

## ЛЕКЦИЯ 11. РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

### *1. Виды работ по восстановлению плодородия нарушенных земель*

- 1.1. Рекультивация выработанных торфяников*
- 1.2. Рекультивация карьерных выемок и отвалов.*
- 1.3. Рекультивация земель, нарушенных при строительстве линейных сооружений.*
- 1.4. Рекультивация и обустройство свалок и полигонов хранения твердых отходов.*
- 1.5. Проектирование вертикальной планировки*

### **1. Рекультивация выработанных торфяников**

В Беларуси ежегодно значительные площади нарушаются в результате добычи торфа. Так, например, на Докшицком торфо-перерабатывающем заводе, который на сегодняшний день выпускает свыше 50 наименований торфа питательных грунтов для самых различных видов растений и поставляет их в 20 стран мира (Турция, Германия, Болгария, Ирак и др.), общая площадь добычи составляет 730 га с запасами торфа 2,9 млн. т. За год завод производит примерно 40 тыс. т торфопродукции и 7 тыс. т кускового топливного торфа, который по калорийности выше, чем березовые дрова. Доля экспорта в структуре производства составляет свыше 72 %, рентабельность – 17 %.

В составе выработанных площадей преобладают низинные торфяники с остаточным слоем торфа в 50 см и зольностью до 20 %.

подавляющее большинство из них подстилается песком с различной крупностью и мощностью залегания. После фрезерной добычи торфа остаются слабоволнистые поля с остаточным слоем торфа и сетью открытых каналов.

Остаточный слой торфа содержит вредные для растений химические соединения, малополезные микроорганизмы, имеет низкое содержание подвижных форм калия и фосфора, биологические процессы в нем протекают слабо. Он может быть бесплодным из-за отсутствия форм азота, достаточных для растений.

Задача рекультивации торфяных земель – превратить остаточный слой торфа в плодородную почву.

После фрезерной добычи торфа остаются карты шириной 500 м и длиной до 3 км, что соответствует расстоянию между валовыми каналами и их длине.

Поверхность этих карт ровная, превышения над общей поверхностью карт наблюдаются в местах складирования торфа вдоль валовых каналов от 0,5 до 2 м и вдоль картовых каналов – на 0,2–0,3 м.

Мощность оставшегося слоя торфа после фрезерования должна быть не менее 1 м, в то же время встречаются участки с обнаженным минеральным дном.

Площади торфяных болот, недавно выведенные из разработки, имеют редкую растительность, а на полях давней выработки формируется многоярусный растительный покров с кустарником и мелколесьем.

Устойчивый растительный покров с многолетниками в основном приурочен к бровкам каналов, местам складирования торфа и к участкам с благоприятным водным режимом.

Из элементов осушительной сети в удовлетворительном состоянии остаются лишь транспортирующие каналы, регулирующая сеть разрушена полностью.

При экскаваторной разработке остаются траншейные карьеры глубиной 0,5–0,4 м, шириной от 4 до 10 м, длиной до 2 км.

Эти траншеи ограничены продольными и поперечными перемычками, заполнены водой. Ширина перемычек составляет 0,5–4,0 м. На перемычках лежат пни и остатки погребенной древесины. Давние карьеры покрыты многоярусной растительностью.

Работы по технической рекультивации выработанных торфяников следующие:

- предварительное мелиоративное обустройство, включающее предварительное осушение и выравнивание поверхности выработанного месторождения;

- строительство новой или реконструкция существующей осушительной сети;

- культуртехнические работы с набором различных структурных и проективных способов (планировки, известкования, землевания и др.).

**Использование выработанных торфяников.** При сельскохозяйственном направлении рекультивации используют в первую очередь выработанные торфяники с остаточным слоем низинного торфа более 0,5 м.

Если же сельскохозяйственное использование участка нецелесообразно из-за больших затрат, то при остаточном слое торфа на нем более 0,3 м этот участок отводят под лесонасаждения, а менее 0,15 м – под водоемы.

Предварительное мелиоративное обустройство территории – это прежде всего мероприятия, относящиеся к карьерам экскаваторной добычи, поскольку вышедшие после фрезерной разработки торфяные поля ровные и не имеют глубоких выемок.

Предварительное обустройство включает строительство временной водоотводной сети для сброса воды из замкнутых траншейных выемок и выравнивание поверхности карьера для ликвидации перемычек.

