



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение
высшего образования
«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**Кафедра Геоэкологии, природопользования и экологической
безопасности**

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
бакалаврская работа**

На тему: «Оценка стадии восстановления растительности на
территории отработанного гранитного карьера с рекультивацией в п.
Кузнечное»

Исполнитель Рыбасова Арина Александровна
(фамилия, имя, отчество)

Руководитель доцент, кандидат геолого-минералогических наук
(ученая степень, ученое звание)

Корвет Надежда Григорьевна
(фамилия, имя, отчество)

«К защите допускаю»

Заведующий кафедрой


(подпись)

кандидат географических наук, доцент
(ученая степень, ученое звание)

Дроздов Владимир Владимирович
(фамилия, имя, отчество)

«15» июня 2022 г.

Санкт-Петербург, 2022

Содержание	Стр.
Введение	3
1. Карьер как объект исследования.....	6
1.1 Типизация карьеров.....	9
1.2 Скальные карьеры.....	12
1.3 Экологические проблемы производства гранита.....	13
1.4 Нарушенные земли.....	15
1.4.1 Этапы рекультивации карьеров.....	19
2. Восстановление растительности на нарушенных землях	24
2.1 Ход демутиации растительности естественным путем.....	24
2.2 Ход демутиации растительности инициированной рекультивационными мероприятиями	25
2.3 Факторы, влияющие на скорость сукцессии.....	30
2.4 Особенности роста и формирования культур сосны при рекультивации карьеров.....	31
3 Состояние растительности на обследованном карьере	33
3.1 Описание карьера.....	33
3.2 Методики сбора натурных наблюдений	34
3.3 Особенности стадии восстановления растительности через 15 лет после проведенных рекультивационных мероприятий	36
Практические рекомендации.....	45
Закдючение.....	46
Выводы.....	48
Список использованной литературы.....	49

Введение

Кузнечное – это поселок городского типа в северной части Приозерского района Ленинградской области, расположенный на Карельском перешейке. Приоритетной отраслью экономики этого муниципального образования является добыча и переработка гранита.

Производства добывающей отрасли, сконцентрированные в северо-западном регионе Российской Федерации, в зоне Карельского перешейка на балтийском кристаллическом щите, считаются лидерами по производству щебня. ОАО «Гранит-Кузнечное» - одно из крупнейших предприятий по производству гранитного щебня в России. Разработки полезных ископаемых в этом регионе ведутся открытым способом. Обеспеченность промышленными запасами по всем месторождениям территории Кузнечного составляет около 100 лет.

Сегодня предприятие обладает четырьмя карьерами в Ленинградской области. Производство щебня осуществляется на шести дробильно-сортировочных заводах. Благодаря современной производственной базе ОАО «Гранит-Кузнечное» удастся постоянно повышать качество и объемы выпуска щебня.

Ни одно производство не обходится без воздействия на природную среду. В процессе эксплуатации открытых карьеров нарушаются естественные ландшафты, почвенный покров, балансовый режим подземных вод, вырубаются деревья, уменьшается биоразнообразие. В результате нарушений земной поверхности горными работами происходят значительное ухудшение гидрологического и гидрогеологического режимов окружающей местности, а если карьер имеет значительные размеры, то на прилегающих территориях в лесных насаждениях отмечается уменьшение прироста древесины, усыхание и гибель деревьев, а на посевных площадях – снижение урожайности сельскохозяйственных культур. Таким образом, зона

отрицательного воздействия нередко в несколько раз превышают площади, занятые карьерными выемками и отвалами.

Чтобы минимизировать или сгладить ущерб окружающей среде, проводятся работы по восстановлению плодородия и прочих функций территории разработки. При этом появляется необходимость мониторинга и прогноза динамики нарушенных земель, для последующей коррекции мероприятий по минимизации возможного негативного влияния нарушенных земель на компоненты природных систем.

После рекультивации начинается восстановление растительности экосистем. Карьеры являются удобными объектами для изучения процессов первичной сукцессии растительного покрова. В условиях техногенных экотопов наиболее полно раскрываются адаптивные возможности многих видов растений. Изучение биологических и экологических особенностей видов, участвующих в естественном зарастании, а также знание закономерностей хода восстановительных сукцессии лежит в основе разработок рекомендаций по экологической реставрации территорий.

Целью работы является оценка состояния растительности на территории, нарушенной в результате открытой разработки полезных ископаемых с рекультивацией, проведенной 15 лет назад.

Для достижения поставленной цели определены следующие задачи:

1. провести обследование территории карьера и охарактеризовать ее современное состояние;
2. выявить видовой состав растительности техногенного местообитания;
3. оценить состояние древесных насаждений и выявить его отличия от состояния древостоя того же возраста на интактных местообитаниях;
4. на основе полученных данных оценить направление сукцессии на исследованной территории и дать рекомендации по наилучшей стратегии возобновления растительности.

Объектом исследования является растительность, находящаяся на небольшом карьере, относящемся к нарушенным землям территории пгт Кузнечное.

Предмет исследования – оценка стадии восстановления растительности на карьере.

Работа основывается на данных собственных наблюдений за август 2021 года, литературных и нормативных источников.

Глава 1. Карьер как объект исследования

Горные работы, при которых добыча минеральных ресурсов происходит прямо с поверхности земли в открытых горных выработках (в котлованах), называются открытыми горными работами. В результате таких работ земная поверхность месторождения нарушается и образуются карьеры [1].

Карьер — это эксплуатационная техногенная полость, сделанная в недрах земли или на поверхности, образованная при добыче полезных ископаемых открытым методом [2].

Также, карьером считается горнопромышленное предприятие, осуществляющее добычу полезных ископаемых открытым способом [1].

Обычно, понятие «карьер» используется при разработке рудных, нерудных полезных ископаемых и материалов строительства. Когда добывают уголь открытым методом, вместо понятия карьера применяют определение разреза. Понятие «прииски» используют для россыпных месторождений, которые разрабатываются горнопромышленными предприятиями [3].

Карьер выглядит как ступенчатая система из толщи пород (чаще всего верхние ступени нужны для вскрытия породы, а нижние для добычи породы), продвижение которых позволяет вынимать полезные ископаемые в пределах карьерного поля. Во время использования и работы карьера рабочие ступени перемещаются, благодаря этому растет выработанное пространство. В процессе вскрышных работ из верхних слоев пород образуются отвалы, которые могут находиться внутри выработанного пространства, добычные работы способствуют перемещению и выемке минеральных ресурсов на промышленную площадку для начальной переработки или для отправления заказчику [2].

Карьерным полем принято считать месторождение полезного ископаемого или его часть с массивом покрывающих и вмещающих пустых пород, отведенная для разработки одним карьером [3].

Рабочей зоной карьера считается та часть поверхности карьера, где выполняются основные технологические процессы.

Технология открытой разработки месторождений представляет собой совокупность технологических процессов подготовки горных пород к выемке, отделения их от массива, направленного изменения крупности и качественных характеристик пород, погрузки и перемещения полезных ископаемых к местам дальнейшей переработки или потребителям, вскрышных пород к отвалом их отвалообразование [4].

Основными технологическими процессами разработки полезных ископаемых на любом карьере являются:

- 1) подготовка горных пород к выемке;
- 2) выемочные и погрузочные работы;
- 3) транспортирование горной массы;
- 4) переработка добытого полезного ископаемого;
- 5) отвалообразование вскрышных пород;
- 6) складирование минеральных ресурсов [5].

Добыча минеральных ресурсов из недр земли начинается с этапа подготовки месторождения к использованию, состоящего из разупрочнения пород и изменения их агрегатного состояния, разрушения (разрыхления) породного массива, обеспечения устойчивости откосов уступов, осушения горных пород и других видов воздействия на горные породы [4] - [6].

Подготовку пород к выемке можно осуществлять механическими способами (с помощью горных машин), взрывными работами,

гидравлическими (насыщение водой, растворение), физическими (электромагнитным и термическим воздействием), химическим и комбинированным способами [4].

Следующая стадия разработки и эксплуатации залежи состоит во вскрытии месторождения, т.е. обеспечении грузотранспортного доступа от поверхности земли к различным частям месторождения (к пунктам приёма горной массы в карьере и на поверхности) с помощью проведения значительных горных выработок, которые дают возможность проводить подготовительные выработки [6].

При открытом способе разработки значительными выработками являются наклонные траншеи для вскрытия залежей, подземные и другие выработки, а подготовительными – разрезные траншеи, котлованы [6].

