

УДК 550.347.6:622.33/.36(476.5)

А. Н. ГАЛКИН, А. Б. ТОРБЕНКО, К. С. МАЛЬКОВ

Беларусь, Витебск, ВГУ имени П. М. Машерова

E-mail: galkin-alexandr@yandex.ru

**ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЙСТВИЯ РАЗРАБОТКИ
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ОБЩЕРАСПРОСТРАНЕННЫХ
ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ НА ОКРУЖАЮЩУЮ
ПРИРОДНУЮ СРЕДУ ТЕРРИТОРИИ ВИТЕБСКОЙ ОБЛАСТИ**

Витебская область расположена на севере Республики Беларусь, в геоморфологическом отношении приурочена большей частью к области Белорусского Поозерья, отличающейся пестротой генезиса и состава пород осадочного чехла, широким разнообразием форм и типов рельефа, обилием озер, мозаичностью почвенно-растительного покрова. В недрах области сосредоточены значительные запасы минеральных ресурсов. К основным из них относятся общераспространенные полезные ископаемые (далее – ОПИ), такие как доломит, кирпичные и гончарные глины, строительные пески и песчано-гравийные материалы (далее – ПГМ), торф и сапропель. В области сосредоточено 100 % республиканских запасов доломита, около 70 % запасов сапропеля, 40 % запасов глин, 33 % запасов ПГМ, примерно 30 % запасов торфа и 12 % запасов строительных песков. Добыча доломита ведется на участке «Гралево» месторождения Руба в Витебском районе, где запасы доломита по категориям А + В + С1 составляют 615,9 млн т, а по категории С2 – 235,7 млн т. Запасы сапропеля в области оцениваются в 2,2 млрд м³, из которых 1594,7 млн м³ находятся в озерах, а 622 млн м³ – под торфяными залежами. В регионе разведано 56 месторождений глин с запасами 149,9 млн м³, из них по промышленным категориям 66,7 млн м³, имеется более 110 месторождений песчано-гравийной смеси и песка с разведанными запасами 637 млн м³, в т. ч. по промышленным категориям 332 млн м³. На территории области находится 2,7 тыс. торфяных месторождений, площадь которых в нулевых границах составляет 223 тыс. га. Запасы торфа в границах промышленной глубины залежи оцениваются в 599 млн т.

В разрабатываемый фонд отнесено 23 торфяных месторождения (56 участков) площадью 34 тыс. га с промышленными запасами торфа 114,6 млн т. Добыча всех рассмотренных полезных ископаемых ведется карьерным способом. В связи с принадлежностью к различным геоморфологическим районам, дифференциацией по составу, свойствам и условиям залегания ОПИ имеют место определенные особенности

воздействия открытой разработки на окружающую среду и здоровье занятых в производстве людей. В настоящее время одной из основных задач в регионе является выявление зависимости добычи минерального сырья от инженерно-геологических и экологических особенностей различных территорий его размещения, оценка глубины и масштабов воздействия на окружающую среду, разработка эффективных предложений по снижению негативного воздействия и рациональному использованию природных ресурсов, а также предложения по минимизации этих воздействий на компоненты природной среды. Основными видами воздействия на окружающую природную среду при карьерной разработке ОПИ являются: а) изъятие земельных и водных ресурсов; б) загрязнение воздушного бассейна выбросами газообразных и взвешенных веществ; в) трансформация рельефа и изменение геодинамических и гидрогеологических условий участка разработки и прилегающей территории; г) шумовая нагрузка и загрязнение земель, связанных с образованием отходов и сточных вод; д) изменение социальных условий жизни местного населения.