При проектировании мелиоративной системы на выработанных торфяниках стараются использовать отдельные элементы или части существующих сооружений, находящихся в удовлетворительном состоянии.

Линии и насыпи железных узкоколейных дорог, предназначенных для вывоза торфа, разбирают.

На фрезерных полях проводящую и ограждающую сеть, работающую исправно, реконструируют для последующего использования. Разрушенные картовые каналы и непригодные к эксплуатации проводящие каналы засыпают грунтом из кавальеров и подштабельных полос (мест складирования торфа).

Для регулирования водного режима и снижения опасности возникновения пожаров на осушаемых торфяниках проектируют увлажнение с помощью шлюзования или дождевания.

Культуртехнические работы проводят по типовым схемам, в которые можно включать известкование и землевание торфяных почв.

Биологическая рекультивация выработанных торфяников при использовании земель в сельскохозяйственных целях направлена на активизацию микробиологических процессов и регулирование скорости минерализации органического вещества.

Для этого применяют совершенную агротехнику и сбалансированное органическое и минеральное питание.

Продолжительность биологической рекультивации зависит от мощности и свойств оставшегося после разработки слоя торфа, а также от продуктивности выращиваемых культур.

Ориентировочно этот период составляет:

- 1 год – для низинных болот с высокой степенью разложения торфа и мощностью его слоя более 0,5 м;
- 2 года – с мощностью 0,3–0,5 м;
- 2 года – со средней степенью разложения и мощностью более 0,5 м;
- 3 года – со слабой степенью разложения;
- 3 года – для верховых и переходных болот.

В качестве предварительных культур используют однолетние травы на зеленые удобрения, семена, зеленый корм, сено и травяную муку.

Наибольшей эффективности в период биологической рекультивации достигают при выращивании культур в следующем порядке:

- первый год: травосмесь вико-овсяная, горохо-овсяная, люпино-овсяная;
- второй год: люпин на зеленый корм, райграс однолетний на зеленый корм, овес на зеленый корм, ячмень на зерно, рожь + вика озимая на зеленый корм;
- третий год: зерновые яровые (овес, ячмень) на зерно, рожь озимая на зерно, люпин на зеленый корм.

При выборе культур следует учитывать, что озимые выращивают только на незатопляемых в половодье участках. Способ обработки торфяной почвы зависит от засоренности остатками древесно-кустарниковой растительности и мощности оставшегося слоя торфа.

Последний год биологической рекультивации заканчивают планировкой торфяной поверхности.

Лесохозяйственную рекультивацию торфяников выполняют также после проведения мелиоративного обустройства территории и создания условий для выращивания лесных культур.

При лесоразведении используют районированные породы деревьев, пионерные культуры предварительно не высаживают.

Затопленные карьеры можно использовать для регулирования поверхностного стока, в качестве источников орошения, рыбоводных предприятий, зон отдыха, звероводческих хозяйств и охотничьих угодий.

**Освоение рекультивируемых торфяников.** Известкованию подлежат выработанные торфяники с величиной рН менее 5,5. На сильно-кислых участках известь вносят с интервалом в два года. Нормы внесения известковых удобрений дифференцируют с учетом объемной массы пахотного слоя.

На выработанных торфяниках с мощностью остаточного слоя торфа более 50 см окультуривание почв и рост урожайности сельскохозяйственных культур обуславливаются применением минеральных удобрений.

При меньшей мощности остаточного слоя торфа, а также на участках с неоднородным почвенным покровом целесообразно внесение органических удобрений.

Целесообразность осуществления мероприятий по освоению выработанных торфяных месторождений и сельскохозяйственного их использования устанавливают на основе определения общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений в мелиорацию и освоение земель и экологического обоснования, причем в равных условиях предпочтение отдают сельскохозяйственному производству как наиболее эффективному способу возврата инвестиций.

**2. Рекультивация карьерных выемок и отвалов.** Карьерные выемки и отвалы образуются при добыче строительных материалов и полезных ископаемых открытым способом.

Вскрышные породы, выносимые на поверхность земли и складированные в виде насыпи, называют внешними отвалами, а вскрышные породы, отсыпанные внутри карьера, – внутренними отвалами.

Глубина карьерных выемок определяется мощностью, расположением и глубиной залегания пласта добываемого материала. Высоту отвалов регламентируют проектами разработки месторождения и рекультивации нарушенных земель.

