

СНИЖЕНИЕ ПЫЛЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ЧЕЛОВЕКА НА ОСНОВЕ БИОГЕННОГО ПЫЛЕПОДАВЛЕНИЯ И КАПСУЛЬНОЙ РЕКУЛЬТИВАЦИИ КАРЬЕРОВ

Заболотских Влада Валентиновна

*доцент, кандидат биологических наук, Самарский государственный
технический университет, г. Самара*

Заболотских Александр Николаевич

*инженер, Самарский государственный технический университет,
г. Самара*

Аннотация. На основе анализа проблемы воздействия пыли отработанных карьеров на человека предложены в качестве наиболее эффективных методов: обеспыливание биопродуктивной смесью биогумуса и Na-КМЦ и капсульная рекультивация отработанных карьеров.

Ключевые слова: охрана труда работающих на карьерах, воздействие пыли на здоровье человека, рекультивация отработанных карьеров, биогенное пылеподавление, капсульная рекультивация, восстановление почвенного покрова.

В современной горнодобывающей промышленности до 80 % продукции добывается открытым способом. Развитие открытых горных работ является причиной резкого возрастания количества пыли в атмосфере и её негативного воздействия на работающих и на жителей прилегающих территорий. В результате негативного воздействия пыли на организм человека поражаются органы дыхания, нарушается работа сердечно - сосудистой системы, повышается риск возникновения раковых заболеваний. Обращает на себя внимание, что в процессе контакта с пылью развиваются изменения в иммунной системе, а после прекращения контакта с пылью измененные показатели иммунитета не восстанавливаются полностью до показателей здоровых людей. Таким образом, в зоне воздействия отработанных карьеров наблюдается ухудшение показателей здоровья населения: снижение

продолжительности жизни, увеличение заболеваемости (особенно органов дыхания у детей), врожденных патологий. Установлено, что при вдыхании кварцевой пыли не наблюдается процесс очищения легких, как при некоторых других видах пыли, и что смертность среди рабочих, вдыхающих кварцевую пыль, значительно выше, чем у других горнорабочих.[1, 3, 5]

Пыль, образующаяся в результате добычи горных пород, вносит большой вклад в формирование пылевой нагрузки на селитебную территорию и природную среду, примыкающую к отработанным карьерам. В настоящее время данной проблеме уделяется недостаточное внимание. Существующие способы и средства снижения пылевыведения от отвалов пород или недостаточно эффективны, или являются вторичными источниками загрязнения. Поэтому развитие и внедрение биогенных методов обеспыливания для рекультивации отработанных карьеров является оптимальным решением комплексной проблемы, особенно для карьеров строительных материалов.

Проблема рекультивации отработанных карьеров особенно актуальна для территории национального парка Самарская Лука в связи с нещадным и истощительным использованием ресурсов уникального природного комплекса и негативным воздействием пыли карьеров на окружающую среду и человека.

Большинство карьеров на территории Самарской области разрабатывалось во второй половине XX века. Бурное развитие промышленной деятельности в 50-е годы, а именно постройка Волжской ГЭС имени Ленина, привело к тому, что начались разработки щебня открытым способом на горе Могутовой и в Яблонево овраге - здесь построен Жигулевский Комбинат Строительных Материалов (ЖКСМ), поставщик шифера и цемента, известный далеко за пределами нашей страны [5]. Карьеры имеют глубины от 10 до 30 м при площадях отдельных выемок более 100 га. К одному из таких карьеров относится Жигулевский карьер строительных материалов, который вносит значительный вклад в загрязнение окружающей среды неорганической пылью. В настоящее время карьер является действующим. Выбросы пыли являются следствием горных работ, производимых на Жигулевском карьере и пылевыведения с отработанных поверхностей [4,5].

Другой карьер "Яблоновское месторождение" является основной сырьевой базой Жигулевского комбината строительных материалов (рис.1).



Рисунок 1 - Карьер в Яблоневоm овраге

Анализ проблемы показал, что создание карьеров приводит к изменению микроклимата и первоначального рельефа местности, что значительно сказывается на ее экологической обстановке, но, несмотря на большой ущерб, наносимый действующими и отработанными карьерами строительных материалов, добыча горных пород открытым способом является самой распространенной технологией. Неорганическая пыль (около 87%), является приоритетным загрязняющим веществом в выбросах карьеров. Кроме того, Жигулевские горы сильно нарушаются горной добычей известняка, используемого для строительных нужд, в первую очередь, для производства цемента. Использование террасной нагорной добычи полезных ископаемых приводит к полному уничтожению почвенного и растительного покрова [1,5].

