

Key words: lithotechnical system, technogenic impacts, zone of influence, chemical substances, degree of pollution, the value of the content of chemical substances, the background content of chemical elements

УДК 624.131 (476)

ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В РАЙОНАХ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

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

*¹Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины,
ул. Советская, 104, 246003 г. Гомель, Республика Беларусь*

*²Витебский государственный университет имени П.М. Машерова,
пр-т Московский, 33., 210038 г. Витебск, Республика Беларусь
Александр Илларионович Павловский, e-mail: aipavlovsky@mail
Александр Николаевич Галкин, e-mail: galkin-alexandr@yandex.ru*

Аннотация. В статье приведены результаты анализа состояния и развития геодинамических процессов на территории Беларуси, на примере крупнейших предприятий по добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых. Охарактеризованы основные факторы трансформации геологической среды и ее экологических функций, в частности геодинамической. Установлено, что развитие геодинамических процессов вызывает: уплотнение, разуплотнение и внутреннее разрушение массивов горных пород; просадки земной поверхности и индуцированную сейсмичность; развитие склоновых водно-эрозионных и дефляционных процессов.

Ключевые слова: трансформации геологической среды, геодинамические процессы, техногенное воздействие, мульды проседания, индуцированная сейсмичность, обвальнo-осыпные процессы, водная эрозия.

Горнодобывающая и горно-перерабатывающая промышленность являются существенным фактором трансформации геологической среды и ее экологических функций. Это в первую очередь относится к верхним горизонтам литосферы, которые в результате добычи и переработки полезных ископаемых претерпевают значительные изменения. В районах добычи и переработки полезных ископаемых формируются комплексы карьерных, шахтных, отвальных и других хозяйств, связанные сетью дорог и продуктопроводов. Разработка крупных карьеров, шахт требует складирования в отвалы и терриконы больших объемов пустой породы, строительство дренажных систем. В случае переработки полезных ископаемых, создаются горно-обогадительные комбинаты, значительные площади заняты хвостохранилищами и шламонакопителями.

Особенности взаимодействия таких сложных инженерных систем с верхней частью литосферы, определяются компонентами геологической среды, а также видами хозяйственной деятельности. Изменение геодинамической обстановки (проявление и интенсивность эндогенных и экзогенных геолого-геоморфологических процессов) приводит к существенным преобразованиям геологического, гидрогеологического, геоморфологического строения, состава, состояния и свойств грунтов. Основное внимание при этом важно уделить изучению геолого-геоморфологических процессов, как протекающих в настоящее время, так и способных возникнуть в будущем.

На территории Беларуси функционируют предприятия добыче, переработке и обогащению полезных ископаемых. Крупнейшие горнопромышленные комплексы: производственное объединение «Доломит» (месторождение доломитов «Руба»); ОАО «Беларуськалий» (Старобинское месторождение калийных солей); РУПП «Гранит» (карьер по добыче строительного камня «Микашевичи»); ОАО «Гомельский химический завод» (предприятие по производству фосфоросодержащих минеральных удобрений, серной и фосфорной кислот).

На этих территориях происходит значительная трансформации экологических функций геологической среды, в результате техногенного воздействия, в частности геодинамической. Источники техногенного воздействия на геологическую среду влияют на проявление и интенсивность как эндогенных, так и экзогенных геодинамических процессов, в рамках формирования лито-технических систем.

Эндогенная геодинамика проявляется на площадях подземной (шахтной) разработки калийных солей Старобинского месторождения калийных солей крупнейшего в Европе которое было открыто в 1949 году и начало разрабатываться с начала шестидесятых годов прошлого столетия. Площадь месторождения составляет 325 км², а общие запасы руды более 7,8 млрд. тонн [1]. Добыча и переработка полезного ископаемого на четырех рудниках (Солигорский район привела к развитию просадочных явлений в виде мульды проседания (рисунок 1). В плане мульды имеют овальную форму, ширина достигает 100–300 м, а глубина 1–3 м и более. На днищах просадочных форм рельефа развиваются процессы заболачивания [2].