Поскольку полезные ископаемые добывают в течение длительного времени, то рекультивацию горных выработок и отвалов включают в технологическую схему разработки месторождения и осуществляют постоянно, по мере сработки пласта.

Основные работы, проводимые при создании рекультивационной поверхности отвалов, – планировка и землевание.

Последнее выполняют снятым почвенным слоем или потенциально плодородными породами.

Землевание поверхности откосов скальных отвалов осуществляют с помощью грунтомета, способного выбрасывать фрезерованный грунт на расстояние до 35 м.

Для создания на рекультивируемой поверхности отвала растительного покрова используют гидропосев многолетних трав. Рабочая смесь при этом может включать воду, почву, опилки, семена, небольшие дозы минеральных удобрений, пленкообразующие материалы.

Озеленение поверхности отвалов с помощью многолетних трав и древесно-кустарниковой растительности, подобранных для конкретных условий, ослабляет эрозионные процессы, повышает устойчивость откосов и ускоряет образование многоярусных сообществ биоты.

По пригодности проведения биологической рекультивации без предварительного землевания вскрышные породы объединены в группы:

- непригодные по химическому составу породы, содержащие сульфиды и токсичные соли более 2 %, имеющие рН менее 3,5;

- непригодные по физическим свойствам – трудно выветриваемые, скальные и полускальные породы;

- малопригодные по химическому составу, имеющие рН, равный 3,5–5,5, и сумму легкорастворимых солей в размере 1–2 %;

- малопригодные по физическому и химическому составу – сильно уплотненные, цементированные породы;

- потенциально плодородные породы – подпочвенные горизонты зональных почв.

При добыче полезных ископаемых в зонах избыточного переувлажнения рекультивационная поверхность формируется одновременно с созданием благоприятного гидрологического и гидрогеологического режимов внутренних отвалов.

Поверхность отвалов планируют с уклонами, необходимыми для организации поверхностного стока, а при наличии близких грунтовых вод – для строительства открытой осушительной сети.

Конструкцию осушительной сети принимают в зависимости от направления использования нарушенных земель.

Рекультивацию гидроотвалов начинают на 6–8-й год после окончания их намыва. За этот период они стабилизируются, подсыхают и частично покрываются растительностью.

### **3. Рекультивация земель, нарушенных при строительстве линейных сооружений.**

К линейным сооружениям относятся дороги, трубопроводы, каналы, подземные кабельные линии и т. п.

Полоса земли, отводимой во временное пользование при строительстве автомобильных дорог, в среднем составляет 1,5–2,0 га на 1 км дороги.

Ширина полосы земель, отводимых во временное пользование под строительство магистральных трубопроводов, меняется от 20 до 46 м. При строительстве одной нитки водовода или канализационного коллектора отводится от 20 до 70 м. В эти нормативы не входят участки земель, занятых

под временные подъездные дороги и сооружения. В целом общая площадь нарушенных земель получается гораздо большей, чем отводимая под строительство.

Рекультивация нарушенных земель при строительстве линейных сооружений имеет некоторые особенности, связанные с подвижным характером работ. Поэтому ее необходимо включать в технологическую схему производства основных работ, особенно ту часть, которая относится к технической рекультивации.

Основной состав рекультивационных работ при строительстве линейных сооружений следующий:

- ликвидация временных сооружений и уборка территории в пределах строительной зоны;
- засыпка траншей подземных коммуникаций по схеме строительства;
- распределение оставшихся вскрышных пород по поверхности;
- создание проектной поверхности, включая планировку и обустройство насыпей и выемок;
- выполнение противоэрозионных мероприятий, строительство сооружений;
- землевание ранее снятым почвенным слоем, торфование, внесение органических удобрений или органоминеральных смесей;
- посев семян зональных дикорастущих или культурных растений.

Рекультивация земель при строительстве и эксплуатации каналов включает:

- сохранение снятого почвенного слоя по фронту работ;
- проведение противоэрозионных мероприятий;
- разравнивание отвалов (кавалеров) грунта по месту работ или их использование для планировки на прилегающих территориях;
- возвращение предварительно снятого почвенного слоя на участки планировки и восстановление поверхности земли до проектных отметок;
- ремонт и обустройство дорожной сети, разрушенной в ходе строительных работ;
- восстановление пахотного слоя, а также травяного покрова, если земли используются под сенокосы или пастбища.