Гигиеническая опасность промышленной пыли определяется количеством, размерами частиц, уровнями содержания в них различных токсикантов. В подавляющем большинстве случаев наиболее опасно профессиональное влияние пыли. Давно установлено, что систематическая работа в условиях высокой запыленности приводит к повышенной заболеваемости рабочих. В России около 5 млн. чел. (примерно 17% всех работающих) трудится в условиях, не отвечающих санитарно-гигиеническим нормативам. Ежегодно регистрируется более 10 тыс. профессиональных заболеваний и отравлений, из которых более 90% - хронические [3]. Минеральная пыль при длительном вдыхании может вызвать развитие фиброзов легких (пневмокониозов).

Для токсикологической характеристики пыли большое значение имеют ее размеры, определяющие вероятность проникновения пылевых частиц в организм человека. С этой точки зрения особую опасность представляет так называемая респирабельная (вдыхаемая) пыль, т.е. взвешенные в воздухе твердые частицы, которые при вдохе могут в значительной степени проникать вплоть до легочных альвеол и там задерживаются. Как правило, частицы пыли радиусом более 5 мкм при дыхании через нос осаждаются в каналах носоглотки; частицы размером крупнее 2 мкм на 90% задерживаются до поступления в дыхательные пути. Согласно Руководству ВОЗ, к респирабельной фракции относятся частицы с размером более 0,1 мкм и менее 5-10 мкм, которые особенно долго способны находиться в воздухе. В настоящее время гигиеническая опасность, исходящая от тонких частиц, составляющих существенную часть атмосферной пыли, достаточно ясна и не вызывает сомнений [1, 5].

Наряду с размерами частиц имеет значение их суммарная поверхность и масса пыли. Развитие заболевания зависит также от индивидуальной предрасположенности организма. Большое значение имеет не только попадание пыли в легкие, но и задержка ее в них. Чем лучше происходит самоочищение легких от пыли, тем меньшее ее количество остается в них и тем меньше риск возникновения пневмокониозов. Начальный этап развития любого пневмокониоза заключается в образовании пылевого депо вследствие того, что количество пыли, задерживающейся в легких при дыхании, превышает количество пылевых частиц, удаляемых из них. В среднем продолжительность периода от начала воздействия пыли до развития заболевания составляет 10-15 лет. По течению различают быстро прогрессирующие пневмокониозы (в основном силикоз, бериллиоз) и медленно прогрессирующие (например, антракоз). Возможно развитие позднего пневмокониоза (чаще силикоза, бериллиоза, асбестоза) спустя много лет после прекращения длительного контакта с пылью [3, 5].

При большинстве пневмокониозов клиническая симптоматика относительно скудная. Больные, как правило, предъявляют мало жалоб. В начальных стадиях болезни обычно отмечают небольшой, преимущественно

сухой, кашель, одышку при физической нагрузке, боли в груди. Жизненная емкость легких (ЖЕЛ) и максимальная вентиляция легких (МВЛ) не нарушены или несколько снижены.

Силикоз — наиболее распространенная и тяжело протекающая форма пневмокониозов. Особенно неблагоприятное течение отмечается при воздействии пыли с большим содержанием свободного диоксида кремния. При воздействии пыли с малым содержанием свободного диоксида кремния (менее 10%) чаще встречаются интерстициальная и мелкоузелковая формы силикоза, которые прогрессируют реже и медленнее.

Развитие заболеваний органов дыхания тесно связано с продолжительностью воздействия пыли. В зоне воздействия отработанных карьеров наблюдается ухудшение показателей здоровья населения: снижение продолжительности жизни, увеличение заболеваемости (особенно органов дыхания у детей), врожденных патологий.

Анализ заболеваемости взрослого населения свидетельствует о неблагоприятном состоянии здоровья исследованных контингентов населения. Среди взрослых общая заболеваемость, болезни органов дыхания в 1,5 раза выше уровня по стране, существенно выше заболеваемость злокачественными опухолями, в структуре последних очень высок процент опухолей бронхов и легких, при низких абсолютных значениях заболеваемость органов крови (анемии) почти в 3 раза выше среднего уровня по стране. По ряду заболеваний (заболевания органов дыхания, кроветворения) ситуация в поселке существенно хуже, чем по городу [3,5].

Таким образом, актуальным для обеспечения безопасности работающих на карьерах так и для жителей прилегающих территорий является разработка эффективных способов обеспыливания и пылеподавления.

Важным фактором эффективного снижения пылеобразования на поверхностях внешних отвалов является создание связной структуры в верхнем слое покрытия, которая обеспечивала бы его повышенные прочностные свойства. Возникает необходимость в выработке научно обоснованных мероприятий по рекультивации и эффективному созданию биогенного

покрытия на обнаженных карбонатных породах и воспроизведению на подготовленной почве естественных ландшафтов.

