

## Лекция №10 РЕКУЛЬТИВАЦИЯ НАРУШЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ.

1. Рекультивация выработанных торфяников.
- 2 Рекультивация земель, нарушенных при строительстве линейных сооружений.
- 3 Рекультивация и обустройство свалок и полигонов хранения твердых отходов.

### Вопрос 1

В Беларуси ежегодно значительные площади нарушаются в результате добычи торфа. К примеру, Докшицкий торфоперерабатывающий завод выпускает свыше 50 наименований торфяных питательных грунтов для самых различных видов растений и поставляет их в 20 стран мира (Турция, Германия, Болгария, Ирак и др.). При этом общая площадь добычи торфа составила в 2015 г. 730 га с запасами торфа 2,9 млн. т. Ежегодно завод производит примерно 40 тыс. т торфопродукции и 7 тыс. т топливного кускового торфа, который по калорийности выше, чем березовые дрова. Доля экспорта в общей 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 на 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 шириной до 3 км, что соответствует расстоянию между валовыми каналами 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 картвых каналов – на 0,2–0,3 м.

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

Площади торфяных болот, недавно вышедших из разработок, имеют редкую растительность, 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 всех 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 (табл. 4.1).

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 сети, работающие исправно, реконструируют для последующего использования (рис. 1). Все разрушенные картовые каналы и непригодные к эксплуатации проводящие каналы засыпают грунтом из кавальеров и подштабельных полос (мест складирования торфа).

**Таблица 1. Основные направления использования выработанных торфяников**

Категория использования	Геоморфологические условия залегания	Направление использования после выработки торфа, %
Сельскохозяйственная	На склонах надпойменных террас, в староречьях	Сельскохозяйственные угодья – 80–90, водохранилища – 5–15, лесозащитные насаждения – 5–15
Водохозяйственная	В бессточных котловинах, поймах рек и обвалованных поймах	Водоохранилища – 80–90, лесонасаждения – 5–15, сельскохозяйственные угодья – 5–15
Лесохозяйственная	В неглубоких междуречных впадинах ложбинного характера, подстилаемых озерными глинами	Лесонасаждения – 80–90, водохранилища – 5–15, сельскохозяйственные угодья – 5–15

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.

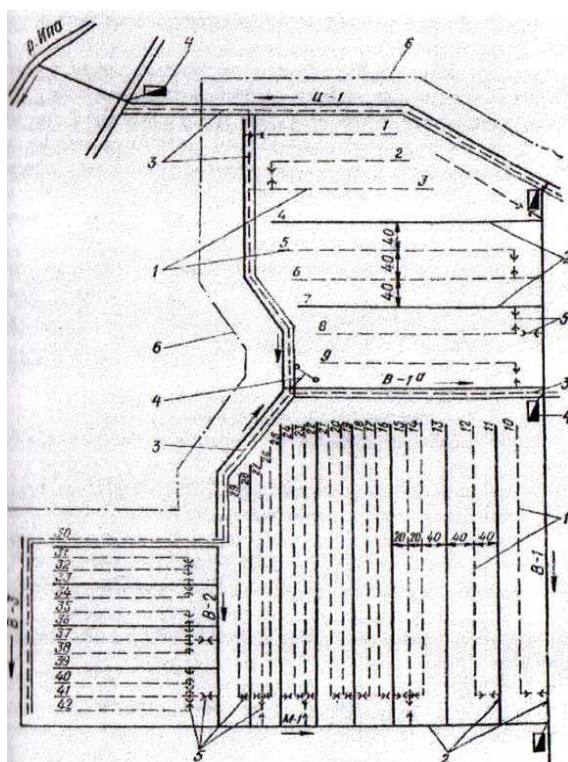


Рис. 1. Схема переустройства осушительной сети и сооружений на фрезерных полях [10]:

- 1 – картовый канал, подлежащий засыпке; 2 – осушительная сеть, подлежащая углублению и прочистке; 3 – эксплуатационная дорога; 4 – гидротехнические сооружения; 5 – сооружение, подлежащее разборке; б – граница противопожарной зоны

Ориентировочно этот период составляет:

- 1 год – для низинных болот с высокой степенью разложения торфа и мощностью слоя его более 0,5 м;
- 2 года – при мощности слоя торфа 0,3–0,5 м;
- 2 года – при средней степени разложения и мощности слоя более 0,5 м;
- 3 года – при слабой степени разложения торфа;
- 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 проводят также после проведения мелиоративного обустройства территории и создания условий для выращивания лесных культур.