Из-за образования пыли и газов карьерная разработка месторождений ОПИ негативно сказывается на качестве атмосферного воздуха. Пыль в зависимости от добываемого сырья может быть кварцевой, силикатной, карбонатной и т. д. Так, при добыче глин и песка в пыли содержится от 20 до 70 % SiO_2 , а при добыче суглинка – не более 20 %. В процессе выемочно-погрузочных работ уровень концентрации пыли в значительной степени будет зависеть от прочности горных пород, их естественной влажности, объема одновременно разгружаемых материалов, высоты разгрузки и угла поворота экскаватора. Повышение высоты разгрузки зачастую вызывает обрушение верхней части уступа и может увеличить запыленность в 1,5–5 раз. Важной экологической проблемой является пылевыведение при транспортировке сырья по внутрикарьерной дорожной сети, возникающее в результате взаимодействия нагруженного материала в кузове самосвала и колес автомобиля с дорожной поверхностью. При использовании конвейерного транспорта в карьерах возникают новые источники пылевыведения, такие как дробильные установки, грохоты и транспортные конвейеры. Эти устройства, помимо транспортировки, также способствуют образованию пыли, что требует внедрения дополнительных мер по контролю и снижению пылеобразования. Существенный вклад в загрязнение атмосферы в зоне влияния карьеров вносит также работа автотранспорта и специальной техники. Их двигатели выделяют такие вредные вещества, как диоксид азота, оксид азота, бензин, оксид углерода, оксид серы и сажа.

Площадь, занимаемая каждым карьером и отвалом, в зависимости от места расположения оказывает иногда специфическое влияние

на окружающую среду. Горные работы приводят не только к возникновению отрицательных и положительных техногенных форм рельефа, но и к развитию и активизации экзогенных инженерно-геологических процессов: выветриванию, эрозионному размыву, оползням, осыпям, суффозии, дефляции, подтоплению и др. Примером тому является месторождение Лукомль-1 по добыче поозерских озерно-ледниковых легкоплавких глин, расположенное в Чашникском районе Витебской области. Добычные работы на месторождении осуществляются в двух карьерах – южном и северном. Первый из них разрабатывается ОАО «Минский завод строительных материалов» с 1994 г., второй – ОАО «Завод керамзитового гравия г. Новолукомль» с 1977 г. Современное положение карьеров данного месторождения характеризуется наличием участков, где возникли потери устойчивости карьерных откосов, сопровождаемые локальными оползневыми и другими деформациями. Впервые такие участки были выявлены при обследовании бортов карьера керамзитового завода еще в 1978-м и 1985–1987 гг. В карьере Минского завода первое значительное обрушение нерабочего борта карьера произошло 6 марта 1996 г. В ноябре 1997 г. на участке действующего борта карьера длиной 110 м произошли оползни, которые привели к разрушению близлежащих железнодорожных путей и смещению на глубину до 5 м семи платформ, загруженных глиной. При этом отмечалось, что в карьерах ежегодно фиксировались небольшие обрушения откосов. Было установлено, что подобные деформации происходят преимущественно весной и осенью на участках бортов карьеров протяженностью 100–150 м и высотой 21–29 м, подверженных периодическому замерзанию-оттаиванию и сильному увлажнению. Весной 2023 г. на отработанных откосах в северо-восточной и восточной частях карьера Новолукомльского керамзитового завода вновь произошли оползни. Им подвергся участок склонов протяженностью свыше 700 м. В перемещение было вовлечено более 55 000 м³ грунта, содержащего почвенный слой и покрывающую его древесно-кустарниковую растительность.

Нередко открытая разработка месторождений полезных ископаемых сопровождается сосредоточенным водоотбором как способом защиты выработок от обводнения. Понижение уровня подземных вод для создания безопасных и экономичных условий промышленной разработки приводит к формированию целого комплекса отрицательных инженерно-гидрогеологических процессов, таких как формирование депрессионных воронок, истощение запасов и загрязнение пресных подземных вод. Показательным примером в этом отношении является практика эксплуатации карьера «Гралево» по добыче верхнедевонского (D₃) доломита. Основным фактором воздействия на подземные воды при разработке

