

## Разработка технологических подходов к рекультивации отработанных карьеров на территории Самарской Луки

Заболотских Влада Валентиновна, кандидат биологических наук, доцент  
Белобородова Ольга Александровна, магистр  
Тольяттинский государственный университет (г. Тольятти)

**Аннотация.** На основе анализа существующих технологий рекультивации и экспериментальных исследований разработан комплексный подход к рекультивации отработанных карьеров Самарской Луки. В зависимости от угла наклона разрабатываемого карьера предложены наиболее эффективные методы: обеспыливание биопродуктивной смесью биогазуса и Na-КМЦ и капсульная рекультивация отработанных карьеров.

**Ключевые слова:** рекультивация отработанных карьеров, биогенное пылеподавление, капсульная рекультивация, восстановление почвенного покрова

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.

Жигулевская возвышенность представляет собой огромный приподнятый массив из древнейших пород имеющий облик горной страны. Коренные карбонатные породы выходят на поверхность повсюду - от уровня Волги до самых вершин Жигулей. Карбонатные породы это известняки, мергели, доломиты и карбонатные глины. На Русской равнине не много найдется мест, где на поверхность выходят более древние (докембрийские) породы. Жигулевская возвышенность является как бы островом среди окружающих равнин, сложенных рыхлыми отложениями более молодого возраста (меловыми, палеогеновыми, неогеновыми и четвертичными породами) [2,3].

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 (ЖККСМ), поставщик шифера и цемента, известный далеко за пределами нашей страны [3].

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. Карьер расположен вблизи заповедной зоны (Жигулевского заповедника имени Спрыгина) и 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. За почти полувековую деятельность Жигулевского карьероуправления не стало большей части горы Могутовой. Урон природе нанесен колоссальный. А ведь Жигули - единственные горы, до которых не дошел ледник, где до сих пор произрастают занесенные в Красную книгу редкие и реликтовые растения [2,3].

Другой карьер "Яблоновское месторождение" является основной сырьевой базой Жигулевского комбината строительных материалов (рис.1). Карьер «Яблоновское месторождение» представляет исключительный геологический и палеонтологический интерес как стратотип верхнего карбона и асельского яруса перми, значителен минералогический

интерес. Разрез предложен в качестве стратиграфического геологического памятника природы мирового ранга и требуют особой охраны.



Рис.1. Карьер в Яблонево овраге

На первом этапе исследований был проведен теоретический анализ проблемы загрязнения окружающей среды отработанными карьерами. Было выявлено, 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 [2,3].

Существующие способы и средства снижения пылевыведения от отвалов пород или недостаточно эффективны или являются вторичными источниками загрязнения. Поэтому развитие и внедрение эффективных методов рекультивации отработанных карьеров является необходимым решением комплексной проблемы для карьеров строительных материалов.

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.

**Цель исследования** — снижение антропогенного воздействия отработанных пылящих карьеров на человека и особо охраняемые природные сообщества на основе разработки технологического комплекса мероприятий по рекультивации и восстановлению почвенного покрова и естественных ландшафтов на нарушенных территориях Самарской Луки.

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.

Среди проблем разработки карьеров, требующих новых подходов и решений — пылевое загрязнение. Пыль, образующаяся в результате добычи горных пород, вносит большой вклад в формирование пылевой нагрузки на природную территорию и окружающую среду. Неорганическая пыль, образующаяся при разрушении горной породы, является одним из источников многочисленных заболеваний органов дыхания человека. 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. В результате негативного воздействия пыли на организм человека поражаются органы дыхания, нарушается работа сердечно-сосудистой системы, повышается риск возникновения раковых заболеваний [3].

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 пылевыведения 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 [2]. 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.

Для укрепления поверхностей отработанных карьеров применяются также химические закрепители, такие как водные растворы полиакриламида, его комбинация с сульфитно-спиртовой бардой, битумная эмульсия. Однако,

многие из представленных методов со временем теряют свою эффективность.

Одной из наиболее перспективных технологий закрепления пылящих поверхностей и озеленения отработанных техногенных массивов является гидропосев. Принцип работы основан на распылении по поверхности земли под давлением порядка 6 атмосфер пульпы, содержащей семени.

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. В качестве биопродуктивных мелиоранто-структурообразователей были исследованы торф, мука, сапрпель и биогумус. Проведены экспериментальные исследования биопродуктивных свойств полученных смесей. В качестве наиболее стойкого и неприхотливого растения была взята газонная трава (Газон Голь-Север (люкес)), в состав семян которой входят такие травы: мятлик – 25%, овсяница – 30%, овсяница красная – 30%, полевица – 15%.