Анализ технологий рекультивации и восстановления карьеров Самарской Луки показал, что из мероприятий рекультивации карьеров применялся только метод нанесения рыхлого гумусированного материала на скальный субстрат. Это приводило к формированию реплантоземов. Недостатком такого метода является быстрая потеря плодородного слоя почвы, частичная рекультивация участков карьера без покрытия склонов карьера. Несмотря на относительно высокое плодородие наносимого гумусированного слоя, зарастание поверхности реплантоземов происходит медленно, наблюдается смыв почвенного мелкозема с террасы на террасу, потеря продуктивного слоя почвы, снижение эффективности рекультивационных работ.

На основе анализа существующих методов рекультивации карьеров нами разработан комплекс мер для создания почвенного покрова на отвалах и склонах карьеров.

1) Биогенное обеспыливание. Снижение пылевой нагрузки на селитебную территорию и природную среду от аэротехногенного воздействия отработанных карьеров можно осуществлять уменьшением пылевыделения на основе нанесения на их поверхность защитного биогенного слоя, состоящего из смеси биогумуса и натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы в соотношении 99% биогумуса и 1% Na-КМЦ.

Проведена серия опытов по определению адгезионных и биопродуктивных свойств натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы (Na-КМЦ). Эта соль имеет химическую формулу $(C_6H_7O_2(OH)_{3-x}(OCH_2COONa)_x)_n$, где $n = 300 - 1000$. Она представляет собой аморфное бесцветное вещество плотностью $1,59 \text{ г/см}^3$. Обладая температурой размягчения 170°C , натриевая соль КМЦ растворима в воде, а также в водных растворах щелочей, аммиака и хлорида натрия, причем степень растворимости обуславливается степенью этерификации целлюлозы. В водных растворах Na-КМЦ, проявляя свойства поверхностно-активного вещества, хорошо совмещается с другими водорастворимыми органическими веществами, например с биогумусом. Соединение деструктурируется в водных растворах минеральных кислот и щелочей в присутствии кислорода. Из водных

растворов Na-КМЦ формируются прозрачные пленки, характеризующиеся относительным удлинением 8-15 %. Na-КМЦ используют в качестве загустителя и стабилизатора глинистых суспензий, загущающего агента в текстильном производстве, в качестве обойного клея.

При этом эффективность способа пылеподавления определяется толщиной наносимого биогенного защитного слоя и зависит от скорости ветра, при величине которой, не превышающей 12 м/с, нанесение биогенного защитного слоя толщиной 2,5 см приводит к снижению количества пыли, выделяемой с поверхности карьеров, в 14 – 16 раз.

Важным фактором эффективного снижения пылеобразования на поверхностях внешних отвалов является создание связной структуры в верхнем слое покрытия, которая обеспечивала бы его повышенные прочностные свойства.

Мероприятия по закреплению пылящих поверхностей включают работы, связанные с нанесением биопродуктивных мелиорантов на пылящие поверхности, обеспечивающие их структурирование и устойчивость против ветровой эрозии.

Система пылеподавления на основе применения смеси гумуса, Na-КМЦ и семян растений состоит из 3 основных этапов:

- 1) приготовление гумуса нужного фракционного состава;
- 2) смешивание гумуса, Na-КМЦ и семян растений;
- 3) нанесение полученной смеси на пылящую поверхность.

Важным этапом при подготовке гумуса является его отделение от остальных побочных продуктов, а также получение удобрения необходимого гранулометрического состава. Для этого обычно применяют вибросито или фракционный сепаратор.

2) Капсульная рекультивация. Следующим этапом в рекультивации карьеров является технология получения капсульных почвообразователей. Данный метод даёт возможность использовать капсулы со смесью биоактивных веществ и семян устойчивых культур для рекультивации нарушенных горными работами земель [1].

Технологические подходы капсульной рекультивации разрабатывались нами на основе анализа существующих методов капсульной рекультивации и экспериментальных исследований различных капсульных смесей (рисунок 2).

В ходе эксперимента предварительно было проведено моделирование капсулосодержащего состава для отработанных известняково – карбонатных карьеров. Цель - аккумулировать наиболее быстрый процесс задернения верхнего слоя почв в условиях экстремально низкого содержания влаги; активизировать капсулы более сложного состава, где семена начинают прорастать на уже подготовленных территориях.

При разработке капсул были обоснованы следующие составы:

- внесение мелиорантов для улучшения свойств почвы;
- внесение минеральных удобрений для регулирования баланса питательных веществ в почве;
- внесение смесей семян многолетних устойчивых сортов растений для быстрого задернения, создания травостоев многолетних трав;
- биоактивные добавки для активации процессов трансформации веществ и ускоренного гумусообразования.