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

Отопленные 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 все выработанные торфяники с рН менее 5,5. На сильноокислых 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 (табл. 2).

На выработанных торфяниках с мощностью остаточного слоя торфа более 50 см окультуривание почв и рост урожайности сельскохозяйственных культур обуславливаются применением минеральных удобрений (табл. 3).

**Таблица 2. Средние дозы извести, обеспечивающие нейтрализацию кислотности слоя торфа 0–25 см**

рН в КС1 торфяного горизонта	CaCO <sub>3</sub> , т/га
3,00–3,30	14
3,31–3,70	12
3,71–4,10	10
4,11–4,40	8
4,41–4,60	6
4,61–4,90	5
4,91–5,50	3

**Таблица 3. Дозы внесения минеральных удобрений под предварительные культуры**

Культуры	NPK, кг/га д. в.		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Бобово-овсяная смесь	50–60	80–100	120–140
Люпин на зеленый корм	30	70–90	100–120
<b>Участок со слаборазложившимся торфом низинных болот</b>			
Бобово-злаковая смесь	60–70	90–100	110–130
Картофель	80–100	90–100	180–200
Люпин на зеленый корм	30	100–110	110–120
Яровые зерновые	60–80	90–100	100–120
Озимая рожь на зеленый корм	60–80	90–100	90–100
<b>Минеральные выклинивания</b>			
Бобово-овсяная смесь	40–50	60–80	130–140
Люпино-виковая смесь	30–40	60–80	100–120
Картофель	100–120	90–100	150–170
Люпин на зеленый корм	40–45	110–120	100–120

Яровые зерновые	80–90	80–100	100–110
Озимая рожь на зеленый корм	80–90	70–90	110–120

При меньшей мощности остаточного слоя торфа, а также на участке с неоднородным почвенным покровом целесообразны органические удобрения (табл. 4).

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 на равных условиях предпочтение отдают сельскохозяйственному производству как наиболее эффективному способу возврата инвестиций.

Таблица 4. Нормы органических удобрений для низинной залежи

Мощность остаточного слоя, см	Нормы органических удобрений, т/га	Внесение удобрений, лет
30–50	15–20	1
20–30	20–30	1
10–20	30–40	2
0–10	40–60	2

## Вопрос 2

Карьерные выемки и отвалы образуются при добыче строительных материалов и полезных ископаемых открытым способом (рис. 2).

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

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

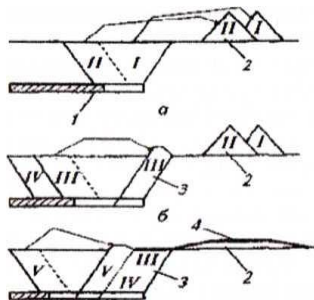


Рис. 2. Схема разработки горизонтального месторождения и рекультивации отвалов: а, б – складирование вскрышной породы во внешние и внутренние отвалы; в – рекультивация отвалов;

1 – разрабатываемый пласт; 2, 3 – внешний и внутренний отвалы; 4 – рекультивируемые участки;

I–V – этапы разработки вскрышных пород и месторождения

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.

Основными работами, проводимыми при создании рекультивационной поверхности отвалов, являются 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 рекультивационной 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 3,5–5,5 и сумму легкорастворимых солей 1–2 %;
- малопригодные по физическому и химическому составу – сильно уплотненные, сцементированные породы;
- потенциально плодородные породы – подпочвенные горизонты зональных почв.

При добыче полезных ископаемых в зонах избыточного переувлажнения рекультивационные поверхности формируются одновременно с созданием благоприятного гидрологического и гидрогеологического режимов внутренних отвалов (рис. 4.3).

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.

*Хвостохранилища.* Гидроотвалы, образованные из отходов обогащения руд на обогатительных фабриках, называют *хвостохранилищами*.

Отвалы отходов зарастают очень медленно из-за сильной эрозии, высокой токсичности и недостатка влаги.