#### **4. Рекультивация и обустройство свалок и полигонов хранения твердых отходов.**

Развитие человеческой цивилизации сопровождается ростом масс техногенных, промышленных и бытовых отходов.

По подсчетам специалистов, ежегодно накапливается 260–280 кг на одного человека твердых бытовых отходов, объем промышленных отходов в 3 раза больше.

Отходы и свалки мусора стали крупным загрязнителем ландшафта, включая поверхностные и подземные воды.

Многие твердые отходы (пластмассы, стекло и др.) не разлагаются в течение многих десятилетий, что вызывает постоянный рост площади полигонов и ухудшение экологического состояния пригородов.

Отходы, образующиеся в жилищном, промышленном, сельскохозяйственном и других секторах хозяйственной деятельности, подлежат утилизации (переработке, захоронению, сжиганию, компостированию и обезвреживанию) на специализированных предприятиях и полигонах.

Для обезвреживания и утилизации твердых отходов предложено более 20 методов, однако проблема борьбы с мусором во всех странах (особенно развитых) далека от решения.

Наиболее распространена технология складирования отходов на полигонах, ею обезвреживается в разных странах до 14–100 % мусора.

Место для размещения полигонов выбирают с учетом следующих условий:

- исключение или минимизация влияния отрицательных последствий на прилегающие территории (агроценозы, лесные насаждения, поверхностные и подземные воды);

- возможность создания техногенного рельефа, гармонично вписывающегося в природный ландшафт.

При выборе места для полигона предпочтение отдают землям несельскохозяйственного назначения.

Полигоны располагают недалеко от городов (поселков, промышленных производств), поскольку далеко вывозить мусор экономически невыгодно.

Свалки должны быть изолированы от поверхностных и подземных вод, что обеспечивается обвалованием по периметру дамбами из глины с противодиффузионным ядром и созданием противодиффузионных завес (экранов) из экологически безопасных глин.

Защитные экраны создают методом «стена в грунте». Для отвода дождевых и талых вод со свалки устраивают каналы с очисткой воды до сброса ее в реки.

Рекультивацией и обустройством полигонов отходов занимаются организации, входящие в систему обращения с отходами и эксплуатирующие данные полигоны.

Работы выполняют в соответствии с проектом, разработанным и согласованным на стадии открытия полигона.

Наиболее распространенными методами обработки и захоронения бытовых отходов являются следующие.

Закрытые свалки – метод, позволяющий обрабатывать большие объемы бытовых отходов (БО) при относительно малом воздействии на окружающую среду.

При этом методе исключаются горение и пожары, однако отсутствует утилизация продуктов БО.

Открытые свалки – неконтролируемый сброс отходов, без уплотнения, изоляции, чаще всего «диким» способом. Самый неэффективный, но вместе с тем самый распространенный метод.

Нередко отходами завалены все обочины проезжих дорог поселков, опушки лесов, поляны и овраги.

Организованные полигоны отходов – это более современный метод захоронения отходов, но рассчитан на длительное отторжение площадей, поэтому его нельзя признать перспективным.

Данный метод совмещает достоинства закрытой свалки, но при этом утилизирует так называемый биогаз – метан (55–60 %), образующийся в теле полигона вследствие анаэробной биодеструкции органических веществ.

С каждой тонны БО образуется до 200 м<sup>3</sup> газа, отводимого системой горизонтальных дырчатых труб в газгольдер и затем используемого в топливных или энергетических установках.

Открытая в ноябре 2012 г. самая мощная в Беларуси биогазовая установка немецкого производства в СПК «Рассвет» Кировского района позволит сократить потребление дорогостоящего природного газа на 6 млн. м<sup>3</sup> ежегодно и обеспечить электроэнергией в 4,8 МВт весь район. За 3 года в республике будет построено 25 таких биогазовых установок.

В последние годы широкое распространение получил метод сжигания мусора. В некоторых странах путем сжигания утилизируется до 70 % твердых отходов.

Сжигание мусора – далеко не безобидный метод, так как мусоро-сжигающие заводы не обеспечивают защиту окружающей среды.

Образующийся при сжигании мусора ядовитый газ диоксин загрязняет воздушный бассейн в радиусе до 30 км.

Перспективно применение вторичной переработки отходов.