Третья ступень эксплуатации месторождения – это разработка полезных ископаемых, а именно извлечение минеральных ресурсов, а также: нефть, газ, воды из недр земли разными методами (открытым, подземным, скважинным, подводным и комбинированным) после вскрытия месторождения. В случае открытого процесса разработки оно осуществляется проведением разрезных траншей (котлованов) из ранее пройденных вскрывающих выработок и выемкой природных богатств и ресурсов, в том числе породы, не представляющие практической ценности из подготовительных и очистных выработок [6].

Бывают 2 вида выемки: сплошная и раздельная [5].

Для выемки и погрузки пород на карьерах применяют карьерные экскаваторы (канатные), гидравлические экскаваторы, драглайны, одноковшовые карьерные погрузчики, многоковшовые цепные и роторные экскаваторы, машины фрезерного типа [6].

Выбор выемочно-погрузочного оборудования следует осуществлять исходя из физико-механических свойств, разрабатываемых из целика или

подготовлены к погрузке пород, требование к выемке, условий залегания пород, технологических параметров забоя, грузозотков, проектируемой технологии, системы разработки и технических характеристик машины [6].

И последний этап эксплуатации горного месторождения – использование выработанного пространства и отходов производства [6].

1.1 Типизация карьеров

Как таковых конкретных классификаций карьеров не придумали. Но все-таки существуют определенные отличия, по которым можно разделить карьеры на виды.

В зависимости от *добываемого сырья*, большинство карьеров можно определить как:

- 1) Песчаные. В них добывают уже готовый продукт - песок, который не подлежит какой-либо обработке. В основном песок нужен для строительных целей [7].
- 2) Гранитные. Самый распространенный вид карьеров, т.к. месторождения гранита распространены по всему миру. Здесь добывают гранитный щебень и бутовый камень [7].
- 3) Известняковые. На этих карьерах производят щебень из гипса и известняка. Этот материал чаще всего используется для облицовки фасадов зданий [7].

В зависимости от *типа грунта* карьеры бывают:

- 1) Скальные. Здесь добывают такие скальные породы как гранит, мрамор, каменный уголь и т.д. Как правило, скальные карьеры относительно небольшие и имеют вертикальное пространственное развитие. Боковая поверхность карьеров твердая, она не нуждается в укреплении. Из-за

отсутствия субстрата и преобладания твердой породы плохо поддаются рекультивации [8].

- 2) Рудные. Месторождения таких карьеров богаты разными рудами (золото, железо, медь, уран и другие). Это самые крупные карьеры, их глубина может достигать 1 км. В основном имеют глубинное развитие. Борты карьеров легко разрушаются и нуждаются в укреплении, часто происходят провалы на поверхности. Рудные карьеры нуждаются в рекультивации [8].
- 3) Суглинистые или глиняные. На таких месторождениях добывают песок и такие виды глин как галлуазитовая, каолининовая. Объемно-пространственное развитие неоднородное, преимущественно вертикальное из-за пластичной породы. Суглинистые карьеры могут самостоятельно восстанавливаться, их редко подвергают рекультивации [8].

Также карьеры можно разделить *по крепости добываемых пород*:

1. Рыхлые и мягкие породы - отделяются от общей массы простым копанием, не нужно прикладывать дополнительные усилия. К таким породам относятся пески, глины, суглинки [9].
2. Плотные породы – добываются немного сложнее, нужно приложить большее усилие, чем для рыхлых пород. К плотным породам можно отнести известняк, бурый и каменный уголь, твердые глины [9].
3. Полускальные породы – здесь используют определенные горные машины или взрывной способ в качестве подготовительного рыхления. Сюда относятся преимущественно осадочные породы. Можно выделить такие полускальные породы, как песчаники, сланцы, каменная соль, гематитовые руды, гипс, мергели и т.д. [9].

4. Скальные породы – их можно добыть только с помощью бурения или взрывов. К скальным породам можно отнести в основном изверженные и метаморфические породы, такие как гранит, базальт, габбро. Кроме них к скальным породам относится часть осадочных пород, таких как конгломераты, песчаники, прочный известняк [9].

Кроме того, карьеры можно выделить *по глубине карьерной чаши*:

- малые (до 10 м);
- средние (от 10 - 100 м);
- глубокие (от 100 - 500 м) [10].

Еще карьеры изменяются *по форме залегания*:

- пластообразные;
- столбообразные;
- сложной конфигурации [10].

По мощности полезного слоя карьеры бывают:

- малой мощности;
- средней (от 10 - 40 м);
- большой (от 40-100 м и более) [10].

Также выделяют карьеры *по сроку службы*:

- временные;
- притрассовые;
- базисные [10].

Помимо вышеупомянутого карьеры различаются *по производительности*:

- малые (производят сырья до 75-80 тыс.м³/год);

- средние (до 150-170 тыс.м³/год);
- крупные (до 330-350 тыс.м³/год);
- мощные (свыше 350 тыс.м³/год) [11].

1.2 Скальные карьеры

Технология добычи породы зависит от вида породы и ее уникальных свойств, таких как прочность, глубина залегания, тип породы и т.д. Помимо этого на метод добычи влияют природные условия, технические средства, требования к качеству породы и максимально возможная добыча сырья [5].

Для скальных и полускальных пород нужна подготовка карьера к добыче породы. Существует несколько способов подготовки, чаще всего используют взрывной и воздушный [5].

Возможность применения механического рыхления пород следует рассматривать для карьеров небольшой производительности, при необходимости раздельной выемки маломощных горизонтальных и наклонных (до 20°) пластов для уменьшения потерь и разубоживания полезного ископаемого, с целью исключения переизмельчения и разупрочнения строительных горных пород, а также для разрушения маломощных слоёв скальных, сильно и чрезвычайно трещиноватых руд и пород, для разработки мёрзлых пород и на вспомогательных работах [5].

Скальные породы, трудно поддающиеся механическому рыхлению, могут быть предварительно ослабленные сотрясательным взрывом. Возможен и вариант взрывного разрушения крупных кусков породы, образующихся при начальном механическом рыхлении сильнотрещиноватых пород с увеличенным расстоянием между смежными бороздами. Также можно предусматривать рыхление перекрестными проходами, которое уместно в

случаях, когда скальный массив - вертикальные разломы и трещины, расположенные параллельно основному направлению резания, а также при рыхлении нехрупких и монолитных скальных пород типа сцементированного гравия и брекчии [5].

1.3 Экологические проблемы производства гранита

В процессе ведения горных работ на карьерах происходят неминуемые изменения окружающей среды, а именно возникают нарушения педосферы, литосферы, гидросферы и загрязняется атмосферный воздух. Также на карьерах образуются отходы от горного производства, которые содержат в себе токсичные химические вещества [12].

Разработка месторождений гранита и других минеральных ресурсов сопровождается внушительным изъятием земель и нарушением ландшафта [12].

Разработка месторождений минеральных ресурсов открытым способом вызывает не только деградацию земной поверхности и формирование техногенного ландшафта в районе ведения горных работ, помимо того происходит ускорение эрозионных процессов, загрязнение и засоление почв и грунтов, уменьшается площадь и продуктивность земель, окружающая среда становится непригодной для местных видов [12].

На водные ресурсы на территории карьера влияют осушение месторождения, взрывные работы, сброс технических вод, ликвидация или перемещение поверхностных водоемов, строительство водозаборов. В результате чего происходит загрязнение и истощение запасов подземных и поверхностных вод, изменяются гидрологические и гидрогеологические условия, пропадают мелкие водные объекты. Такие нарушения распространяются на огромные территории, причиняя серьезные последствия

и носят трансграничный характер. В результате взрывных работ происходит разложение взрывных веществ и выделяются соединения азота, которые попадают в водные объекты. Результатом вымывания легкорастворимых веществ из разрушенных пород являются сульфаты, ионы кальция и магния [12].

Значительное влияние соединений азота при эксплуатации карьеров заметно на изменении свойств лесных грунтов. Это проявляется в повышении кислотности грунта и высокой концентрации данного вещества, превышающей допустимые значения [12].

Атмосферное загрязнение происходит из-за организованных и неорганизованных выбросов вредных веществ, чаще всего в результате взрывных работ. К последствиям можно отнести запыление и загрязнение воздуха не только на территории карьера, но и на близлежащих площадях, сокращение срока службы зданий и производственных объектов, увеличение числа заболеваемости живых существ [12].