В результате эксперимента выявлено, что в образцах №№ 2, 3, 4, 5 наблюдается значительный рост газонной травы. В образцах №№ 2 и 4 выявлена максимальная биопродуктивность смеси. В образцах №№ 6 и 7 после 3 дней выявился значительный рост плесенных грибов, что свидетельствует о невозможности применения исследуемого соотношения для создания биозащитного слоя.

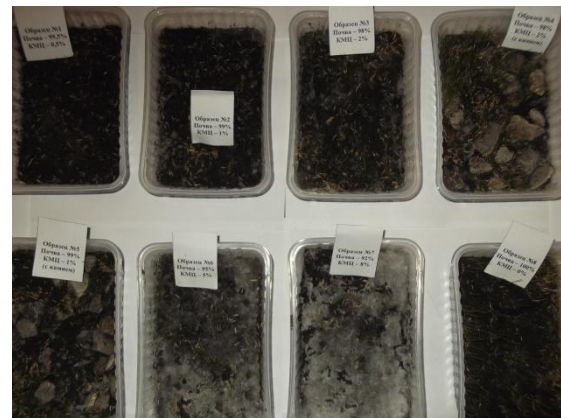


Рис.2. Экспериментальные исследования смесей для обеспыливания

Наиболее оптимальным признано соотношение 99% гумуса и 1 % Na-КМЦ в образцах № 2 и 5.

**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.

В ходе эксперимента предварительно было проведено моделирование капсулосодержащего состава для отработанных известняково – карбонатных карьеров. Цель - ак-

кумулировать 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 (рис. 3).

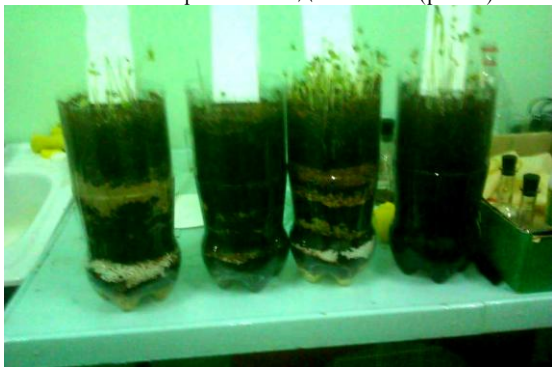


Рис.3. Моделирование капсул для рекультивации почвенного покрова карьеров

Из четырёх вариантов опытов наиболее интенсивное задернение наблюдалось в образце №1. Активация капсулы приводила не только к быстрому прорастанию семян в условиях низкой влажности, но и к ускорению процесса дернообразования.

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 вегета-

ционного периода восстановить почвенный покров рекультивируемых отвалов и хвостохранилищ, создать травяной покров.

Применение капсул для рекультивации карьеров совместно с биогенным обеспыливанием приведёт не только к быстрому зарастанию откосов, но и обеспечит условия восполнения семенного и питательного запасов, необходимых для успешного биогенного образования почвенного и дернового покрова в экстремальных условиях ветровых и водных влияний (рис. 4).

В результате проведенного анализа были предложены следующие технологии рекультивации:

1. 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. Способ снижения пылевыделения с отработанных техногенных массивов заключается в нанесении на пылящие поверхности стационарных источников пылевыделения смеси с ее одновременным естественным или искусственным увлажнением и внесением семян трав. Это создаёт основу для формирования прочного задернованного биопродуктивного слоя. Смесь можно получить соединением гумуса и натриевой соли карбоксиметилцеллюлозы в соотношении 99:1.

2. Следующим этапом рекультивации предложена рекультивация капсульным почвообразователем. В качестве компонентов предлагается использовать стимуляторы роста растений, семена или саженцы. Особая роль при производстве почвообразователя или рекультиванта для извёстниково – карбонатных отработанных территорий отводится его способности выживать при экстремальном недостатке воды в течении всего вегетационного периода. Кроме того, необходимой функцией почвообразователя является достаточное накопление и запас питательных веществ, устойчивость семян к болезням болезней, крепкая корневая система, способность к быстрому росту в экстремальных условиях.

3. В комплексе работ по производству почвообразователя для рекультивации карьеров Яблонный и Могутова гора включено производство почвообразовательных капсул различного состава и назначения.