Заслуживает внимания опыт организации переработки отходов в г. Токио (Япония), где создана широкая сеть пунктов сбора и сортировки использованной упаковки, на улицах установлены цветные контейнеры для раздельного сбора пластмасс, прозрачного и темного стекла и т. п. В Республике Беларусь также налаживается переработка отходов пластмасс в Могилеве, Гродно и других городах.

Прессование – это разделение отходов на твердые и жидкие компоненты с последующей их переработкой под давлением 80 МПа.

Получаемые при таких параметрах обработки твердые отходы имеют объемную массу около 1000 кг/м<sup>3</sup> и могут найти применение в строительстве.

Пиролиз – это обезвреживание отходов, которое происходит в условиях дефицита кислорода и при температуре 600–800 °С, что приводит к термическому разложению отходов и их обезвреживанию.

Этот метод привлекателен в случае использования образующегося тепла для выработки тепловой или электрической энергии, а также для защиты атмосферы от газов и твердых выбросов.

Компостирование – это биохимический процесс обезвреживания отходов.

Его достоинства заключаются в наиболее сокращенном сроке (до 6 сут) переработки отходов и получении биотоплива и компоста, используемого в качестве удобрения в сельском хозяйстве.

Технологический процесс осуществляется во вращающихся барабанах диаметром 3,0–3,5 м и длиной 20 м и требует соблюдения режимных параметров:– температуры;

- влажности;
- длительности перемешивания;
- сушки.

Методы полевого компостирования ТБО целесообразно применять в городах с населением до 500 тыс. чел. как наиболее простой и дешевый способ обезвреживания и переработки отходов.

Сооружение и оборудование полевого компостирования должны обеспечить прием и предварительное дробление отходов, биотермическое обезвреживание и окончательную обработку компоста.

Отходы разгружают в приемный бункер или на ровную площадку. Затем бульдозером или грейдерным краном формируют штабеля, в которых происходят процессы аэробного биотермического компостирования. Зрелый компост перед отправкой потребителю направляют на грохот, где его очищают от крупных фракций. Из отходов и компоста электромагнитным сепаратором извлекают металлолом.

При строительстве заводов механизированной переработки ТБО одним из экономических показателей является наличие гарантированных потребителей компоста (органического удобрения или топлива) в радиусе до 20 км. При строительстве завода по сжиганию ТБО с утилизацией тепловой энергии – гарантированное (кругло-суточное и круглогодичное) потребление тепловой энергии.

Рекультивация полигона с осуществлением инженерно-биологических мероприятий включает очистку прилегающих к полигону территорий, засыпку глинистым грунтом, уплотнение и гидроизоляцию поверхности свалочных грунтов, посадку древесно-кустарниковых растений, посев трав, ассортимент которых подбирается с учетом плодородия и токсичности грунтов.

Продолжительность рекультивационного периода полигонов отходов зависит от направления использования и времени стабилизации тела отвалов:

- для посева многолетних трав и создания пашни этот период составляет 1–3 года;
- для посадки декоративных деревьев и кустарников – 2–3 года;
- для создания садов – 10–15 лет.

Органическую составляющую отходов жилищно-коммунального сектора, образующуюся после сортировки бытовых отходов (до 70 % ТБО), древесно-растительные остатки (обрезка, сведение деревьев и кустарников) и незагрязненные потенциально плодородные грунты целесообразно направлять на производство компоста с последующим его использованием

при благоустройстве и озеленении городских территорий или для рекультивации полигонов отходов.

В качестве примера рассмотрим схему организации и рекультивации складированных отходов, состоящих из мусора и древесно-растительных остатков.

Отсыпку отходов ведут послойно без покрытия поверхности экранирующим грунтом или почвой. Это обеспечивает интенсивное разложение растительных остатков и выделение метана и других химических веществ, препятствующих биогеохимическим процессам.

Откосы делают эрозионно устойчивыми, покрывают их субстратом из мусора, мелких растительных остатков, грунтов и почвы, засевают травосмесями.

Фильтрационные воды с помощью дренажной сети отводят на очистные сооружения или на биологические пруды очистки.

