельности, в нашем случае, разработка месторождений полезных ископаемых и переработка сырья. Следующей категорией являются группы типов техногенного рельефа, в которых типы рельефа объединяются по условиям формирования и местоположению (поверхностная, подземная, водная и сопутствующая). В основу типизации техногенного рельефа положена степень участия и направление деятельности человека в районах разработки месторождений полезных ископаемых и переработки сырья: собственно техногенный (выработанный и аккумулятивный), техногенно опосредованный, и рельефоиды.

В собственно техногенном (выработанный и аккумулятивный) на основании морфологических морфометрических характеристик выделен макро-, мезо-, микрорельеф и

виды рельефа. Формирование техногенного макрорельефа связано с разработкой крупных месторождений полезных ископаемых: месторождение строительного камня «Микашевичи»; месторождение доломитов «Руба». Вид рельефа на этих территориях террасировано-выемочный и крупно-котловинный. К аккумулятивным макроформам, в первую очередь необходимо отнести солеотвалы высотой более 120 м., образовавшиеся при шахтной разработке Старобинского месторождения калийных солей и накоплении отходов обогатительных фабрик, а также отвалы фосфогипса Гомельского химического завода. Рельеф в этих районах платообразный, платообразно-террасированный, гребневидный, конусообразный.

Мезорельеф формируется при разработке менее значительных месторождений полезных ископаемых и переработки сырья. В качестве примера выработанного рельефа может служить карьер строительного камня «Крестьянская нива» в населенном пункте Глушкевичи.

Карьеры по разработке мергельно-мелового сырья в г.п. Красносельский, в районе г. Гродно (карьер «Грандичи») и г. Кричева, карьера стекольных песков «Ленино». Глубина выработанных форм редко достигает 30 м. Вид рельефа в основном выемочно-котловинный, циркообразный. Аккумулятивные формы представлены в основном отвалами вскрышной породы и имеют платообразный, валлообразный, мелко-холмистый вид.

Подземная группа типов рельефа представлена выработанным типом рельефа, который сформировался в процессе разработки месторождений калийных солей подземно-экскавационным способом, вид рельефа тоннельно-камерный, останцовый, наиболее типичными формами являются горные выработки (стволы, квершлагги, штреки, целики, штольни, бремсберги, гезенки, уклоны) разных размеров и назначения.

Водная группа типов рельефа подразделяется на выработанный и аккумулятивный типы, которые также отличаются морфометрическими параметрами и морфологией.

Выработанный рельеф характерен для разработок месторождений торфа, а также практически везде прекращение добычи полезного ископаемого приводит к обводнению карьеров. Широко представлены в техногенном рельефе водоотводные каналы, пруды специального назначения (усреднители, опреснители и т.д.), водоотводные траншеи. Аккумулятивный тип рельефа является в основном намывным и имеет плоский, полого-наклонный или конусовидный вид. Это в основном шламонакопители и хвостохранилища, образующиеся в процессе работы перерабатывающих и обогатительных фабрик.

Сопутствующая группа типов рельефа разделена на техногенно-опосредованный тип и рельефоиды. Создание в процессе горнодобывающей и перерабатывающей деятельности техногенных форм рельефа существенно изменяет современный морфогенез и способствует формированию рельефа, возникающего в результате естественных процессов. Прежде всего необходимо отметить такие формы как оползни, сплывы, осыпи, ручейковая сеть, овраги, мульды проседания, конуса выноса, делювиальные шлейфы и др.

Представляется также возможным выделить в отдельный тип рельефа формирующуюся в районах разработки месторождений полезных ископаемых и переработки сырья инфраструктуру – рельефоиды (здания и сооружения, продуктопроводы, эстакады и др.).

Добыча и переработка полезных ископаемых приводит к трансформации геологической среды и ее компонентов. Необходимо отметить важнейшую роль геоморфологических исследований для оценки техногенного рельефа и отложений, а также последующего развития геоморфологических процессов, которые формируют мощные зоны воздействия на компоненты геологической среды, имеющие ярко выраженные геохимические, геодинамические и ресурсные особенности, отражающие специфику добываемого и перерабатываемого сырья.

MODERN GEOMORPHOLOGICAL STUDIES IN THE AREAS OF MINING AND PROCESSING OF MINERALS ON THE TERRITORY OF BELARUS

Pavlovsky A.I.¹, Galkin A.N.², Andrushko S.V.³, Malyarenko V.L.³, Krasovskaya I.A.²

¹BNTU, Minsk, Republic of Belarus

²VSU named after P.M. Masherov. Vitebsk, Republic of Belarus

³F. Skaryna State State University, Republic of Belarus

Abstract. The results of a study of modern engineering-geomorphological processes and technogenic relief in areas of mining and processing of minerals are considered using the example of the Soligorsk mining region, the Gralevo quarry and the Mikashevichi quarry. A classification of relief forms is given, highlighting macro-, meso-, microrelief and types of relief, exogenous processes and phenomena that are formed as a result of the extraction and processing of minerals are described. A separate type of relief has been identified – reliefoids.

Keywords: geomorphological studies, areas of mining and processing of minerals, technogenic relief, exogenous processes, reliefoids, transformations of the geological environment.

УДК 504.062.2

СРАВНЕНИЕ АДСОРБЦИИ КАТИОНОВ СВИНЦА МОДИФИЦИРОВАННОЙ И НАТИВНОЙ ФОРМОЙ БЕНТОНИТА

*Переломов Л.В., Герцен М.М., Бурачевская М.В., Атрощенко Ю.М., Симонов Р.В.
mani.gertsen@gmail.com*

*ФГБОУ ВО Тульский государственный педагогический университет им. Л.Н. Толстого,
Тула, Россия*

Аннотация. В работе проводилось сравнение сорбционной способности нативной и модифицированной форм бентонита по отношению к катионам свинца. Методом ИК-спектроскопии установлено, что модификация бентонита солями органических кислот не приводит к значительному увеличению числа сорбционных центров. При адсорбции катионов свинца нативной формой в спектрах в области 1385 см^{-1} появлялась четкая новая полоса поглощения металла, при этом, при взаимодействии с использованными органическими соединениями появления новых полос или возрастания интенсивности имеющихся полос практически не происходило. Органоглины на основе бутирата и тартрата поглощают несколько меньше металла, чем чистый минерал. Уменьшение поглощения больше выражено для тартрата, имеющего две карбоксильные группы и две гидроксильные по сравнению с бутиратом, дающим при диссоциации всего одну карбоксильную группу. При низкой нагрузке металлом его поглощенное количество обратно пропорционально количеству органического вещества, использованного для модификации бентонита, т.е. больше свинца поглощается минералом, модифицированным жирными кислотами в количестве 2 величин ёмкости анионного обмена по сравнению с 20% от массы бентонита.

Ключевые слова: каолинит, тяжелые металлы, катионы свинца, глинистые минералы, модификация, сорбция.

В последнее время глинистые минералы находят применение в различных отраслях промышленности, в том числе нефтяной, химической и фармацевтической [1, 2]. Глины, модифицированные различными химическими агентами, проявляют повышенные сорбционные свойства по сравнению с чистыми минералами. Обзор последних научных достижений свидетельствует о перспективе использования модифицированных глинистых материалов в медицине, например, при создании сорбентов-носителей пролонгированного действия для контролируемого высвобождения лекарственных средств [3]. Особенно актуально применение глин в качестве природных сорбентов различных токсикантов [4]. Для