## Технологические особенности капсульной рекультивации

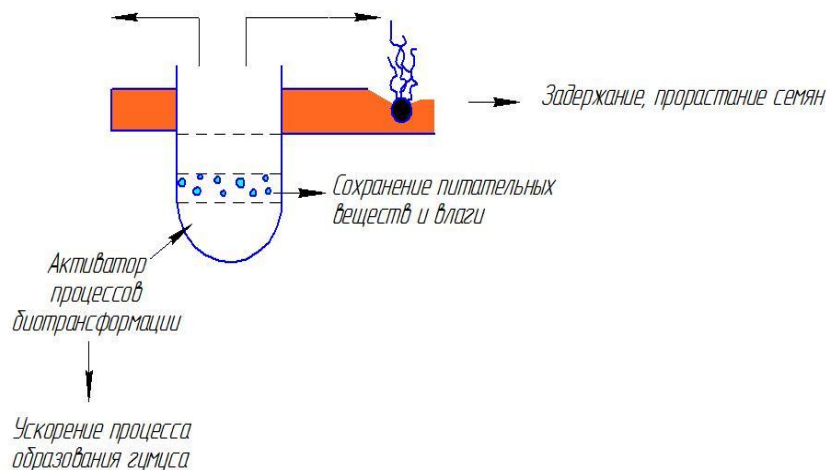


Рис.4. Технологические особенности капсульной рекультивации

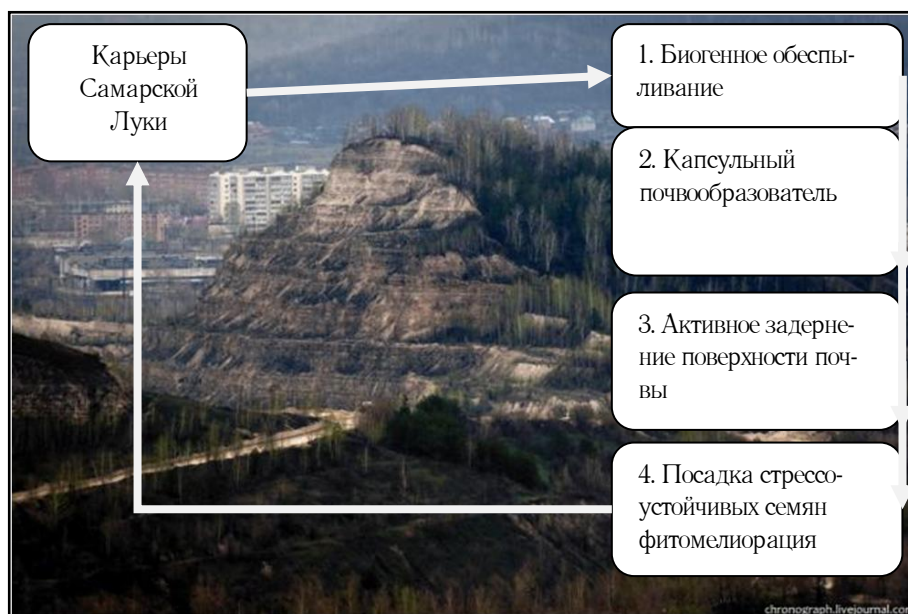


Рис.5. Схема восстановления почвенного покрова отработанных карьеров Самарской Луки

После завершения первичных работ по биологической рекультивации горных карьеров можно приступать к этапам их дальнейшего восстановления и озеленения. Особое внимание уделяется почвообразованию при вновь создаваемых плодородных землях и формированию соответствующего устойчивого растительного сообщества.

Таким образом, в результате проведённых исследований авторами статьи разработан комплекс мероприятий по рекультивации отработанного карьера на территории Самарской Луки. Предварительные расчёты показали, что суммарная величина предотвращенного 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.

Несмотря на то, что концептуально и технически вышеуказанные направления разработаны, в России имеются лишь единичные примеры подобного использования и рекультивации горных выработок, в то время как остро стоит необходимость восстановления десятков тысяч гектаров деградированных земель и разработанных карьеров.

Результаты исследований могут стать основой не только для рекультивации разрушенных карьерами территорий, но стать базой для создания ландшафтных комплексов приближенных к естественным и аборигенным. Продолжается работа по моделированию геопарка на территории карьера.

#### Литература:

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

2. Чупров В.П., Заболотских В.В. Разработка технологии рекультивации отработанных карьеров на основе биогенного обеспыливания / Каталог молодёжных экологических инициатив (проектов) "ЭКОТОЛЪЯТТИ" 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.

3. Яблоневый 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.