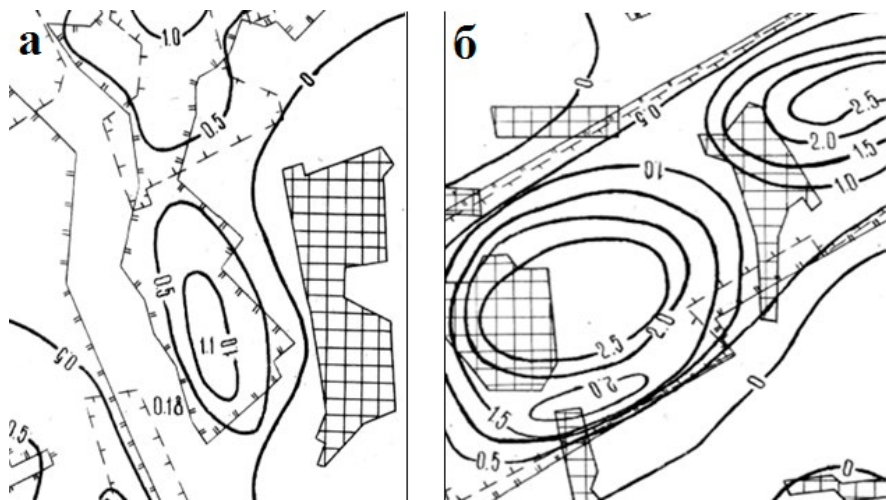


Рисунок 1 – Фрагменты карт оседания земной поверхности на территории Солигорского промышленного района [3].

Техногенные мульды проседания: а – Брянчицкая; б – Жабинская и Пивашинская

К важнейшим геодинамическим явлениям, возникающим при проведении подземных шахтных работ, относится возникновение индуцированной сейсмичности. Пространственное развитие геодинамического процесса в виде проявления сейсмической активности выходит за пределы шахтных полей, охватывая территории, примыкающие к району непосредственных горных работ. В пределах проведения подземных горных работ фиксируются горно-тектонические удары, сопровождающиеся разрушениями породного массива, а сильные горные удары нередко проявляются на земной поверхности в виде трещин и провалов. Так в пределах Старобинского месторождения калийных солей и прилегающих территорий широкое распространение получили сеймотектонические процессы. Причинами их проявления могут являться, как природные (естественные землетрясения, реализация древних геодинамических напряжений), так и техногенные факторы (виды и объемы очистных работ в промышленных калийных горизонтах) (рисунок. 2)[4].

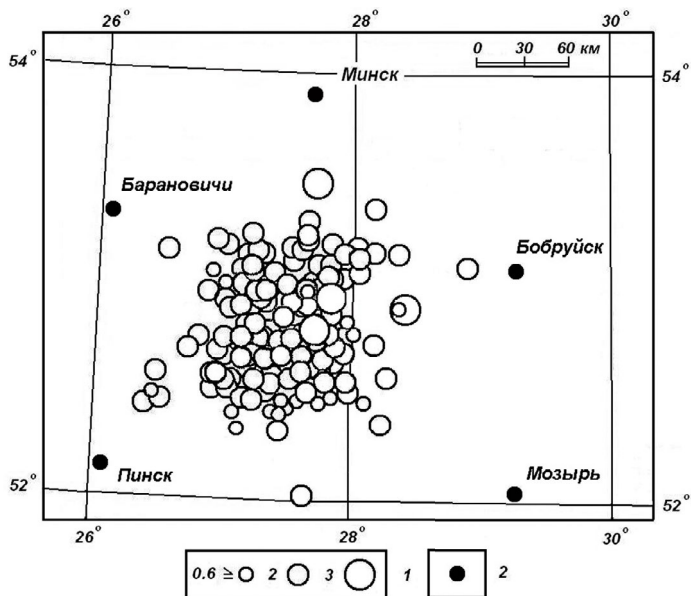


Рисунок 2 – Картографическая схема эпицентров сейсмических событий в Солигорском горнопромышленном регионе и на сопредельной территории:
 1 – магнитуда землетрясений; 2 – населенные пункты [4].

