– на примере тестового участка рассмотрены влияние геодинамически активных зоны на геоэкологические условия (направление движения поверхностного загрязненного стока, загрязнение подземных вод через «окно» в моренных отложениях, снижение защищенности подземных вод в геодинамически активной зоне, развитие заболачивания и подтопления городской застройки).

Литература

1. Кузьмин, Ю.О. Современная геодинамика опасных разломов / Ю.О. Кузьмин // Физика Земли. – 2016. – № 5. – С. 87–101.
2. Дорожко, А.Л. Геодинамически активные зоны и линейменты Москвы и геоэкологическое значение / А.Л. Дорожко, В.М. Макеев, Г.И. Батрак, И.А. Позднякова // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. – 2015. – № 2. – С. 147–157.
3. Касьянова, Н.А. Экологические риски и геодинамика / Н.А. Касьянова. – М.: Научный мир, 2003. – 332 с.
4. Гусев, А.П. Индикаторы активных разломов (на примере Гомельской структурной перемычки) / А.П. Гусев // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. – 2024. – Т. 66. – № 1. – С. 35–44.

ОСОБЕННОСТИ ТРАНСФОРМАЦИИ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНОЙ БЕЛАРУСИ В РЕЗУЛЬТАТЕ ГОРНОПРОМЫШЛЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Е.А. Кухарик, А.В. Матвеев

**Институт природопользования НАН Беларуси, г. Минск,
Республика Беларусь, *shzhk@mail.ru***

В настоящее время геологическая среда территории Центральной Беларуси испытывает заметную трансформацию в связи с осуществлением горнопромышленной деятельности. Разработка месторождений полезных ископаемых, прежде всего мергельно-меловых пород, песков и песчано-гравийных пород, глины, торфа, производящаяся (за исключением подземной добычи калийных солей в Солигорском горнопромышленном районе) открытым способом, вносит существенный вклад в техногенное изменение верхней части литосферы. Происходящие изменения в геологической среде выражаются не только в формировании своеобразного техногенного комплекса рельефа, но и изменении гидрогеологических условий, строения верхней части платформенного чехла, формированием геохимических аномалий в покровных отложениях и др. [1]. Это подчеркивает актуальность выполненных исследований, целью которых являлось выявление особенностей проявления техногенных геологических процессов горнопромышленной группы в регионе.

Основным источником фактического материала явились полевые исследования, проведенные в основном в последние годы, а также архивные источники информации, опубликованные сведения, материалы дистанционных съемок. Параметры образующихся техногенных форм рельефа (техноморф) и особенности их развития под воздействием различных факторов определялись непосредственно при выполнении стационарных и маршрутных наблюдений, фиксировались проявления современных геологических процессов. Картирование распространения горных выработок, расположенных в изученном регионе, производилось на основании опубликованных данных и материалов дистанционных съемок. Картосоставительские работы и обработка графического материала производились в программных продуктах

QGIS 3.32.1 и CorelDRAW 2018. Результаты, изложенные в настоящей работе, получены во время выполнения НИР «Оценка степени опасности геологической среды для жизнедеятельности населения на территории Центральной Беларуси на основании исследований направленности развития ландшафтов, геодинамических, гидрогеологических и геохимических условий» ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» (2021–2025 гг.).

Выполненными исследованиями установлено, что на территории Центральной Беларуси в настоящее время насчитывается около 250 промышленных и более 700 внутрихозяйственных карьеров. При разработке месторождений открытым способом проявление аккумулятивных и денудационных техногенных геологических процессов происходит практически одновременно. Так, при заложении карьерной выработки в результате экскавации верхний плодородный слой почвы и/или вскрышные породы складываются в отвалах и насыпях, которые иногда достигают высоты 10–20 м и более. Располагаются подобные техноморфы чаще всего в прибортовой части карьера, а на их поверхности интенсивно развиваются водно-эрозионные и гравитационные процессы. Характерным примером аккумулятивных техноморф, образующихся при открытой разработке месторождения, могут служить отвалы вскрышных пород, расположенные вблизи карьера по добыче мела ОАО «Кричевцементошифер». Высота отвалов достигает 20–30 м, склоны террасированные, насчитывается до 4 ступеней (террас). На склонах отвалов интенсивно проявляются овражная эрозия, осыпи и оползни. На выровненных межтеррасовых площадках шириной 15–25 м создаются застойные условия поверхностных вод, местами развивается заболачивание. В зоне расположения внутрихозяйственных карьеров отвалы вскрышных пород располагаются, как правило, в прибортовой зоне, формируя конусообразные или втянутые валообразные техноморфы высотой в первые метры, также подверженные развитию водно-эрозионных и гравитационных геологических процессов.