Поэтому хвостохранилища преимущественно используют в санитарно-эстетических целях и лишь при наличии резерва почвенного слоя – в лесохозяйственных и сельскохозяйственных целях.

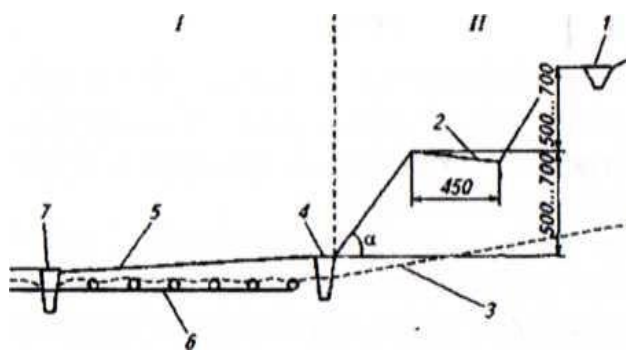


Рис. 3. Схема рекультивации глубокого карьера:  
I – посев трав на дне карьера; II – посадка кустарников;  
1 – нагорный канал; 2 – терраса; 3 – уровень грунтовых вод;

4 – ловчий канал; 5 – дно карьера; 6 – коллектор с дренами;  
7 – магистральный канал;  $\alpha$  – угол наклона откоса

Основные работы технической рекультивации – планировка, экранирование, землевание, противоэрозионные мероприятия, регулирование водного режима, очистка дренажных вод. Биологическая рекультивации включает стимулирование дикорастущей растительности, посев многолетних трав и посадку древесно-кустарниковой растительности.

*Золоотвалы.* Образуются в результате гидроскладирования отходов от сжигания каменного угля в тепловых электростанциях. Они подобны хвостохранилищам.

Эти отходы также сложны по химическому составу и не всегда имеют благоприятный водный режим для естественного зарастания.

Схемы рекультивации золоотвалов аналогичны рекультивации хвостохранилищ. Однако следует учитывать химический состав золы, местные природно-климатические условия и последующее их использование для производства строительных изделий, материалов, удобрений и т. д.

Для отвалов, содержащих токсичные соли, можно рекомендовать следующую схему рекультивации.

На поверхность отвала наносят нейтрализующий слой извести дозой 10 т/га. Затем создают глинистый экран толщиной 15 см и дренирующий песчаный слой толщиной 30 см.

После этого наносят 60-сантиметровый слой супесчаных или суглинистых грунтов в качестве почвообразующей породы и почвенный слой толщиной 20–30 см для посева сельскохозяйственных культур или 50 см для древесных растений.

Использование отвалов в строительных целях определяется сроком их отсыпки (намыва):

- на глинистых грунтах строительство начинают через 5–10 лет;
- песчаных грунтах – через 2–5 лет;
- на отвалах обогатительных фабрик – через 2–10 лет.

При отсыпке отвалов без технологического уплотнения строительные работы можно начинать через 5 лет.

В отличие от отвалов вскрышных пород рекультивацию карьерных выемок проводят не только в лесохозяйственных и сельскохозяйственных целях, но и в водохозяйственных, рыбохозяйственных и рекреационных.

Это в первую очередь карьеры строительных материалов или другие отработанные месторождения, не имеющие токсичных пород.

Карьеры – это не естественное образование, а сознательное вмешательство человека в целостность природы. Эти земли выведены из сельскохозяйственного оборота и по разным причинам не были надлежащим образом восстановлены, поэтому стали источником повышенной экологической опасности, они попросту используются как свалки бытовых и строительных отходов.

Карьерные выемки после выработки ископаемых пород могут быть:

- сухими;
- переувлажненными;
- затопленными водой.

Обводненность карьера обязательно учитывают при выборе направления рекультивации.

Лесохозяйственное использование карьера возможно в следующих случаях:

- при наличии резерва почвы (содержание гумуса более 1 %) для землевания;
- когда дно карьера сложено из потенциально плодородных пород;
- грунтовые воды нетоксичны, незасолены и находятся на глубине более 0,6 м, если выше – необходимо осушение;

– карьер расположен далеко от населенного пункта.