Экзогенные геодинамические процессы проявляются в пределах районов добычи и переработки полезных ископаемых наиболее широко. К ним относятся: перемещения значительных объемов горной породы, обрушения, обвалы, осыпи, горные удары, оползни, солюфлюкция, эрозия, дефляция, суффозия, крип и др. Интенсивность и особенности проявления экзогенных процессов обусловлены спецификой техногенной деятельности: созданием новых форм рельефа (карьеры, отвалы, терриконы и др.), изменением местного базиса эрозии и повышения энергии рельефа, от которой зависит скорость и направление экзогенных процессов как в пределах карьерно-отвального комплекса, так и на прилегающих к нему территориях; дезинтеграцией массивов горных пород с образованием дисперсных обломочных грунтов. Формирующийся техногенный рельеф является структурной основой (каркасом) и определяет основные направления пространственно-временной дифференциации вещества и энергии в литотехнической системе, определяя движение поверхностных и подземных вод (рисунок 3), гравитационных потоков обломочного материала и воздушных суспензий, образующихся в результате горных работ и транспорта.

Техногенный рельеф в районах добычи и переработки полезных ископаемых имеет ограниченное распространение (отвалы и карьеры), но обуславливает здесь широкое распространение активных неравновесных склонов, что способствует активному развитию гравитационных и водно-эрозионных процессов. В лито-технической системе карьеров на неравновесных склонах преобладают обвально-осыпные процессы. Типичным примером является карьер «Гралево» (рисунок 4) по добыче верхнедевонских доломитов в окрестностях Витебска, а также карьер «Микашевичи» по добыче строительного камня (гранитов, диоритов, габбро, гнейсов AR-PR1) в Брестской области (рисунок 5).

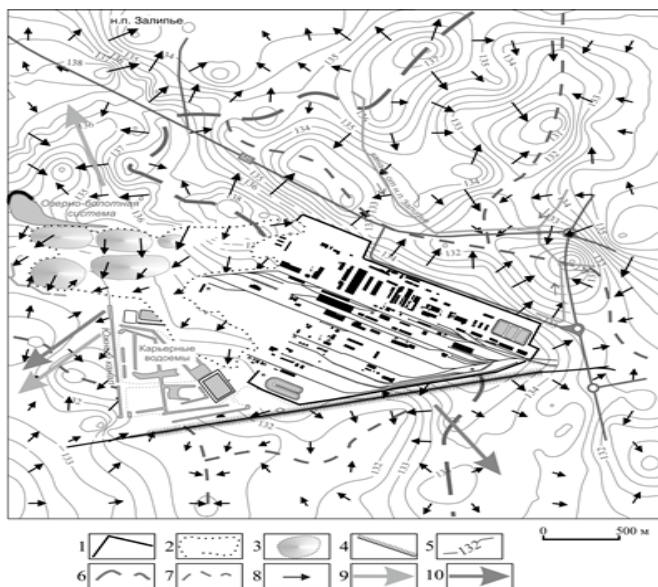


Рисунок 3 – Структура потоков в пределах Гомельского химического завода: 1 – контур промышленной площадки ГХЗ, 2 – контур отвалов фосфогипса, 3 – терриконы, 4 – насыпи и дамбы, 5 – изогипсы, 6 – линия главного водораздела, 7 – тальвеги, 8 – направления поверхностного стока, 9 – основные направления движения грунтового и подморенного водоносного горизонта, 10 – основные направления движения палеогенового водоносного горизонта



Рисунок 4 – Обвално-осыпные борта карьера «Гралево»