При использовании 1000 т взрывных веществ загрязняется около 40 млн м³ атмосферного воздуха с превышением ПДК в десятки раз, при этом его распространение реально на более, чем 15 км. В результате массовых взрывов в гранкарьерах образовывается от 0,027 до 0,170 кг пыли на 1 м³ породы. Вредные газы, образующиеся в результате взрыва, выделяются в воздух на протяжении 10-15 часов [12].

Кроме перечисленных загрязнений происходит влияние шума и вибрации на живые организмы.

На литосферу влияет извлечение из недр полезных ископаемых и минерального сырья, выемка пустой породы (вскрыши), дренаж рабочей зоны карьера, захоронение отходов производства и вредных веществ, самовозгорание некоторых пород и сброс сточных вод. К последствиям можно отнести истощаемость и невозобновляемость данного природного

ресурса, нарушение геологического строения массива породы, снижение уровня и истощение запасов подземных вод, загрязнение земной коры, ускорение карстовых процессов, потери минерального сырья при добыче [12].

Ко всему прочему, гранит радиоактивен, он обладает естественным уровнем 0,02-0,05 микрозиверта в час. Эти значения незначительны, но при постоянном контакте с породами у горняков повышается радиационный фон.

1.4 Нарушенные земли

Как правило горнодобывающие компании нарушают земли при осуществлении как открытых, так и подземных горных работ, а также при складировании отходов разного вида: от геологоразведочных работ, от изыскательских работ, строительные, промышленные, коммунально-бытовые т.д. Вследствие всей вышеперечисленной деятельности абсолютно всегда происходит нарушение почвенного покрова. Возникает новый рельеф – техногенный, который изменяет гидрогеологический и гидрологический режимы почв и происходят др., ухудшающие экологическую обстановку в целом [13].

Нарушенные земли – это утратившие свою изначальную ценность в сфере экономики земли впоследствии нарушения их целостности и которое из-за этого оказывают пагубное воздействие на окружающую среду [14].

Также, помимо нарушенных земель, коими и являются 100% всех карьеров, стоит сказать и про отработанные земли, которые являются побочным продуктом горнодобывающей деятельности [13].

Отработанные земли — это всё те же нарушенные земли, однако с особенностью в плане - у предприятий иссякла технологическая и

экономическая потребность этих землях и теперь на них можно организовать работы по рекультивационной деятельности [14].

Есть две группы нарушенных территорий, которые возникают в результате хозяйственной деятельности человека:

- 1) Земли, которые нарушены из-за насыпного грунта (кавалеры, отвалы, свалки, терриконы);
- 2) Земли, которые нарушены выемкой грунта (карьеры ОГР - открытые горные разработки; Впадины, провалы, прогибы в местах, где проводились подземные горные работы; Каналы, искусственные водоёмы, траншеи при строительстве линейных сооружений [13].

Для подробного ознакомления необходимо углубиться в ГОСТ 17.5.1.02—85. Согласно его классификации нарушенных земель по техногенному рельефу карьеры, провалы и траншеи делятся по глубине, м (Таблица 1.1.):

Таблица № 1.1 - Классификация глубины нарушенных земель по техногенному рельефу

Очень глубокие	>100
Глубокие	30-100
Средней глубины	15-30
Неглубокие	5-15
Мелкие	< 5
По величине склонов, °:	
Обрывистые	45
Очень крутые	30-45
Крутые	15-30
Умеренно крутые	10-15

Покатые	5-10
Пологие	< 5

Что касается насыпей, отвалов, дамб, кавальеров, терриконов, то их разделяют по высоте, м следующим образом: от 50 до 100 — это высокие или очень высокие, от 30 до 50 — это средневысокие, до 30 — это невысокие [13].

Вдобавок к вышеперечисленному крайне важно упомянуть, что все нарушенные земли разделяются по площади, га: >50 — это крупноплощадные нарушенные земли, от 1 до 50 — это среднеплощадные нарушенные земли, до 1 — это малоплощадные нарушенные земли [13].

Касаемо насыпей стоит подчеркнуть, что величина уклона склонов является важным параметром при подборе высаживаемых растительных культур, имеющих разную структуру и залегание корневой системы, которая играет главную роль в укреплении склонов насыпей, карьеров, отвалов и терриконов. Подобный параметр влияет на выбор крайне важен для достижения рекультивации и удерживанию в одном месте земельных площадей, подверженных денудации, которая в свою очередь может привести к запылению, выщелачиванию и другим усилениям экологических проблем районом, которые находятся в непосредственной близости от участка рекультивации.

Насыпаемые насыпи, вырытые выемки впоследствии деятельности горнодобывающих предприятий редактируют естественно-природные ландшафты и превращают их в комплексы техногенного характера. Пропорционально размерам этих выемок и насыпей, а также расположения их относительно друг друга, абсолютно точно на данный момент выделяют семь различных типов природно-техногенных ландшафтов:

1) Крупнокарьерно-отвальные — данный тип относит к себе природные элементы ландшафта с глубокими карьерами, имеющих много ступеней, а именно высотой до 100-300 м, максимум до 500 метров в особокрупных масштабах. Также к данному типу относятся природные элементы ландшафта с большой площадью в плане и высотными многоярусными отвалами [13].

2) Средне- и мелкокарьерно-отвальные — данный тип относит к себе природные элементы ландшафта с сочетанием природных типов местности с техногенными ландшафтными участками и отдельными урочищами, представленными небольшими и средними карьерами, а именно от 1 до 10-15 га, и одно-двухъярусными внешними и внутренними отвалами, то есть обладающих высотой от 2-3 до 1-30 м [13].

3) Торфяно-карьерные - данный тип относит к себе сочетание природных элементов ландшафта и являются выработанными торфяными полями и траншейными выемками. Они возникают и формируются вследствие торфяных разработок. В свою очередь выемки часто бывают заполнены водой, и их можно использовать под водоемы [13].

4) Дренажно-отвальные речных долин — данный тип относит к себе природные элементы ландшафта речных долин, переформированные в результате возникновения огромного числа дренажных отвалов различного структуры и степени зарастания, развития эрозионных процессов, загрязнения воды, изменения водного и теплового режимов речных пойм и т. д [13].

5) Просадочно-карьерно-отвальные - данный тип относит к себе природные элементы ландшафта, которые характеризуются сочетанием провально-просадочных форм рельефа, то есть это ложбины, западины, ямы, воронки, котловины, - шахтных отвалов, в данном случае это конические,

гребневидные и другие, - карьеров и различных отвалов, а также отвалов перерабатывающей промышленности [13].

6) Индустриально-«мусорно»-отвальные — данный тип относит к себе природные элементы ландшафта, который предполагает наличие в качестве фоновых урочищ отвалов из отходов перерабатывающей промышленности — золы, шлама, бытовых отходов и так далее и тому подобное [13].

7) Частично поврежденные промышленными выбросами — данный тип относит к себе природные элементы ландшафта, которые оказываются под сильным влиянием промышленно-газовых выбросов в атмосферу, сброса жидких и твердых отходов промышленными предприятиями в реки и на участки, примыкающие к промышленным площадкам, то есть это загрязнение нефтью и нефтепродуктами, и так далее и тому подобное [13].

1.4.1 Этапы рекультивации карьеров

С законодательной точки зрения рекультивация земель подразумевает обеспечение восстановления земель до такого состояния, при котором качество земель будет соответствовать нормативам качества окружающей среды и требованиям законодательства Российской Федерации в области обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения. Также помимо санитарно-эпидемиологического благополучия населения рекультивация проводится для дальнейшего использования рекультивированной земли в разных целях: сельскохозяйственной деятельности, рекреационной и т.д [15].

Согласно федеральному закону от 18.06.2001 №78-ФЗ "О землеустройстве" владельцы земель, к примеру, горнодобывающие компании, обязаны проводить работы по изучению состояния земель,

почвенных, геоботанических и других обследований, оценке качества земель, инвентаризации земель. Кроме того, владельцы земель, на которых в данном случае образовался карьер, обязаны проводить рекультивацию земель участка в случае необходимости восстановления плодородия почв. Причинами могут являться: нарушение плодородного слоя почвы, ввиду строительных и иных работ, что по своей сути не может не произойти при горнодобывающей деятельности карьеров [16].

Согласно п.1 постановления Правительства Российской Федерации от 23.02.1994 №140 "О рекультивации земель, снятии, сохранении и рациональном использовании плодородного слоя почвы", рекультивация земель, нарушенных юридическими лицами и гражданами при разработке месторождений полезных ископаемых, проведении всех видов строительных и иных работ, связанных с нарушением поверхности почвы осуществляется за счет собственных средств юридических лиц и граждан в соответствии с утвержденными проектами рекультивации земель, в которых определяются обязательные для выполнения правообладателями земель, мероприятия по обеспечению рационального использования и охраны земель [16].