карьера в условиях водоотлива является воронка водопонижения, диаметр которой составляет в настоящее время 15–20 км, а понижение в центре – 18–20 м. Данная воронка распространяется в южном направлении до р. Витьбы, а в северном направлении – на правобережье Западной Двины. Область, охваченная депрессией, составляет около 104 км², и из-за влияния водозабора «Витьба» г. Витебска вытянута в юго-западном направлении. Следует заметить, что возникновение воронки на первых этапах эксплуатации карьера (вторая половина 1970-х гг.) стало причиной исчезновения меженного стока р. Витьбы на 10-километровом участке от д. Скуловичи до д. Себяхи и выхода из строя ряда водозаборных скважин вблизи расположенных деревень, создав тем самым проблему обеспечения населения питьевой водой. Кроме того, формирование воронки депрессии под сооруженным в русле Западной Двины водохранилищем Витебской ГЭС повлекло за собой развитие процесса перетекания речных вод в верхнедевонский водоносный горизонт и, как результат, изменение гидродинамического режима и химического состава подземных вод данного горизонта. Свидетельством тому является ситуация, которая сложилась в 2017 г. на участке размещения водозабора «Руба», расположенного в 1,5 км от карьера «Гралево». Скважины этого водозабора оборудованы на D₃ водоносный горизонт, представленный трещиноватыми и кавернозными доломитами. Кровля горизонта здесь залегает на глубине 5–24 м и перекрывается толщей Q моренных супесей и суглинков. Водозаборные скважины бесфильтровые, расположены в 25–35 м от русла реки. Их водоприемники находятся в интервалах глубин 23–101 м. Все это предопределило существование на данном участке хорошей гидравлической связи скважин водозабора с рекой. Подъем уровня воды в Западной Двине на 6 м после создания руслового водохранилища привел к увеличению перетока речных вод в верхнедевонский водоносный горизонт. Данное обстоятельство стало причиной значительного роста содержания органических веществ в водах горизонта (согласно результатам исследований Института природопользования НАН Беларуси, до 30 мг/дм³). Это сказалось на росте цветности воды, показатель которого существенно превысил допустимый уровень. По данной причине скважины водозабора оказались фактически непригодными для эксплуатации, что в дальнейшем потребовало полной реконструкции водозабора с бурением новых скважин на более глубокие водоносные горизонты.

В заключение отметим, что разработка и реализация на месторождениях ОПИ концепции комплексного геоэкологического мониторинга представляет собой важный шаг к устойчивому управлению природными ресурсами. Эта система должна рассматриваться как нормативно-методическая основа для эффективного управления состоянием природно-

технических систем. Внедрение такой концепции позволит не только контролировать геоэкологическую ситуацию на территориях освоения месторождений, но и существенно снизить экологические и технические риски, связанные с добычей минерального сырья в Витебском регионе.

УДК 505.6

И. И. КОСИНОВА

Россия, Воронеж, Воронежский государственный технический
университет
E-mail: kosinova777@yandex.ru

ПРИРОДНО-ТЕХНОГЕННЫЕ ИСТОЧНИКИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОДТОПЛЕНИЯ ТЕРРИТОРИЙ ГОРОДОВ

Изучение процессов, определяющих комфортность среды обитания населения в населенных пунктах различного уровня, – весьма важная задача. Процесс подтопления в настоящее время является одним из ведущих классов неудобий. Они формируются в результате природных и техногенных факторов. Основным природным фактором является подъем грунтовых вод в результате паводков. Нами проведена серия исследований процессов подтопления городских территорий в пределах Воронежской области России. По площади и уровню проявления они были классифицированы следующим образом.

1. Природное подтопление пойменных участков. Одним из наиболее характерных примеров данного класса подтопления является с. Репьевка Воронежской области. Поверхность территории представляет собой возвышенную волнистую равнину, расчлененную долинами, балками и оврагами. В геоморфологическом отношении ее можно разделить на две части: западную возвышенную и глубоко расчлененную, расположенную по правобережью Дона и на юго-востоке области, и северо-восточную, отличающуюся несколько меньшими высотами и глубиной расчленения, занимающую междуречье Дона и Хопра. Абсолютные отметки водоразделов находятся в диапазоне от 130 до 200 м. Глубина вреза долин рек зависит от их размера и может достигать 60–80 м в долине р. Дон. Значения уклонов исследуемых водосборов составляют 30–40 %.

Главными рельефообразующими породами являются меловые известняки, обнажения которых встречаются на берегах Дона и крупных рек. Долина р. Потудани, прорезающая территорию с северо-запада на юго-восток, характеризуется асимметрией склонов. Правые склоны