Рекультивация и утилизация на полигонах хранения твердых, особенно токсичных отходов (пестициды, пришедшие в негодность и запрещенные к применению; отходы нефтепереработки и нефтехимии; использованные органические растворители; отходы, содержащие свинец, цинк, кадмий, никель, сурьму, висмут, кобальт и их соединения и др.) является приоритетной задачей Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Так, в 2016 г. планируется завершить вывоз непригодных пестицидов из Слонимского захоронения. Эти работы ведутся в рамках проекта международной технической помощи «Обращение со стойкими органическими загрязнителями» – компонента комплексного проекта по обращению с твердыми отходами в Беларуси. Три из четырех траншей захоронения уже ликвидировали. Из них изъято 1100 т непригодных пестицидов, 885 т вывезено и сожжено экологически безопасным способом на заводе немецкой компании. На реализацию проекта израсходовано более 2,5 млн. долларов США из средств международной технической помощи. Для завершения работ по ликвидации захоронения из республиканского бюджета выделено 13,3 млрд. бел. руб.

Сейчас также ведутся работы на складах хранилища в Новогрудском районе, где насчитывается в бочках 587 т пестицидов.

Восстановление плодородия почв сельскохозяйственных угодий, подвергающихся уплотнению. Современные интенсивные технологии возделывания сельскохозяйственных культур обеспечиваются за счет многократного прохода по поверхности почвы тракторов, сеялок, комбайнов, автомашин, почвообрабатывающих машин и другой техники. Подобные технологии нарушают почвенную структуру, снижают пористость, водо- и воздухопроницаемость и, как следствие, оказывают существенное влияние на водный, пищевой, воздушный, тепловой и микробиологический режимы почвы. В конечном итоге снижаются плодородие почвы и продуктивность возделываемых культур.

Процессы уплотнения почв характеризуются тремя группами факторов – физическими, химическими и биологическими.

Физические факторы включают механические нарушения или вызванные другими процессами ухудшения структурно-агрегатного состава, сложения почв, морфогенетического или гидрофизического строения почвогрунта, гидрологического режима почвенного покрова. Физическая деградация почв оценивается по изменению суммарной мощности их гумусово-аккумулятивного горизонта, плотности сложения, структурно-агрегатного состава, водопроницаемости и уровня залегания грунтовых вод.

К химическим факторам деградации почв относятся: уменьшение запасов органического вещества и питательных элементов, негативные изменения химических (физико-химических, геохимических) режимов почв, засоление, осолонцевание и загрязнение земель. Химическая деградация почв определяется по снижению запасов в верхней части почвенного профиля или в пахотном горизонте почвы гумуса и основных элементов питания растений, а также по негативным изменениям основных диагностических показателей процессов подкисления, ощелачивания.

Биологические факторы объединяют вегетативные изменения численности видового состава и биомассы микроорганизмов и возделываемых культур, оказывающие отрицательное влияние на основные биохимические процессы и режимы почв, которые обеспечивают устойчивое использование сельскохозяйственных земель определенного назначения.

На сельскохозяйственных угодьях уплотнение почвы происходит как в результате ее генезиса (генетическое уплотнение), так и в результате обработки почвы с применением сельскохозяйственной техники (антропогенное уплотнение).

Уплотняющие деформации в результате воздействия сельскохозяйственной техники зависят от влажности почвы, ее плотности (чем рыхлее почва, тем сильнее она уплотняется), а также от марки трактора, типа его ходовой системы и кратности воздействия. Глубины деформации варьируют в основном от 0,2–0,3 до 0,5–0,6 м.

Увеличение плотности почвы сопровождается ухудшением экологических условий и снижением эффективности мелиоративных мероприятий. Без внесения корректировок в технологический процесс производства продукции и воспроизводства почвенного плодородия на таких

землях создаются предпосылки к возникновению условий неустойчивого функционирования агроландшафта.

Проблема уплотнения почвы отражается не только на ухудшении экологических условий, на снижении эффективности технологических процессов, но и на экономике, так как изменение водно-физических и агрохимических свойств почвы под влиянием уплотнения сопровождается снижением продуктивности посевов. Поддержание агроландшафта в устойчивом состоянии требует изменения технологических процессов возделывания сельскохозяйственных культур, которые становятся более затратными, определяя рост себестоимости получаемой продукции и экономику производства в целом.

Для восстановления плодородия деградированных уплотненных почв разработана структурная схема комплексных мелиораций таких земель. В этой схеме рассмотрен комплекс мероприятий, включающий физическую, химическую и биологическую мелиорации.