Денудационные техногенные геологические процессы, обусловленные земляными и добычными работами, в т.ч. бурением и взрывами, приводят к образованию своеобразных техноморф – карьерных выемок, котлованов, воронок и более мелких по размерам отрицательных форм рельефа. Наиболее крупные карьерные выемки могут достигать площади первых га (площадь некоторых торфяных выработок может составлять десятки и сотни га) и глубины до 20–40 м. Ярким результатом отрицательной техноморфы может служить выемка промышленного мелового карьера, расположенная юго-восточнее д. Колядичи Волковысского района Гродненской области. Обводненная выемка этого карьера глубиной до поверхности воды около 20 м (суммарная глубина не установлена) характеризуется крутыми (60° и более) террасированными склонами (до 4–5 террас), частично закустаренными и подверженными водно-эрозионным и гравитационным процессам. Для внутрихозяйственных карьеров параметры формирующихся техноморф существенно меньше: площадь карьерных выемок в основном не превышает 1 га, глубина – не более 5 м.

Для оценки масштаба проявления техногенных геологических процессов в результате добычи полезных ископаемых открытым способом были проведены соответствующие расчеты. Так, совокупная площадь карьерных выработок на территории Центральной Беларуси составляет около 3700 га.

При помощи подземного (шахтного) способа в Центральной Беларуси добываются калийные соли в Солигорском горнопромышленном районе (Старобинское месторождение), часть территории которого располагается на юге изученного региона. Аккумулятивные техногенные геологические процессы проявляются в виде сформированных к настоящему времени крупных техноморф – солеотвалов и шламохранилищ.

Отводимые под солеотвалы площади достигают 300 га, высота солеотвалов составляет преимущественно 35–45 м (иногда – более 100 м), высота дамб в нижней части солеотвала – до 10 м, угол откоса до 4° [2]. По состоянию на 2004 г. объем галитовых и шламовых отходов, складированных на земной поверхности, превышал 700 млн т, а под солеотвалы и шламохранилища отведено около 1500 га земель [3]. Формирование галитовых отходов и шламов в таком большом количестве обусловлено тем, что на 1 т основной продукции приходится до 5,7 т отходов. С учетом этих значений расчетным путем получаем, что всего из подземного пространства при добыче калийных солей было изъято более 820 млн т пород. На поверхности солеотвалов активно проявляются карст и суффозия.

Денудационные техногенные геологические процессы на территории Солигорского горнопромышленного района связаны с перемещением огромных объемов пород в результате извлечения калийной руды из подземного пространства, а также при сооружении производственных зданий, подготовке площадок под солеотвалы и шламохранилища. На значительных площадях заметным геологическим последствием подземной добычи калийной соли является формирование значительных по объему полостей, что приводит к обрушению толщ перекрывающих пород и образованию провалов, приводящих к оседанию локальных участков земной поверхности и возникновению мульд проседания. Проседание земной поверхности над выработанными площадями начинается через 1–2 года после изъятия полезного ископаемого и достигает величины 3,5–4,0 м при отработке 2-х калийных горизонтов [3]. Ширина мульд проседания достигает 100–300 м при глубине 1–3 м и более.

Скважинный способ добычи задействован на территории Центральной Беларуси для извлечения из недр подземных вод. Относительно высокая степень селитебной освоенности региона обусловила наличие хорошо развитой системы водозаборов. Эксплуатация водозаборов крупных городов может приводить к оседанию земной поверхности амплитудой в первые метры.

Заключение. На современном этапе горнопромышленная деятельность в Центрально-белорусском регионе является мощным техногенным фактором преобразования земной поверхности. Она приводит к формированию техногенных комплексов рельефа и заметным перестройкам верхней части платформенного чехла. Установлено, что в регионе в настоящее время эксплуатируется около 250 промышленных и более 700 внутрихозяйственных карьеров, а совокупная площадь нарушенных открытыми горными работами земель составляет около 3700 га. Подземная разработка Старобинского месторождения привела к извлечению из недр и накоплению на земной поверхности сотен млн м³ грунтов.

Литература

1. Инженерная геология Беларуси: в 3 ч. Ч. 2: Инженерная геодинамика Беларуси / А.Н. Галкин [и др.]; под ред. В.А. Королева. – Витебск, 2017. – 452 с.
2. Кологривко, А.А. Отходы калийных предприятий: реализация мер по снижению техногенеза / А.А. Кологривко // Современное состояние и направления развития технологий, машинного и аппаратного обеспечения, эколого-безопасного природопользования и переработки промышленных отходов горнопромышленных комплексов на территории Евразийского экономического пространства: материалы науч.-практ. конф., Минск–Солигорск, 5–6 сент. 2019 г. – Минск: БГТУ, 2019. – С. 44–48.
3. Смычник, А.Д. Геоэкология калийного производства / А.Д. Смычник, Б.А. Богатов, С.Ф. Шемет. – Минск: ЗАО «Юнипак», 2005. – 204 с.