Использовать карьер для рекреационных целей, например, водоем для спортивного рыболовства и купания, можно в следующих случаях:

– если вода в карьере отвечает рыбохозяйственным и санитарно-гигиеническим нормам;

– площадь водоема более 15 га (наименьшая площадь для купания 5 га, для рыболовства – 10 га);

– есть возможность создания глубины воды для купания более 2 м, для рыбозаведения и рыболовства – 0,5–2 м;

– удовлетворены требования воспроизводства рыбы (площадь водоема глубиной 0,15–0,5 м должна составлять 20 %, а глубиной 0,5–2 м – 50 %);

– удаленность карьера от населенного пункта не влияет на данное направление использования.

### Вопрос 3

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 га на 1 км дороги.

Ширина полосы земель, отводимых во временное пользование под строительство магистральных трубопроводов, изменяется 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 (рис. 4.4):

– ликвидация временных сооружений и уборка территории в пределах строительной зоны;

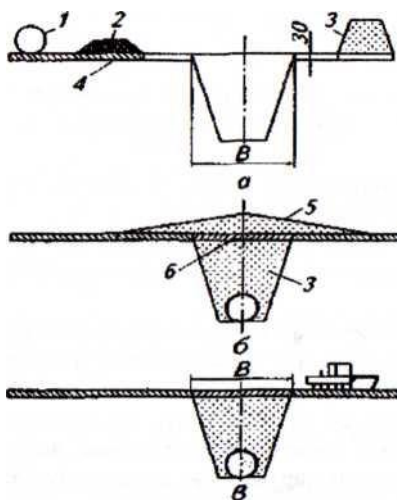


Рис. 4. Схема строительства трубопровода и рекультивации

нарушенных земель: *a* – разработка почвы и вскрышных пород;  
*б* – засыпка траншеи, возвращение почвенного слоя, отсыпка валика;  
*в* – смешивание пород; *1* – труба; *2* – резерв почвенного слоя;  
*3* – вскрышные породы; *4* – почвенный слой; *5* – валик;  
*б* – возвращенный почвенный слой; *B* – зона смешивания пород

- 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 (кавальеров) 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.

#### Вопрос 4

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 три 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. Вместе с тем 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 их 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. Однако при этом утилизируется так называемый биогаз – метан (55–60 %), образующийся в теле полигона вследствие анаэробной биодеструкции органических веществ.

С каждой тонны бытовых отходов 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 позволяет сократить потребление дорогостоящего природного газа на 6 млн. м<sup>3</sup> ежегодно и обеспечивает электроэнергией в 4,8 МВт весь район. За 3 года в Беларуси планируется построить 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 мусоросжигающие 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 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 3–3,5 м и длиной 20 м и требует соблюдения режимных параметров:

- температуры;
- влажности;
- длительности перемешивания;
- сушки.

*Методы полевого компостирования твердых бытовых отходов* 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.

Для повышения активности биотермического процесса наряду с перелопачиванием и принудительной аэрацией производят увлажнение материала. 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 (круглосуточное 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;
- посадки декоративных деревьев и кустарников – 2–3 года;
- 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.

Для организации отвода поверхностной воды на уступах (террасах) создают сеть неглубоких каналов.

Фильтрационные воды с помощью дренажной сети отводят на очистные сооружения или на биологические пруды очистки (рис. 5).

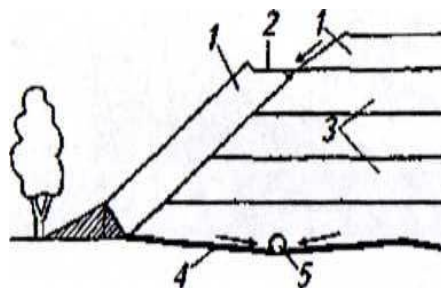


Рис. 5. Организация и рекультивация полигона твердых отходов: 1 – слой субстрата из измельченных отходов и почвы; 2 – уступ для сбора воды; 3 – послойная укладка отходов; 4 – экранирующий слой; 5 – дренаж

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.

В 70–80-е гг. прошлого века в Республике было построено большое количество животноводческих комплексов с гидравлической системой навозоудаления. Это привело к тому, что появился еще один источник загрязнения окружающей среды, так как концентрация большого количества животных на ограниченной площади и использование значительных объемов воды для уборки помещений ферм и комплексов способствовали образованию колоссальных объемов животноводческих стоков, требующих очистки и утилизации.