Согласно ГОСТу 17.4.3.02 рекультивация нарушенных земель, в том числе и карьеров, осуществляется в соответствии с Земельным кодексом Российской Федерации, Лесным кодексом Российской Федерации и др. федеральными законами [16].

Рекультивация карьеров в первую очередь начинается с утверждения проекта рекультивации земли.

Сначала проводится полномасштабный анализ уже имеющихся данных мониторинга участков карьерных разработок, которые могли вестись на протяжении всего времени эксплуатации карьера. Стоит сразу сказать, что основными требованиями к рекультивации земель, нарушенных при

открытых горных работах, является рекультивация внутренних и внешних отвалов, карьерных выемок и другие территории, нарушенные в результате горной деятельности [17].

Вместе с тем ведётся сбор данных из открытых официальных источников, а именно из ресурсов государственного мониторинга земель (за исключением информации, доступ к которой ограничен федеральными законами), которая собирается в рамках подготовки Отчета о состоянии подготавливаемого к рекультивации земельного участка. Доступ к информации о результатах государственного мониторинга земель осуществляется на безвозмездной основе посредством обращения к материалам государственного фонда данных, полученных при проведении землеустройства. В пример можно привести федеральную государственную информационную систему "Единый портал государственных и муниципальных услуг" [17].

По завершению анализа нарушенных земель, в данном случае из-за разработки карьеров, проводится составление перечня необходимых мероприятий и плана, по которому будет проводиться рекультивация нарушенных земель [17].

Сообразно Распоряжению Правительства РФ от 07.03.2019 N 244 рекультивация территорий, включая карьеры, имеет возможность реализоваться методом последовательного проведения дел по рекультивации территорий при наличии в плане рекультивации территорий выделенных рубежей дел, для коих отнесены оглавление, размеры и график дел по рекультивации территорий для всякого шага дел, а в случае воплощения рекультивации территорий с привлечением средств бюджетов экономной системы РФ еще сметные расчеты (локальные и сводные) расходов на проведение дел по рекультивации территорий для всякого шага дел. План рекультивации территорий подготавливается в составе проектной документации на строительство, реконструкцию объекта серьезного

постройки, в случае если эти строительство, переустройство приведут к деградации территорий и (или) понижению плодородия территорий сельскохозяйственного назначения, или же в облике отдельного документа в других случаях [17].

Грядущим и одним из ключевых рубежей рекультивации считается техническая доля. Впоследствии согласования плана рекультиваций и возведения чёткого намерения по восстановлению территорий наступает технический/первичный период [17].

Технические манипуляции с земельными угодьями считаются предварительным рубежом восстановительных работ территорий, в особенности впоследствии окончания работы горных работ на карьерах. Технические манипуляции с землями имеют все шансы предугадывать ландшафтную планировку, составление откосов, снятие верхнего слоя земли, нанесение злчного слоя земли, строение водных и орошительных сооружений, захоронение вредных вскрышных пород, построение огораживаний, помимо этого проведение иных дел, делающих нужные обстоятельства для предотвращения деградации территорий, неблагоприятного влияния нарушенных территорий на находящуюся вокруг среду, последующего применения территорий по назначению [17].

При претворении в жизнь технических манипуляций по восстановлению территорий, обозначенных в части 2 заметки 60.12 Лесного кодекса РФ, внедрение отходов изготовления и употребления, а еще захоронение вредных для человека вскрышных пород не допускаются [15].

Грядущим и оканчивающим рубежом считаются биологические манипуляции, включающих в себя ансамбль агротехнических и фитомелиоративных событий, нацеленных на совершенствование агрофизических, агрохимических, биохимических и иных качеств земли [15].

Сообразно Распоряжению Правительства РФ от 07.03.2019 N 244 при претворении в жизнь биологических манипуляций по восстановлению

территорий, обозначенных в части 2 заметки 60.12 Лесного кодекса РФ, в целях сотворения защитных лесных насаждений ведутся работы по искусственного происхождения или же комбинированному лесовосстановлению или же лесоразведению с использованием саженцев с замкнутой корневой системой в согласовании с Лесным кодексом Русской Федерации и в согласовании с Правилами лесовосстановления или же Правилами лесоразведения, предусмотренными заметками 62 и 63 Лесного кодекса РФ в соответствии с этим [17].

Еще в случае в случае если в границах восстанавливаемой площади с лесом размещались объекты, обозначенные в части 2 заметки 13 и части 1 заметки 21 Лесного кодекса Русской Федерации, для постройки, восстановления и использовании коих были вырублены лесные насаждения и на площади, равной площади вырубленных лесных насаждений, были исполнены работы по лесовосстановлению или же лесоразведению в согласовании с частью 1 заметки 63.1 Лесного кодекса РФ, работы по лесовосстановлению или же лесоразведению при претворении в жизнь биологических манипуляций по восстановлению территорий на подобный площади в границах рекультивируемого участка не ведутся. Впрочем, в случае образования карьеров этот случай учитывает восстановительные работы по высаживанию лесонасаждений в том количестве, когда он присутствовал до начала дел по разработке карьера [17].

Сообразно ГОСТ 17.4.3.02, когда заканчиваются все рубежи восстановительных работ, в дальнейшие годы ведется прогноз скорости восстановления земельной площади [15].

Глава 2. Восстановление растительности на нарушенных землях

2.1 Ход демутации растительности естественным путем

Первичным этапом восстановления растительного покрова на нарушенных землях является расселение видов-поселенцев (пионерных видов) и постепенное формирование первых замкнутых групп растений. Пионерные виды – это такие виды растений, которые присущи нулевому этапу первичной сукцессии, то есть они появляются когда только складывается сообщество [18].

В первых стадиях восстановления растительность нарушенного покрова часто представлена видами одного или двух ярусов и относительно невеликим разнообразием видов. Растительность имеет не сомкнутый покров. В будущем, с появлением новых видов и разнообразием сообществ, начинается зарастание и сомкнутость видов возрастает. В то же время меняет свой вид горизонтальная и вертикальная структура сообщества, то есть в зависимости от условий окружающей среды происходит разделение и преумножение единой группы растений в несколько. Есть такие главные направления изменений в структуре растительных сообществ: на первый взгляд, происходит усложнение структуры сообщества, которое проявляется в появлении новых подслоев (подъярусов), а иногда и слоев (ярусов). При этом пространственная структура приобретает упорядоченный вид, в ней начинают виднеться признаки структурной регулярности и различные связи с измененными условиями среды, которые произошли из-за появления новой растительности. Помимо этого, по тому как восстанавливаются нарушенные земли, горизонтальная структура биоценоза с каждым разом становится больше похожа на естественные экосистемы [18].

Способность восстановления растительных покровов поврежденных площадей определяется степенью, конфигурацией исторически

сложившегося сообщества растений и всей местности под влиянием человека, то есть от особенностей антропогенного местообитания [19].

2.2 Ход демутиации растительности инициированной рекультивационными мероприятиями

Биологическая рекультивация – это такой этап рекультивации земляных участков, состоящий из биологических, агротехнических и фитомелиоративных работ, направленных на восстановление утерянного биологического и экономического потенциала земель (в том числе плодородия) в зависимости от выбранного направления рекультивации для определенного целевого назначения и разрешенного использования [20].

На нарушенных участках земли создаются насаждения, которые по своим свойствам очень разнообразно подбираются. Начать стоит с лесного направления рекультивации. Насаждения разделяют на: лесохозяйственные, защитные, водоохранные, рекреационные, санитарно-гигиенические и с элементами других направлений – сельскохозяйственного, рыбохозяйственного, водохозяйственного, строительного и так далее и тому подобное. Но во всех случаях они имеют природоохранное назначение, оптимизирующее экологические условия ранее нарушенной территории [20].

Процесс биологической рекультивации на начальных этапах проводится с учетом повышения эколого-ценотических, почвенно-экологических и биосферных функций, создаваемых на техногенных территориях лесных насаждений. Одновременно с этим стоит отметить, что если при биологической рекультивации происходит только высаживание растительных культур без последующих дополнительных работ по уходу, то должны быть проведены и подобраны мероприятия по единовременному

заданию экологических параметров насаждений с учетом их последующего сукцессионного развития и устойчивого функционирования [21].

