

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ЗАЩИТЫ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЙ ПРИ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КАРЬЕРОВ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД

*Е.И. Комаров, В.П. Федотова*

*Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ)*

В статье приведены результаты анализа источников загрязнения плодородных почв и вскрышных пород химическими элементами при открытой разработке месторождений карбонатного сырья с применением буровзрывных работ и проблемы защиты водоносных горизонтов от загрязнителей при рекультивации карьеров.

Ключевые слова: рекультивация карьеров, загрязнения почв, водоносные горизонты, защита.

Институт мировых ресурсов (WRI, USA) прогнозирует, что к 2030 году глобальный спрос на пресную воду превысит доступное предложение на 56%, а

численность живущих при постоянной нехватке воды превысит 4 млрд. человек [1]. Одной из наиболее острых становится проблема защиты пресной питьевой воды безнапорных водоносных горизонтов от истощения и загрязнения при открытой разработке месторождений полезных ископаемых, расположенных в самой густонаселенной европейской части России, где по данным Института водных проблем РАН в ближайшие десятилетия возрастает опасность дефицита питьевой воды и требуется принятие перспективных решений по бережному отношению к имеющимся водным ресурсам при рекультивации действующих карьеров и на этапе проектирования.

Во многих областях центральной европейской части РФ в структуре добычи нерудного сырья карбонатные породы занимают ведущую роль. Здесь сосредоточены до 70% разведанных запасов для производства цемента, как одного из наиболее востребованных направлений использования карбонатного сырья [2]. Малая глубина залегания месторождений и близость транспортных коммуникаций обуславливают интенсивное освоение этих территорий.

Разработка месторождений карбонатных пород начинается с некоторым опережением добычных работ путем снятия плодородного слоя почв в границах горного отвода, выемки и транспортировки потенциально плодородных и неплодородных пород по установленному порядку для селективного отвалообразования и хранения [3-8], забывая, что в процессе вскрытия запасов поверхности обнаженных участков на глубину до 0,7 м подвержены интенсивному загрязнению химическими элементами свинца, цинка, молибдена, мышьяка, меди и вольфрама, превышающими установленные предельно допустимые концентрации [9, 10]. Большая часть их и нитраты привнесены в составе известняковой (доломитовой) пыли при массовых взрывах на карьерах, а иногда из-за чрезмерного употребления в качестве удобрений на бывших сельскохозяйственных полях, выведенных из севооборота под землеотводы горных предприятий.

Высокие показатели концентраций свинца и его соединений в верхних слоях связаны с выбросами работающих в карьерах и на отвалах двигателей внутреннего сгорания экскаваторов, автосамосвалов, бульдозеров и другого технологического оборудования. При продолжительной работе выемочно-погрузочной и транспортной техники на рабочих площадках, в том числе и на охранном целике мощностью до 1,5 м закономерным является повсеместное загрязнение нефтепродуктами, которые проникают в водоносные горизонты. Предельно допустимые концентрации нефтепродуктов в почвах России не

установлены, однако следует считать, что массовая доля их не должна превышать 0,1% [11].

Загрязнение земель нефтепродуктами имеет комплексный характер, вследствие присутствия микроэлементов тяжелых металлов и других токсичных веществ, которые провоцируют резкое снижение продуктивности почв и представляют угрозу для человека, что необходимо учитывать и при рекультивации карьеров.

Для устранения негативных последствий обычно достаточно ограниченного набора мероприятий, ускоряющих естественные процессы самоочищения почв – рыхление, известкование в объемах до 5% от массы загрязнителей и высаживание растений бобовых культур, таких как люпин, горох, донник и т.д. На особо токсичных территориях выросшие многолетние травы не допускается использовать в кормовых целях.

Следует помнить, что почвенный покров на выведенных из севооборота землях для разработки карбонатных месторождений повсеместно загрязнен легкодоступными пестицидами, использованными для борьбы с сорными растениями, вредителями и внешними паразитами растений сельхозпродукции, из которых наиболее опасными являются очень стойкие токсичные препараты, содержащие тяжелые металлы [12].

В подземных водах обычно превышения предельно допустимых концентраций выявлены только по содержанию железа, особенно в перекрывающей части которых находятся суглинки и глины с преобладанием монтмориллонита, а ожелезненные глинистые пески способны сорбировать такие химические элементы как цинк и вольфрам. Однако поскольку самоочищение почв, как правило, носит медленный процесс, токсичные вещества будут накапливаться и могут попасть в водоносные горизонты при рекультивации карьеров. Поэтому при существующей технологии рекультивации с заоткоской бортов карьеров и постепенном понижении мощности зоны аэрации будет сформирована в почвах кислая среда с рН значительно меньше 6,5-7,5, а соответственно и в водах близлежащих водоносных горизонтов.