Подобные процессы и явления можно наблюдать и в других карьерах. К примеру, в меловых карьерах у г. Кричев Могилевской области, п. Красносельский Гродненской области, на месторождениях «Грандичи» близ г. Гродно, «Коммунарское» в Костюковичском районе, ряде разработок месторождений песчано-гравийных отложений в Минском и Логойском районах Минской области и др. Гравитационные процессы могут проявляться практически во всех карьерах, котлованах и выемках как незначительных по размерам, так и глубоких, охватывающих площади в сотни гектаров. Однако они, как правило, будут отличаться объемом, формой и видом смещающихся масс.



Рисунок 5 – Карьер «Микашевичи»

Организация и функционирование карьерно-отвальных и перерабатывающих производств приводит к образованию больших объемов техногенных грунтов – отвалы вскрышных пород и терриконы отходов переработки полезных ископаемых. На отвалах и терриконах ход гравитационных процессов определяется перераспределением вещества в пределах этих техногенных форм и их физико-механическими свойствами. Происходящие при разработке, транспортировке и складировании нарушения структурных связей отложений, гранулометрического состава и влажности приводят к тому, что техногенные фации обладают меньшей плотностью и прочностью по сравнению с природными.

Вскрыша чаще всего представлена моренными глинистыми грунтами, водно-ледниковыми песчано-гравийными и аллювиальными песчаными отложениями мощностью 10–20 м. Приуроченность к вскрыше грунтовых вод, выветрелость моренных отложений, крутые склоны (до 50°) обусловили здесь широкое развитие различных типов оползневых процессов с объемами от нескольких сотен до тысяч м³ перемещенных грунтовых масс. Отвальные глинистые породы обладают высокой плотностью и находятся преимущественно в полутвердой и тугопластичной консистенции, имеют умеренную естественную влажность, слабопроницаемы, при промерзании склонны к пучению. Необходимо отметить, что после отсыпки отвала с глубиной происходит закономерное уплотнение отложений и повышение показателей их прочности. Свойства фаций отложений вскрышных пород отвалов и техногенные отложения терриконов формирующиеся в процессе отсыпки на поверхности вмещающих пород при подземной добыче полезных ископаемых и последующей их переработке отличаются от свойств отложений естественного залегания. В результате переработки сильвинитовой руды на Солигорском ГОК на земной поверхности образованы солеотвалы отходов, высотой до 100–120 м, которые примерно на 90% состоят из хорошо растворимого галита. К насыпным техногенным отложениям относятся отходы переработки полезных ископаемых, в частности фосфогипс, отвалы начали формироваться с 1969 г., когда Гомельский химический завод освоил выпуск фосфорных удобрений на основе апатитовых концентратов. На склоны отвалов и терриконов развиваются склоновые процессы, ускоренная дефляция и водная эрозия в виде плоскостного и ручейкового смыва (рисунок 6,7).

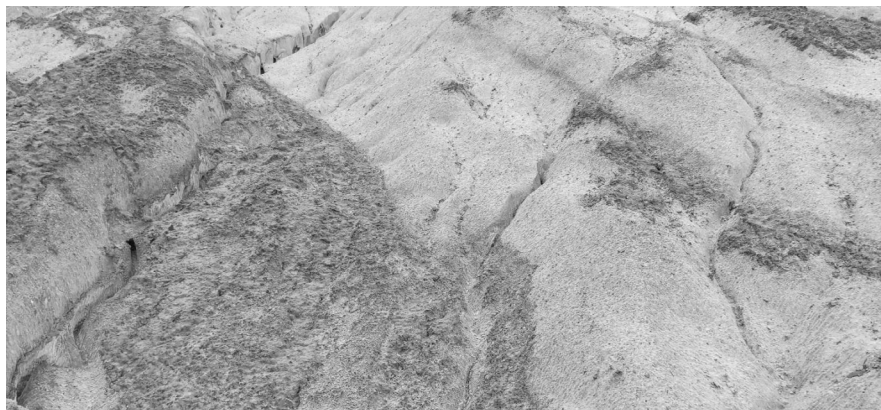


Рисунок 6 – Ручейковая сеть на поверхности отвалов вмещающих пород Солигорского ГОК