В современном мире большинство работ по биорекультивации ведутся уже ставшим в этой области традиционным способом рекультивации, а именно нанесение плодородного или, как чаще всего происходит из экономических соображений, потенциально плодородного почвенного слоя и внесением удобрений, извести, золы и различных отходов промышленности, с последующим посевом многолетних трав [20].

В пример можно привести Англию – во время рекультивации шахтных отвалов на их поверхность наносится почвенный слой мощностью 1,5 – 2 м. В качестве другого примера можно привести Чехию, где для сельскохозяйственного использования создаётся почвенный слой мощностью до 50 см. Однако в связи с дефицитом почвенного слоя и большими затратами на транспортирование изучается возможность применения для сельскохозяйственных целей отвальных грунтов без нанесения почвы, с одновременным внесением минеральных удобрений для активизации микрофлоры и улучшения агрохимических свойств [23].

Стоит привести ещё несколько примером биологической рекультивации нарушенных земель. В Германии при рекультивационных работах в настоящее время создают ландшафты, максимально приближенного к природному, а именно в рекультивационный горизонт вносят удобрения с посевом многолетних трав для последующей заправки их в качестве сидератов [24].

Согласно информации из исследований ученых США, главным образом биологическая рекультивация территорий происходит за счёт почвенных микроорганизмов, нарушенных открытыми горными работами. В практике восстановления земель используются подбор определенных бактериальных культур и обработка ими нарушенных земель, что позволяет

резко улучшить условия для роста растительности. Главной задачей является ускорение и расширения площадей развития и размножения микроорганизмов – для этого применяют органические добавки. Также при биологической рекультивации часто практикуется внесение азотфиксирующих микроорганизмов, способствующих стабилизации структуры восстанавливаемых почв. Вдобавок ко всему прочему важным фактором является время, затрачиваемое на биологическую рекультивацию нарушенного участка земли. Для ускорения рекультивации при выращивании древесных пород практикуется использование грибной микрофлоры [25].

В настоящее время в рекультивации нарушенных земель широкое применяется технология, именуемая как «гидропосев многолетних трав». Однако стоит сказать, что практическое применение этот метод рекультивации нашёл только с 1970-х годов. Он был разработан для закрепления откосов транспортных магистралей во Всесоюзном научно-исследовательском институте транспортного строительства. Испытания подобного метода показали отличные результаты, как на зарубежных, так и на отечественных карьерах [26].

Тем не менее гидропосев отличается от простого посева только методом распределения семян. То есть, проще говоря, происходит равномерное распределение семян по укрепляемой поверхности путём струйной укладки специальной эмульсионной смеси. Данная эмульсия, равномерно распределяясь по обрабатываемому участку, образует защитный слой, создающий благоприятные условия для прорастания семян, что очень хорошо помогает сохранять и задерживать тепло и влагу в грунте, тем самым улучшая водно-тепловой режим для посевных растений. Мульчирующие материалы, сгнивая, дают дополнительную питательную среду, а образующая пленка предотвращает эрозию [27].

Вышеприведённый метод, основанный на эмульсионной смеси, состоит из следующих базовых элементов: эмульсия из битума, семена необходимых

трав, минеральные удобрения и мульчирующий материал. Если говорить про зарубежную практику, то в данном случае в качестве мульчи применяют опавшие листья, прелую солому или сено, опилки, хвою, стебли сои и тому подобное. Также, касаясь основополагающих протекающих в грунте процессов, стоит подчеркнуть, что на обрабатываемом участке происходит активация процессов почвообразования – для достижения подобного эффекта в состав гидросмеси добавляют бактериальные препараты, которые включают в свой состав комплексы микроорганизмов, участвующих в превращениях фосфора и азота и в накоплении органических веществ [25].

Что касемо конкретных препаратов, применяемых для обработки грунтовых участков дабы биологически рекультивировать те или иные нарушенные земли, то можно назвать такие препараты: Biobert и Agrobiol. Препарат Biobert был разработан во Франции. Он изготавливается на основе природных компонентов, а именно торфа, бактерий, семян; и из иных компонентов, таких как: стабилизаторы, удобрения. Препарат Agrobiol разработан в Германии, применяется в Австрии и Испании. Основной характеристикой этого метода является применение мицелия (*Penicillium*), который дает большое количество органического вещества [24].

Тем не менее, не смотря на уже имеющиеся методы биологической рекультивации нарушенных земель, в настоящее время в угледобывающих странах непрерывно уделяют очень большое внимание поиску новых методик и способов достижения эффективного восстановления нарушенных земель и снижения стоимости таких мероприятий. К примеру, можно привести следующие направления: перспективным является применение современных рекультивационных технологий, основанных на использовании нетрадиционных мелиорантов. То есть если использовать нетрадиционные мелиоранты, это позволит повысить производительность рекультивационных работ и заметно снизить затраты на создание питательного слоя [27].

Впервые работы с использованием компонентов осадка сточных вод выполнены в Польше. Использование нетрадиционных мелиорантов позволяет повысить эффективность рекультивации и значительно снизить затраты на создание плодородного слоя. Исследования подтвердили положительное влияние ОСВ на биомассу растений и накопление в почве органического вещества [28].

В Венгрии методом биологического инъектирования с применением ОСВ рекультивированно 2000 га. На рекультивированных участках успешно выращивают овощи, зерновые и кустарниково-древесные культуры [23].

Перспективным способом рекультивации является и применение органоминеральных удобрений. Использование органоминеральных удобрений на основе торфа низинного типа запускает активизацию биологических процессов, обеспечивает корнеобитаемый слой доступным для растений и микроорганизмов органическим веществом и элементами минерального питания, стимулирует развитие и рост растений [29].

Биологическая рекультивация, с одной стороны, способствует быстрому формированию сомкнутого покрова лугового типа. С другой стороны, скорость развития сукцессии тормозится, поскольку плотная дернина и накапливающаяся ветошь препятствуют внедрению древесных растений и развитию мохового покрова [30].

Таким образом, за продолжительный период промышленных работ накоплен значительный опыт и научные знания по восстановлению и реконструкции нарушенных ландшафтов. Для восстановления экологической целостности нарушенных территорий широкое применение получили традиционные методы рекультивации с созданием рекультивационного слоя. Сейчас разработаны и успешно внедряются прогрессивные методы восстановления растительности. Применение современных рекультивационных технологий, основанных на использовании осадка

сточных вод и активной почвенной микрофлоры, позволяют при минимальных затратах ускорить восстановление нарушенных земель в несколько раз.

2.3 Факторы, влияющие на скорость сукцессии

Возобновление растительности на нарушенных землях подразделяется на такие аспекты, которые влияют на успешность природного затягивания растительностью и быстроту восстановления:

1. Почвенные характеристики. В данную группу входят химизм (негативные показатели pH), засоленность почвогрунтов, присутствие ядовитых веществ, к примеру, присутствие тяжелых металлов, наличие питательных веществ и их усвояемость. Весомую роль играет гранулометрический состав и физиологические характеристики почв, действующие на влагоемкость, фильтрацию, проявление разрушительных процессов. Чем наименее проявлены отличия в чертах грунтов нарушенных и прилегающих к ним натуральных (природных) участков, значит удачнее пройдет восстановление почвенно-растительного покрова [31].

2. Биологическая специфика растительности. Корректность подбора разнообразия высеваемых злаковых культур при восстановлении нарушенных территорий в первую очередь воздействует на скорость развития растительного сообщества. Особый смысл содержит засев семенами и саженцами, приспособленными к факторам окружающей среды, принятие необходимости сажаемых культур растений к почвенным и экологическим факторам, свойство растений приспосабливаться к искусственным местообитаниям и их неподходящим условиям среды [31].

3. Экологические факторы, а именно климат и микроклимат на местообитаниях, где происходит восстановление экосистем. Кроме климатических показателей нужно не забывать про рельефместности, высоту отвалов, наличие и крутизну склонов, размеры поврежденных участков,

влияние на них эрозии, замерзание толщи породы, удаленность нарушенных участков от натуральных, не нарушенных земель – источников появления злаков для перемещения на поврежденные земли, присутствие или же недоступность загрязнения воздуха, уровень подземных вод (переувлажнение, засуха) [31].

2.4 Особенности роста и формирования культур сосны при рекультивации карьеров

Сосна относится к быстрорастущим и светолюбивым порода. В случае прямого попадания солнечного света и удачного избегания теневых участков максимальный рост в высоту в приятных условиях произрастания наблюдается в возрасте от 15 до 20 лет, в неблагоприятных условиях роста наблюдается от 25 до 30 лет. Годичный рост сосны вверх условиях комфортного развития может быть от 0,8 до 1,0 м [32].