Биологические мелиорации почв базируются на принципах адаптации к природным процессам и используют симбиоз микробиологических процессов и физиологических свойств самих растений. В качестве биологического мелиоранта используются бобовые культуры, формирующие большую массу корней и обеспечивающие накопление атмосферного азота в почве с помощью клубеньковых бактерий.

Химическая мелиорация является основным элементом интенсивных систем земледелия и направлена на компенсацию недостающих элементов минерального питания растений.

Реализация физических мелиораций связана с углублением корнеобитаемого слоя почвы как мероприятия, направленного на повышение эффективности использования биопотенциала сельскохозяйственных культур, формирующегося при свободном развитии корневой системы растения, а ее параметры (мощность) определяются оттоком ассимилянта в корни.

В зависимости от природно-хозяйственных условий возможно применение различных способов глубокого рыхления – сплошного, полосового и перекрестного (полосового по квадратам). Наиболее распространенным и эффективным приемом для улучшения структуры пахотного слоя является сплошное рыхление. Чем меньше расстояние между разрыхленными полосами, тем интенсивнее происходит разрыхление подпочвенного горизонта и больше эффект от глубокого рыхления.

Однако, как показала практика, длительное сохранение эффекта глубокого рыхления возможно лишь в том случае, если вновь созданная структура почвы стабилизируется соответствующими агрометрическими мероприятиями. Решающую роль играют мероприятия, проводимые сразу после рыхления почвы, так как вновь образованная структура наиболее неустойчива.

Существуют две возможности стабилизации структуры. Это закрепление ее путем внесения в разрыхленный слой почвы коагулирующих

минеральных агрохимикатов и веществ (известь или гипс) или стабилизация путем обогащения разрыхленного слоя почвы органикой, в форме жидкого навоза, с последующим направленным формированием корневых систем растений. Второй подход в наибольшей степени отвечает требованиям экологии, а также современным подходам биологизации систем земледелия и их адаптивно-ландшафтной направленности. Вместе с тем при наличии химмелиорантов комплексные мероприятия обеспечивают более устойчивое сохранение рыхлой структуры в почвенном профиле.

При применении химмелиорантов с глубоким рыхлением наибольшее оструктурирующее воздействие на почву производят клевер, люцерна, кострец безостый, рапс озимый и яровой, сурепица, подсолнечник, люпин.

## **1. Виды работ по восстановлению плодородия нарушенных земель**

### **1.1. Освоение выработанных торфяников**

В Республике Беларусь в составе выработанных площадей преобладают низинные торфяники с мощностью остаточного слоя торфа в 50 см и зольностью до 20 %. Подавляющее большинство из них подстилается песком различной крупности и мощностью залегания. После фрезерной добычи торфа остаются слабоволнистые поля с остаточным слоем торфа и сетью открытых каналов. Остаточный слой торфа содержит вредные для растений химические соединения, малополезные микроорганизмы, имеет низкое содержание подвижных форм калия и фосфора, большие колебания ночных и дневных температур, биологические процессы в нем протекают слабо. Остаточный слой торфа может быть бесплодным из-за отсутствия форм азота, достаточных для растений. Задача рекультивации торфяных земель – превратить остаточный слой торфа в плодородную почву.

Лучшее использование выработанных торфяников – создание высокопродуктивных лугов. При сельскохозяйственном направлении рекультивации используют в первую очередь выработанные торфяники с остаточным слоем низинного торфа более 0,5 м. Если же сельскохозяйственное использование участка нецелесообразно из-за больших затрат, то при остаточном слое торфа на нем более 0,3 м его отводят под лесонасаждения, а менее 0,15 м – под водоемы.

В повышении плодородия выработанных торфяников важное значение имеет создание для растений благоприятной реакции среды. Известкованию подлежат все выработанные торфяники с величиной pH менее 5,5. На сильнокислых участках известь вносят с интервалом в 2 года. Нормы внесения известковых удобрений дифференцируют в зависимости от обменной и гидролитической кислотности и корректируют с учетом объемной массы пахотного слоя.

На выработанных торфяниках с мощностью остаточного слоя торфа более 50 см окультуривание почв и рост урожайности сельскохозяйственных культур обуславливаются применением минеральных удобрений.

Целесообразность осуществления мероприятий по освоению

выработанных торфяных месторождений и сельскохозяйственного их использования устанавливают на основе определения общей (абсолютной) экономической эффективности капитальных вложений в мелиорацию и освоение земель и экологического обоснования.