На таких карьерах при дроблении карбонатных пород получают кроме основной продукции отсева фракции 0-5 мм в объемах до 30%, которые вследствие низкого спроса представляют отходы, складированные на поверхности вблизи дробильно-сортировочных установок и являющиеся постоянными источниками запыления значительных площадей, включая отвалы вскрышных пород, и дополнительного загрязнения их тяжелыми металлами и токсичными

элементами, способными легко проникать в водоносные горизонты вследствие укладки при рекультивации на разрушенные охранные целики.

В настоящее время при реализации известных технологических схем рекультивации земель на карьерах карбонатных пород не предусматривается сохранение первоначального качества подземных (грунтовых) вод поскольку не восстанавливается ранее существующая глубина залегания водоносных горизонтов от дневной поверхности, т.е. значительно уменьшена зона аэрации за счет удаления достаточно мощных массивов карбонатных пород добычных горизонтов, которые к тому же были слабопроницаемыми и в значительной степени являлись защитой от проникновения в подземные воды токсичных и ядовитых микроэлементов. Наряду с этим на пониженных участках рекультивации происходит ускоренное прогревание земли и появление более высокотемпературных подземных (грунтовых) вод, что приведет увеличению концентрации таких загрязнителей, как карбонаты свинца, кобальта, меди и фосфаты хрома и цинка, которые находятся главным образом в труднорастворимых соединениях.

При нейтральном уровне кислотности почв ( $\text{pH} = 6,5-7,5$ ), наиболее благоприятном для произрастания большинства культурных растений, избыточно кислая среда ( $\text{pH} < 6$ ) означает насыщенность её микроэлементами железа, алюминия, бора, марганца, цинка и свинца до токсичного уровня концентраций, провоцирующих рост опасной для человека патогенной микрофлоры (грибков, вирусов, болезненных бактерий), а избыточно щелочная среда ( $\text{pH} > 7,5$ ) - не менее губительна для растений, поскольку в ней большинство необходимых для роста микроэлементов (фосфор, железо, марганец, бор, магний, медь, цинк) переходят в нерастворимые гидроокиси и становятся недоступными для питания растений.

Следует подчеркнуть, что рекультивация нарушенных земель на карьерах карбонатных пород в настоящее время направлена исключительно на восстановление плодородия почв, вследствие чего необходимо разработать технологические приемы достижения нейтрального уровня кислотности и максимального обезвреживания загрязнителей потенциально плодородных пород в процессе рекультивации с тем, чтобы создать благоприятные условия не только для выращивания ячменя, пшеницы, кукурузы и других сельскохозяйственных культур, но и для защиты безнапорных водоносных горизонтов, являющихся основными источниками обеспечения близ проживающего населения пресной питьевой водой.

Поскольку в действующих руководящих и нормативных документах, а также в технической литературе не изложены технологические регламенты, комплексы мероприятий и рациональные схемы рекультивации карьеров карбонатных пород, направленные на защиту водоносных горизонтов от загрязнений тяжелыми металлами и токсичными элементами, необходимо восполнить данный пробел в предстоящих научных исследованиях.

#### Библиографический список

1. Подземные воды Мира: ресурсы, использование, прогнозы /под ред. И.С. Зекцера. - М.: Наука, 2007. - 438 с.
2. Методические рекомендации по применению Классификации запасов месторождений и прогнозных ресурсов твердых полезных ископаемых. Карбонатные породы // Утв. распоряжением МПР России от 05.06.2007 г. № 37-р.
3. ГОСТ 17.5.1.01-83. Охрана природы. Рекультивация земель. Термины и определения.
4. ГОСТ 17.5.3.06-85. Охрана природы. Земли. Требования к определению норм снятия плодородного слоя почвы при производстве земляных работ.
5. ГОСТ 17.5.3.04-83. Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель.
6. Постановление Правительства РФ от 10.07.2018. № 800 «О проведении рекультивации и консервации земель».
7. Котович А.А., Гуман О.М. Оценка потенциального плодородия делювиальных суглинков уральского региона для рекультивации нарушенных земель // Известия Уральского ГГУ. № 2 (34). 2014. с. 19-24.
8. Кунаков К.О. Особенности определения плодородного слоя почв при производстве инженерно-геологических изысканий для подготовки проектной документации // ФАУ Главгосэкспертиза России.
9. Заридзе М.Г. Эколого-геологическая оценка воздействия комплексов по добыче и переработке карбонатного сырья на природную окружающую среду: на примере Центральной России // дисс. канд. наук, 2014.
10. ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве: Гигиенические нормативы»—М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 2006.15 с.
11. Порядок определения размера ущерба от загрязнения земель химическими веществами. Утв. Роскомземом 10.11.1993 и Минприроды РФ 18.11.1993.

12. Смирнова П.С., Тихомирова В.В. Проблема загрязнения почвы пестицидами и пути её решения // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2023. № 3. с. 37-41.