Добавление к росту сосны по поперечнику находится в зависимости от температуры воздуха и осадков. Когда происходит понижение температуры прирост быстро понижается. В середине июля и к августу влажность теряет свои запасы и значительный прирост сосны останавливается. Это связано с тем, что сосна – влаголюбивая и от этого свойства зависит ее прирост в диаметре. В периоды долгой сухой погоды временно приостанавливается рост сосны по диаметру, но он снова начинается после прошествя дождя [32].

При условии, когда еловый подрост доживает до 70 лет, он наченает вытеснять сосны, и они не доживают до 15 лет. Лишь многочисленный подрост, растущий среди окон других социаций, повышает уровень жизнеспособности. При возобновлении сосны, инициированном человеком на местах вырубленного леса с продуктивными почво-грунтами, нужно задумываться об удалении высоких доминирующих затемняющих пород,

чтобы сосна была под прямым солнечным светом, иначе ее рост резко затормозит и вероятно посадки погибнут [32].

Нельзя сравнивать сосну с другими породами деревьев, так как сосна отличается своей непредсказуемостью [32].

Осведомленность о закономерностях роста лесных культур по главным физическим показателям – диаметру и высоте стволов – это необходимое условие для оценки качества искусственно созданных насаждений [32].

3.1 Описание карьера и растительности

Объектом исследования в данной работе явился карьер по добыче гранита (как облицовочного камня). Карьер относится к участку Перкон-Лампи Карьялахтинского (Кузнечненского) месторождения. Разработка карьера начата в 1956 году, прекращена в связи с убыточностью в 2004 году. Паспорт хранится в: Северо-Западный ТГФ в составе Северо-Западного ПГО (Севзапгеология), год создания паспорта: 1988. В настоящее время учтен Государственным балансом полезных ископаемых по группе «Госрезерв» [33].



Рисунок 3.1 - месторождение Перкон-Лампи в 2012 году

По спутниковому снимку из Яндекс карт были определены размеры карьера. Донная часть карьера по длинной стороне составила около 260 м, максимальная ширина - около 95 м. Высота отвала вскрышной породы

составляет 20-25 метров, линейные размеры отвала - ширина – 20-50 м, длина более 300 м.

Территорию обследованного нами карьера можно разделить на три функциональные части: плоское дно карьера с технической рекультивацией в виде засыпки гранитной крошки 1-2 см, отвал из вскрышной породы высотой 10-15м и отсыпка грунта, который по правилам рекультивации (ГОСТ Р 59057—2020) необходимо распределить по поверхности карьера после проведения мероприятий технической рекультивации и выполаживания рельефа дна и стенок карьера.

Известно, что на карьере после прекращения разработки была проведена рекультивация. Мерами технической рекультивации послужило частичное выполаживание стенок карьера и отвала вскрышной породы, отсыпка неровностей в донной части карьера мелким гравием.

Для биологической рекультивации, при которой были использованы саженцы сосны, необходимо произвести покрытие поверхности, на которой предполагаются посадки, слоем плодородного грунта. На данном карьере грунтом покрыты отвалы вскрышной породы, а дно карьера по неопределенной причине – нет, посадки сосны произведены в слой гранитного гравия. Подобная ситуация позволила рассмотреть роль подсыпки грунта в процессе восстановления растительности на разных частях карьера.

3.2 Методики сбора натуральных наблюдений

Для оценки разнообразия флоры мы использовали трансектный метод. С помощью него изучают сообщества, их пределы жизнедеятельности и их видовой состав, расположение на участке, продуктивность и другие свойства [33].

Трансекта – это узкая площадка прямоугольной формы, самыми распространенными считаются площадки размером 2×100 м [33].

На трансектах так же, как и на геоботанических площадках производят целое описание растительности по ярусам. В полевом дневнике указывается местоположение, тип рельефа, если участок не ровный – обозначаем угол уклона в градусах, проективное покрытие и сомкнутость крон, если имеется. Обычно площадки закладываются в не похожих друг на друга сообществах маршрута, а также каждой трансекте присваивается номер [34].

Желательно заложить несколько площадок, особенно если местность неровная или растительность в разных местах немного меняется [34].

На всех трансектах визуально оценивается растительность, а именно принадлежность к определенному виду и ярусу, площадь занимаемой территории и если есть – сомкнутость крон. Дается название мелкому сообществу (ассоциации) исходя из названий доминирующих на данном участке видов разных ярусов растительности. В качестве примера можно привести злаково-разнотравную ассоциацию, сосняк чернично-сфагновый, ельник кустарничково-зеленомошный [34].

Проективное покрытие – это процент участка, который закрыла растительность. Измеряется визуально и в полевом дневнике записываются в %, а единичные виды обозначаются знаком «+» [34].

В лесных местообитаниях кроме проективного покрытия устанавливается сомкнутость крон, она так же измеряется на глаз в процентном соотношении [34].

На пробных площадях составляются списки со всеми видами по каждому ярусу [34].

Преимущество трансекты в том, что она в отличие от пробных площадей захватывает не однородные по видовому составу территории.

Пробные площадки должны быть однообразны по всей длине, а значит включать самые характерные виды и почти не подвергаться воздействию человека или животных [33].

Помимо закладки трансект и описания растительных сообществ, мы определяли возраст древесных культур, чтобы подтвердить возраст карьера.

Возраст деревьев определялся 2 способами:

1) по кернам древесины – для более крупных деревьев

С помощью приростного (возрастного) бурава Плессера на высоте 1 м мы отобрали фрагмент древесины, на котором четко видны годовичные кольца и посчитали их количество.

2) по мутовкам – для молодого хвойного древостоя.

Ежегодно на стволе деревьев образуется только одна мутовка – это ярус кольцеобразного расположения веток. Мы просто посчитали их количество.

3.3 Особенности стадии восстановления растительности через 15 лет после проведенных рекультивационных мероприятий

Для инвентаризации растительности дна карьера были заложены три трансекты шириной 2 метра в поперечном направлении.

На трансекте №1, находящейся в левой части карьера, практически на всем ее протяжении доминирует мох *Racomitrium canescens* (Hedw.) Brid. (50%). Единично встречаются лишайники *Stereocaulon grande*, *Cladonia cariosa* и *Cladonia cornuta*. Покрытие видов травянистых растений существенно меньше. Из них значимое покрытие имеет *Melilotus albus* (донник белый), он сгруппирован в виде пятна около 5 м в поперечнике.



Рисунок 3.2 – рекультивационные посадки сосны

Кроме того, на трансекте встречается подрост древесного яруса, который представлен экземплярами из рекультивационных посадок сосны *Pinus sylvestris* высотой до 1,6 м и возрастом 15 лет (20%). Посадки располагались на бороздах высотой 30 см. Кроме этого, обнаружены самосевные береза *Betula pubescens* (высотой до 1,7 м) – 0,5%, осина *Populus tremula* (до 0,5 м) – 0,5%, ива *Salix cinerea* (до 0,8 м) – 0,5%.

Далее по трансекте располагается участок с сообществом ольхи серой *Alnus incana* высотой до 8-10 м. Сомкнутость крон ольхи составляет 100%, сквозистость 0,9. Кроме ольхи, на этой части трансекты единично встречаются сосна и осина, в подросте единично встречается береза. Кустарниковый ярус представлен редкими экземплярами малины *Rubus idaeus*. В травяном в небольшом количестве в вегетативном состоянии присутствует одуванчик *Taraxacum officinale*. Бедность нижних ярусов связана с сомкнутостью крон ольхи в верхнем ярусе (100%) и практически полным отсутствием почвы.



Рисунок 3.3 - Грибы под пологом сероольшаника на щебнистом субстрате

Трансекту №2 можно разделить на 5 участков с разным растительным покровом, в зависимости от рельефа.

От борта карьера начинается пологий склон с небольшими холмами длиной 22 м. Здесь наблюдается плотное покрытие мха *Racomitrium canescens* – 95%, с трещинами, идущими поперек склона (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – покрытие мхом *Racomitrium canescens* с трещинами

Единично встречаются лишайники *Stereocaulon grande*, *Cladonia cornuta*, *Cladonia fimbriata*, *Cladonia mitis*. В травянистом ярусе присутствуют единичные экземпляры донника белого. Верхний ярус представлен сосной, достигающей высоты 1,5 м и покрытием 5%. Единично встречаются: береза (до 1 м), осина (до 2 м), ива сероватая (до 1,7 м).