## 1.2. Проектирование вертикальной планировки

В зависимости от вида нарушения почвенного покрова и намечаемых мероприятий по приведению нарушенных земель в состояние, пригодное для использования в сельском хозяйстве, подбирают метод определения объемов работ по рекультивации. Так, при значительном преобразовании естественных форм рельефа на больших площадях разрабатывается проект вертикальной планировки. Основой для разработки вертикальной планировки служат топографические планы масштабов 1:5000...1:500. Проект вертикальной планировки предусматривает изменение форм и уклонов естественной поверхности земли, что отображается на карте проектными горизонталями. Масштаб топографической карты, степень точности и подробности изображения на карте естественного рельефа должны позволять выбрать на ней с достаточной точностью наиболее целесообразное положение проектных поверхностей в отношении как уклонов, так и объема земляных работ, связанных с вертикальной планировкой.

При составлении проекта вертикальной планировки естественную поверхность называют фактической, а преобразованную – проектной, которые характеризуются соответственно фактическими и проектными отметками. Разность между проектной и фактической отметкой называется рабочей отметкой. Положительные рабочие отметки характеризуют высоту насыпи, а отрицательные – глубину выемки. Точка, для которой рабочая отметка равна нулю, называется точкой нулевых работ. Геометрическое место этих точек образует линию нулевых работ. Фактическая поверхность показывается черными горизонталями, проектная – красными, линия нулевых работ – синим цветом. Насыпи обычно закрашиваются красным цветом (вертикальной – штриховкой), выемки – желтым (горизонтальной штриховкой).

Применяются различные способы для определения наиболее выгодного положения проектируемых плоскостей (соблюдение уклонов, баланса работ, минимума земляных работ).

При проектировании отдельных площадок объемы земляных работ вычисляют для каждого отдельного квадрата сетки и составляют картограмму земляных работ, которая служит дополнением к проекту вертикальной планировки на топографической карте. Этой картограммой пользуются при осуществлении на местности проекта вертикальной планировки. На картограмму наносят сетку квадратов, выписывают у каждой вершины квадрата черные, красные и рабочие отметки (для насыпи со знаком плюс, для выемки – со знаком минус), а в середине квадрата – объем земляных работ. Линию нулевых работ обычно показывают пунктиром, участки выемки – штриховкой.

Необходимые для подсчета объемов площади неполных квадратов измеряют планиметром или палеткой. Объемы определяют

непосредственным вычислением или с помощью специальных номограмм. Объемы подсчитывают отдельно как для насыпи, так и для выемки.

Для подсчета объемов с помощью профилей на последних должны быть показаны черные, красные и рабочие отметки, расстояния, уклоны, нулевые точки. Объемы насыпи или выемки между двумя смежными профилями подсчитывают по упрощенной формуле усеченной пирамиды, основанием которой служат плоскости профилей, а высотой – расстояние между профилями.

Необходимой точности вертикальной планировки в большинстве случаев удовлетворяют размеры квадратов и расстояние между профилями, равные 20 м. В зависимости от сложности местности эти расстояния могут изменяться и приниматься 10, 30, 40 и 50 м.

При проектировании рекультивации на более простых объектах чертеж вертикальной планировки (чертеж организации рельефа) может совмещаться с картограммой земляных работ. Так, при рекультивации несложных карьеров на одном чертеже можно отобразить все данные по перемещению грунта, снятию и насыпке грунта как в целом по объекту, так и в разрезе каждого квадрата или его части. На данном чертеже выписывают в разрезе каждого квадрата или его части площади квадрата (или его номер), объем снимаемого и насыпаемого грунта, который определяется путем умножения площади квадратов (или его части) на рабочую отметку квадратов (или его части). В таблице указывается расстояние перемещения грунта, что облегчает в дальнейшем работы по определению стоимости работ по рекультивации. На чертеже также выписывают черные, красные и рабочие отметки вершин квадратов, а при необходимости и других точек объекта. На чертеже или отдельно даются продольные и поперечные профили, построенные в наиболее характерных или необходимых местах объекта.

Аналогично определению объемов работ по перемещению грунта определяются объемы работ по снятию и перемещению плодородного слоя почвы с примыкающих земель, грунт которых будет использоваться для рекультивации нарушенных земель.