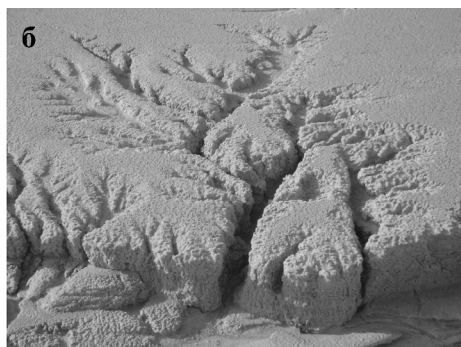


Рисунок 7 – Оползни-сплывы (а) и ручейковая сеть (б) на поверхности отвалов фосфогипса

Таким образом, можно отметить, что в районах добычи и переработки полезных ископаемых формируются сложные лито-технические системы, которые существенно влияют на геодинамическую экологическую функцию геологической среды.

Источники техногенного воздействия на геологическую среду влияют на проявление и интенсивность как эндогенных, так и экзогенных геодинамических процессов, в рамках формирования лито-технических систем.

Особенности пространственно-временных закономерностей проявления, интенсивности и специфики геодинамических процессов в лито-технических системах районов добычи и переработки полезных ископаемых

мых зависят от способов разработки месторождений (открытый, шахтный,) складирования вскрышных пород и отходов переработки сырья.

Развитие геодинамических процессов вызывает: уплотнение, разуплотнение и внутреннее разрушение массивов горных пород; просадки земной поверхности и индуцированную сейсмичность; развитие склоновых водно-эрозионных и дефляционных процессов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Геология Беларуси / А. С. Махнач [и др.]. – Минск, 2001. – 815 с.
2. Матвеев А.В. История формирования рельефа Белоруссии. – Минск: Навука і тэхніка, 1990. – 144 с.
3. Тяшкевич И.А., Понтус А.Р. Новейшая геодинамика горнорудных районов по космогеологическим данным // Геотектоника и минеральные ресурсы Беларуси / Ред. кол: Э.А. Высоцкий, В.Н. Губин (отв. ред.) и др. – Минск: БГУ, 2008. – С. 40–47.
4. Аронов, Г. А. Особенности пространственно-временной сейсмической активности в Солигорском горнопромышленном регионе / Г. А. Аронов // Докл. Нац. акад. наук Беларуси. – 2019. – Т. 63, № 2. – С. 000–000. <https://doi.org/10.29235/1561-8323-2019-63-2-000-000>

УДК 502.08

ФОНОВОЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ ПОЛЕ – «ПРИРОДНАЯ» СОСТАВЛЯЮЩАЯ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФУНКЦИИ ЛИТОСФЕРЫ И ЕГО СВОЙСТВА НА ТЕРРИТОРИИ ВОРОНЕЖСКОГО КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО МАССИВА

Сафронич И.Н.¹, igor@geophys.vsu.ru; Ефременко М.А.¹, 2880@mail.ru;

Л.И. Надёжка^{1,2}, nadezhka@geophys.vsu.ru;

¹ -ФГБУН ФИЦ ЕГС РАН, г. Воронеж, Россия

² -ФГБОУ ВО «ВГУ», г. Воронеж, Россия

Аннотация. В работе дано определение фоновому сейсмическому полю и его возможным источникам. Результаты геофизических исследований на территории Воронежского кристаллического массива с использованием пассивных методов показывают, что сейсмическое поле содержит фоновую составляющую. Установлено, что запись сейсмического фона обладает свойствами Гауссовского белого шума.

Ключевые слова. фоновое сейсмическое поле, сейсмический шум, сейсмический фон, Гауссовский белый шум.