Рисунок 3.5 - *Stereocaulon grande*

Второй участок трансекты представляет собой склон высотой 1,5 м и его подножье общей протяженностью 25 метров. Здесь встречаются: сосна высотой от 1 до 2,5-3 м (10%), два вида ивы – козья и сероватая *Salix caprea* и *Salix cinerea* высотой до 1,2 м (2%), береза высотой до 1,2 м (2%), осина высотой до 1,0 м (1%). В травяном покрове 5% территории занимала брусника *Vaccinium vitis-idaea* и 2% *Melilotus albus*, в прикромовом пространстве обнаружены экземпляры хвоща полевого *Equisetum arvense* и вейника сероватого *Calamagrostis canescens*. Среди мхов обильно представлен мох *Racomitrium canescens*, его покрытие составило 90%. Присутствуют редкие экземпляры лишайника *Storeocaulon grande*.



Рисунок 3.6 – средняя часть трансекты №2

Третья часть трансекты – равнинный участок, по составу растительности напоминающий первый на этой же трансекте. Наибольшее покрытие занимает мох *Racomitrium canescens* (80%). Кроме него, в мохово-лишайниковом ярусе был единично обнаружен лишайник *Stereocaulon grande*. В травяном ярусе 1% площади покрытия занимает донник белый *Melilotus albus*. В подросте древесного яруса были отмечены молодые экземпляры: ива *Salix caprea* (до 0,5 м высотой) – 3%, сосна (до 1,5 м) – 2%, береза пушистая (до 1,0 м) – 2%, осина (до 0,5 м) – 1%.

Четвертый участок трансекты представлен плоским дном карьера, по которому проходит подъездная дорога шириной 2м. Мохово-лишайниковый покров образован мхом *Racomitrium canescens* (80%). Также единично встречается лишайник *Stereocaulon grande*. Травяной ярус не богат, представлен донником и занимает приблизительно 1%. Среди подроста преобладают посадки сосны высотой от 1,0 до 3,5 м, их проективное покрытие составило 15%, 2 вида ив (*Salix caprea* и *Salix cinerea*) с высотой до 0,5 м и покрытием около 2%. 1% площади занимают береза (до 0,3 м) и осина (до 0,5 м).

Последняя, пятая часть трансекты – имеет вид пологого склона с уклоном к дороге на предыдущем участке, и практически лишена растительности.

Трансекта №3 представляет собой ровный равнинный участок. Она была условно поделена на 3 части по типу растительности.

Первая часть – равнинный отрезок со скудной растительностью, его длина составила 44 м. Тут максимальное покрытие занимает мох *Racomitrium canescens* (95%), это единственный представитель мохово-лишайникового яруса. Второй существующий на этом участке ярус – подрост, с покрытием 3% для каждого вида и высотой до 0,7 м: это посадки сосны и самосев березы, осины и ив. Первая часть трансекты №3 представлена на рисунке 3.7.



Рисунок 3.7 – первая часть трансекты №3

Второй участок трансекты №3 равнинный, проходит по краю пятна древесной растительности. Длина этого участка – 14 м. Здесь доминирующим видом является мох *Racomitrium canescens*, он занимает 80% покрытия. Травяной ярус полностью отсутствует.

В составе лесного пятна значительную часть занимают посадки сосны высотой до 1,6 м – 20%. Также встречены ива сероватая (до 0,5 м) – 3%,

береза (до 0,5 м) – 3%, осина (до 0,7 м) – 2%. с высокими соснами и березой до 8 м (сомкнутость 1,0), единично встречается ива. Под пологом сосны встречается подрост осины и мать-и-мачеха в нижнем ярусе (2%).

Третий участок трансекты - равнинный, его пересекает насыпная дорога, около которой произрастает облепиха. Длина участка 11 м. К доминантным видам здесь относятся: облепиха *Hippóphaë rhamnóides* (до 0,7 м) – 20% и сосны до 1,0 м высотой – 10%. С покрытием не более 1% были отмечены: ива (до 0,5 м), осина (до 0,4 м), береза (до 0,4 м). Среди мхов доминирует мох *Racomitrium canescens*, его покрытие составляет 75%, и отдельные экземпляры лишайника *Stereocaulon grande*.



Рисунок 3.8 - Облепиха на карьере

В части карьера, где размещена вскрышная порода, доминировали сосны из рекультивационных посадок возрастом около 15 лет и высотой 4-6 м, их покрытие составляет 35-45%. Также в подросте там присутствуют береза пушистая 5%, 2 вида ивы: *Sálìx cáprea* (1-10 м) – 7%, и *Sálìx cinerea* – 10%. Кустарниковый ярус образован отдельными экземплярами облепихи (3%). Травяной ярус практически отсутствует. В моховом покрове

преобладал мох *Racomitrium canescens* (10%). Также единично встречались лишайники *Stereocaulon grande*, *Cladonia macrophylla* и *Cladonia fimbriata*.

Практические рекомендации

Поскольку разработка карьера и рекультивационные мероприятия уже завершены, не имеет смысла давать рекомендации в отношении мероприятий по подготовке субстрата и посадкам. Скорее, имеет смысл сделать данный карьер модельным объектом для наблюдения за процессом восстановления растительности.

Было бы интересно пронаблюдать изменения в составе и структуре растительности в ходе демутационных процессов. В связи с этим можно рекомендовать проводить ежегодный мониторинг территории карьера, в начале и конце вегетационного периода, причем осматривать как дно карьера, так и отвал вскрышной породы, так как субстрат на этих участках получается разный по богатству, и мониторинг показал бы различия в ходе восстановительной сукцессии, и изменения в ее ходе после накопления мелкозема на открытом дне карьера [35].

Заключение

Карьер после проведения технической рекультивации относится к таким местообитаниям, которые напоминают рудеральные или агроценозы, где много открытого грунта и куда легко попадают сорняки. В связи с этим достаточно активно идет зарастание таких площадей видами г-стратегами пионерных местообитаний, к которым довольно часто присоединяются инвазивные виды (сахалинская гречиха, амброзия, а в нашем случае - облепиха).

В травяном ярусе на обследованном карьере есть *Equisetum arvense* и *Calamagrostis canescens*.

Equisetum arvense – хвощ полевой, является маркером антропогенных нарушений. Он растет на антропогенно нарушенных субстратах, или на суглинистых склонах коренного берега реки – это место может быть затоплено в половодье и субстрат осыпается, там все время есть открытые места. Вейник – тоже растение, встречающееся на открытом субстрате, способное поселяться на антропогенно нарушенных территориях.

На первичном этапе сукцессии в карьере встречаются:

- 1) растения, которые посажены в ходе рекультивационных мероприятий;

- 2) виды местной флоры, которые могут придти на территорию карьера и занять ее, поскольку они растут рядом на нетронутых местообитаниях. Например, мох *Racomitrium canescens*, который часто является видом-индикатором нарушенных местообитаний. К таким видам-индикаторам относятся некоторые мхи, злаки, которые часто растут на отмелях или на открытом песке.

3) Третья группа – виды-пришельцы, которые тоже очень любят поселяться на открытых местообитаниях, но за ними нужен определенный надзор, чтобы они не заняли всю территорию.

Появление грибов в сообществах первичной сукцессии является положительным моментом потому, что растения и грибы сформировали микоризу – взаимовыгодный симбиоз, что ускорит ход сукцессии и ускорит появление сложившегося фитоценоза.

Получается, что этап первичной сукцессии заканчивается, когда складывается сомкнутое сообщество со сложившимися связями и сформированной почвой.

Цель рекультивации – формирование естественной растительности. На карьере восстанавливают растительность, чтобы не было эрозии субстрата, чтобы территорию можно было ввести в хозяйственную деятельность. Скорее всего, через некоторое время, если на территории карьера вырастет лес, ее могут ввести в лесной фонд.

Карьер имеет небольшую площадь открытого субстрата, он не глубокий и не протяженный, поэтому есть вероятность его успешного зарастания. Растительность может там достаточно легко закрепиться, так как карьер закрыт со всех сторон от сильного действия ветра и не имеет значительного наклона, чтобы происходил смыв формирующейся почвы.

Выводы

1. На ход первичной сукцессии имеет значительное влияние наличие плодородного слоя почвы. Отмечено заметное отставание в росте (примерно в три раза по высоте и диаметру стволов) тех саженцев сосны, которые были высажены в чистый гранитный гравий. Также на участках с разным составом субстрата есть различия в числе поселившихся видов высших растений и в площади их покрытия.