В результате экспериментальных исследований были получены биоактивные капсулы различного состава со смесями семян и минеральными добавками.

Активация капсулы приводила не только к быстрому прорастанию семян в условиях низкой влажности, но и к ускорению процесса дернообразования.

Технологические особенности капсульной рекультивации

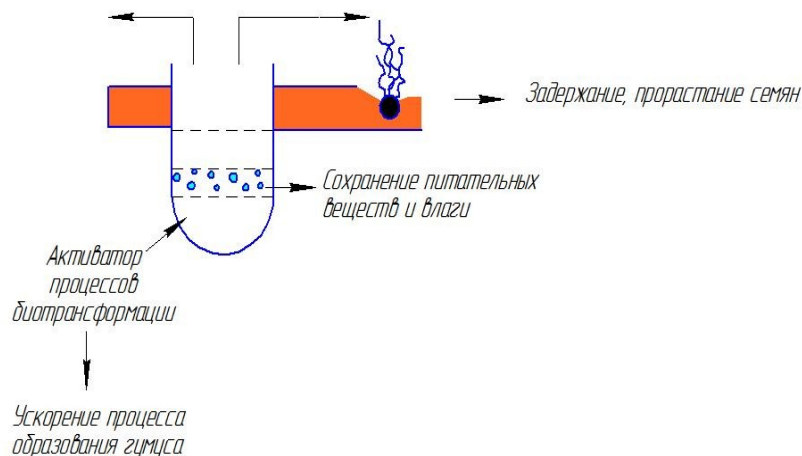


Рисунок 2 - Технологические особенности капсульной рекультивации

Капсульный почвообразователь можно эффективно применять для рекультивации больших площадей, в том числе, и наклонных. Кроме того, он сокращает расход материала рекультиванта, позволяет в течение одного вегетационного периода восстановить почвенный покров рекультивируемых отвалов и хвостохранилищ, создать травяной покров.

Таким образом, эффективное снижение пылеобразования на поверхностях отработанных техногенных массивов планируется за счёт создания связной структуры в верхнем слое покрытия, которая обеспечивала бы его повышенные прочностные свойства. Биогенный способ снижения пылевых выделений с отработанных техногенных массивов заключается в нанесении на пылящие поверхности стационарных источников пылевых выделений смеси с ее одновременным естественным или искусственным увлажнением и внесением семян трав. Это создаёт основу для формирования прочного задернованного биопродуктивного слоя. Следующим этапом рекультивации предложена рекультивация капсульным почвообразователем. В качестве компонентов предлагается использовать стимуляторы роста растений, семена или саженцы.

Таким образом, в результате проведённых исследований нами разработан комплекс мероприятий по рекультивации отработанного карьера на территории Самарской Луки. Предварительные расчёты показали, что суммарная величина предотвращённого ущерба в результате природоохранных мероприятий, основанных на укреплении смесью биогумуса и Na-КМЦ пылящих поверхностей техногенных массивов площадью 17 га соответственно, составляет около 180 тыс. руб. для Жигулевского карьера.

Список литературы

1. Абакумов Е.В. Почвообразование и восстановление растительности на карьерах Жигулевского государственного заповедника / Е.В. Абакумов, В.П. Вехник, В.Ф. Малышева, Е.Ф. Малышева // Сборник трудов Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. Гумус и почвообразование - СПб, ГАУ, 2006. - С. 34-36.

2. Бульбашев А.П., Шувалов Ю.В. Борьба с пылью на карьерах по добыче строительных материалов. - СПб: Международная академия наук экологии, безопасности человека и природы (МАНЭБ), 2006. - 208 с.

3. Ковшов С.Н. Обоснование параметров биогенного способа снижения аэротехногенного воздействия внешних отвалов на рабочее пространство карьеров строительных материалов: Автореф. дисс. на соиск. уч. степени к.т.н. / Санкт-Петербургский государственный горный университет. - С.-П., 2010.

4. Чупров В.П., Заболотских В.В. Разработка технологии рекультивации отработанных карьеров на основе биогенного обеспыливания / Каталог молодёжных экологических инициатив (проектов) "ЭКОТОЛЬЯТТИ" в рамках шестой научно-практической конференции "Актуальные проблемы экологии и пути их решения", г. Тольятти, 30 ноября -1 декабря 2012 г. : изд-во Самарского научного центра РАН, г. Самара, 2012.- 115 с.

5. Яблоневого овраг: Экологическое состояние антропогенно нарушенной территории. Экологическая безопасность и устойчивое развитие Самарской области. Вып.10 / Под ред. Г.С.Розенберга. - Тольятти: ИЭВБ РАН, 2001. - 97с.