

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 горнообогащительные 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.