2. На участках с правильно проведенной рекультивацией состояние сообщества (в первую очередь деревьев) соответствует возрасту зарастания.

3. На всей территории карьера отмечены виды пионерных местообитаний — хвощ луговой, вейник сероватый, мать-и-мачеха обыкновенная и другие. Это говорит о том, что за 15 лет, прошедших после окончания рекультивационных работ на территории карьера еще не полностью закончилась нулевая стадия первичной сукцессии.

4. Открытые местообитания имеют потенциальную возможность быть занятыми инвазионными видами-пришельцами (в данном случае это облепиха), поэтому необходим длительный мониторинг зарастающих земель с целью недопущения в естественные экосистемы инвазионных видов, которые могут сильно изменить их облик.

Список использованной литературы:

- 1) Томаков П.И., Наумов И.К. Технология, механизация и организация открытых горных работ: Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Недра, 1986. — 312 с.
- 2) Большая российская энциклопедия/Карьер [Электронный ресурс] // URL: https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4420795 (Дата обращения: 28.03.22);
- 3) ОТКРЫТЫЕ ГОРНЫЕ РАБОТЫ: учебное пособие для студентов высших горных учебных заведений / сост.: М.М. Шамсутдинов, Э.В. Лупинин. Бишкек: Изд-во КРСУ, 2015. 182 с.
- 4) Проектирование карьеров, Трубецкой К.Н., Краснянский Г.Л., Хронин В.В., Коваленко В.С., 2009.
- 5) Чирков А.С. Добыча и переработка строительных горных пород
- 6) Ракишев Б.Р. Вскрытие карьерных полей и системы открытой разработки: Учебник. — Алматы, 2012. — ____с.—Ил. 129. Табл. 29. Библиогр. — 17 назв.
- 7) INERT GROUP LOGISTIC/Какие бывают карьеры [Электронный ресурс] // URL: <https://inert-group.ru/news-item/kakie-byvayut-karery/> (Дата обращения: 03.04.22)
- 8) Кубасова И.В., Ляпцев Н.Н. Рекультивация карьеров
- 9) Иванов В.В. И 201 Технология добычных работ на карьерах. Учебное пособие. СПб, 2015. 80 с.
- 10) Инфоурок. Конспект лекция по МДК 02.01 Производственные организации дорожной отрасли [Электронный ресурс] // URL: <https://infourok.ru/konspekt-lekciya-po-mdk-proizvodstvennie-organizacii-dorozhnoy-otrasli-3513550.html> (Дата обращения: 04.04.22).
- 11) Горная энциклопедия Аа-лава — Яшма. Производительность карьеров [Электронный ресурс] // URL: <http://www.mining-enc.ru/k/karer/> (Дата обращения: 04.04.22).

- 12) Справочник. Открытые горные работы / Трубецкой К.Н., Потапов М.Г., Веницкий К.Е. и др. – М. Горное бюро, 1994. 590 с.: ил.
- 13) Рекультивация земель: краткий курс лекций для студентов 4-х курсов направления подготовки 20.03.02 «Природообустройство и водопользование» / Сост.: Р.В. Прокопец // ФГБОУ ВО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2015. – 43 с.
- 14) Рекультивация нарушенных земель на карьерах: Учебное пособие. В 2 ч. — М.: Издательство Московского государственного горного университета, 2008. — Ч. 1. Основные требования к рекультивации нарушенных земель. — 65 с.: ил.
- 15) Консультант Плюс. Правила проведения рекультивации и консервации земель [Электронный ресурс] // URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_302235/90e01d185047971fe921b2bb4ea2abe4389a57d5/;
- 16) ГОСТ Р 59057-2020. Национальный стандарт Российской Федерации. Охрана окружающей среды. Земли. Общие требования по рекультивации нарушенных земель" (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 30.09.2020 N 709-ст);
- 17) Росреестр. Государственный мониторинг земель [Электронный ресурс] // URL: <https://rosreestr.gov.ru/press/archive/publications/njdfghsfgdfhdfgsgfgsdg/> (Дата обращения: 18.04.22);
- 18) Актуальные проблемы биологии и экологии: двенадцатая молодежная научная конференция Института биологии Коми НЦ УрО РАН: материалы докладов, 4-7 апреля 2005 г., Сыктывкар, Республика Коми, Россия / Российская академия наук, Уральское отделение, Коми научный центр; редколлегия: Т. К. Головки (отв. редактор) [и др.] - Сыктывкар, 2005. - 190 с.
- 19) Примаков Р. Основы сохранения биоразнообразия / М.: Издательство Научного и учебно-методического центра, 2002. 256 с.

- 20) Моторина Л. В., Овчинников В. А. Промышленность и рекультивация земель. / М.: Мысль, 1975. 237 с.
- 21) Уфимцев В.И., Манаков Ю.А., Куприянов А.Н. Методические рекомендации по лесной рекультивации нарушенных земель на предприятиях угольной промышленности в Кузбассе // Сиб. отд. РАН, ФИЦ угля и углехимии СО РАН. – Кемерово: КРЭОО «Ирбис», 2017. – 44 с.
- 22) Методические указания по технологии укрепления земляного полотна гидропосевом многолетних трав. ЦНИИС. М., 1971.
- 23) Малышенко В. С., Каплунов Ю. В., Красавин А. П., Харионовский А. А. Совершенствование природоохранных работ в угольной промышленности. М.: ЦНИЭИуголь, 1992. 142 с.
- 24) Engels H. Planung und Stand der Rekultivierung im Rheinischen Braunkohlengebiet // Das internationale Symposium über Rekultivierungen der durch den Bergbau beschädigten Flächen. Referatensammlung: Praga, 1967. S. 213 – 220.
- 25) Каплунов Ю. В., Климов С. Л., Красавин А. П. Экология угольной промышленности России на рубеже XXI века. М.: Академии горных наук, 2001. 295 с.
- 26) Чайкина Г. М., Обьедкова В. А. Рекультивация нарушенных земель в горнорудных районах Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2003. 267 с.
- 27) Daniels W. L., Stuczynski T., Pantuck K., Pistelok F., Szymborski A. Restoration of mining wastes with sewage sludge in upper Silesia // Poland, 1995. P. 115 – 124.
- 28) Skousen J., Clinger C. Sewage sludge land application program in west Virginia // Soil and Water Conserv. 1993. 48. № 2. P. 145 – 151.
- 29) Середина В. П., Андроханов В. А., Алексеева Т. П., Сысоева Л. Н., Бурмистрова Т. И., Трунова Н. М. Экологические аспекты биологической рекультивации почв техногенных экосистем Кузбасса // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2008. № 2. С. 61 – 72.

- 30) Первичные сукцессии растительности и почв на карьерах в подзоне северной тайги (на территории Ухтинского и Сосногорского районов республики Коми) Е. М. Копцева, Е. В. Абакумов. Вестник СПбГУ. Сер. 3. 2013. Вып. 1. УДК 631.4
- 31) Капелькина Л.П. О ЕСТЕСТВЕННОМ ЗАРАСТАНИИ И РЕКУЛЬТИВАЦИИ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ СЕВЕРА // Успехи современного естествознания. – 2012. – № 11-1. – С. 98-102;
- 32) Макулов Ф.Т., Габдрахимов К.М. Ход роста лесных культур сосны обыкновенной и ели европейской в ГБУ РБ «Уфимское лесничество» // Известия ОГАУ. 2014. №5 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/hod-rosta-lesnyh-kultur-sosny-obyknovennoy-i-eli-evropeyskoy-v-gbu-rb-ufimskoe-lesnichestvo> (дата обращения: 15.04.2022).
- 33) Российский геологический фонд. Паспорт месторождения Перкон-Лампи [Электронный ресурс] // URL: http://reports.geologyscience.ru/kadastr_view_one.php?id=3253
- 34) Экологический словарь. Метод трансектный <https://rus-ecology-dict.slovaronline.com/3895-Метод%20трансектный>
- 35) Методы полевых экологических исследований: учеб. пособие / авт. Коллектив: О.Н. Артаев, Д.И. Башмаков, О.В. Безина [и др.]; редкол.: А. Б. Ручин (отв. ред.) [и др.]. – Саранск: Изд-во Мордов. Ун-та, 2014. – 412 с.
- 36) Воробьева И.Б., Власова Н.В. ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НА ЗАКОНСЕРВИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ ГОРНЫХ РАБОТ ПРИ ОТКРЫТЫХ РАЗРАБОТКАХ // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. – № 10. – С. 150-155