Поэтому была предложена технология очистки стоков животноводческих комплексов, которая решала ряд сопутствующих задач. Например, получение органического удобрения (компоста). При этом, параллельно с очисткой стоков создаются предпосылки для повышения плодородия почвы. Это, как указывалось выше, способствует не только повышению урожайности сельскохозяйственных культур, но и повышению качества продукции, в том числе и в условиях загрязнения почвы тяжелыми металлами.

Рекомендуемая технология заключается в следующем.

Вдоль спланированного склона или под углом к горизонталям в подпахотном слое выполняют кротовины (рис. 6, а). Поперек склона полосами укладывают последовательно солому, торф, песок. Затем производят нарезку борозд поперек уклона склона (рис. 6, б). Борозды нарезают с нижней по уклону стороны полос так, чтобы над полосами образовались валики из пахотного слоя почвы, вынуженного из борозд. При образовании валиков пахотный

слой почвы не должен засыпать верхнюю по уклону часть полосы. Это достигается подбором ширины полосы и глубиной вспашки при устройстве борозд.

По боковым и нижней границам чека укладывают слой соломы (или растительных остатков). После этого устраивают отводящие каналы, причем почву, вынутую при их устройстве, используют для образования дамб обвалования. При этом вынутая из отводящей канавы почва, образующая дамбу обвалования, также не должна засыпать край ленты соломы, находящейся внутри чека.

В верхней по уклону части чека укладывают подающий трубопровод с водовыпусками. Через трубопровод на верхнюю часть чека подают неосветленные животноводческие стоки. Они растекаются по поверхности чека и фильтруются через ленту из соломы, торфа и песка и частично через почву валиков. При этом не засыпанный почвой валиков верхний по уклону край ленты облегчает процесс фильтрации. По мере кольматации ленты и валиков подаваемые на чек стоки будут переливаться через закольматировавшийся валик и процесс будет продолжаться на следующем по уклону валике. Следует отметить, что закольматировавшийся валик и борозда образуют микролиман, в котором будет выпадать осадок.

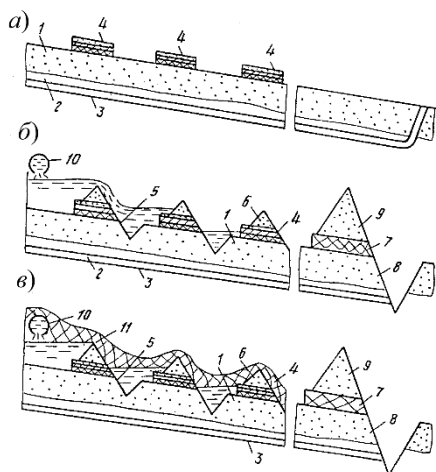


Рис. 6. Способ приготовления органического удобрения [9]:

1 – поверхность склона; 2 – подпахотный слой; 3 – кротовины; 4 – полосы из уложенных последовательно соломы торфа и песка; 5 – борозды; 6 – валики; 7 – слой соломы; 8 – ограждающая канава; 9 – дамба обвалования; 10 – подающий трубопровод; 11 – слой соломы, укладываемый в зимний период

После кольматации всех борозд и валиков полив прекращают.

Через кротовины и слой водопроницаемого материала основания дамб обвалования избыток влаги (осветленная фракция стоков) вытекает в отводящие каналы и далее в хранилище, из которого используется на орошение или поступает на дополнительную очистку.

После снижения влажности твердой фракции стоков на чеке и материала закольматировавшихся валиков до оптимальных пределов, валики вместе с выпавшей в осадок твердой фракцией стоков и активного ила сгребают в бурты, которые выдерживают сроком, достаточным для биотермического обеззараживания и компостирования. После этого полученный компост вносят на поле.

При необходимости производят подсыпку пахотного слоя почвы и процесс повторяют.

Способ можно реализовать и в зимнее время. Для этого поверх валиков и борозд укладывают слой соломы, а стоки и активный ил подают под этот слой (см. рис. 4.6). При этом слой соломы всплывает на поверхности жидкости, подаваемой на чек, и предохраняет от промерзания валики и ленту.

Способ рекомендуется выполнять на участках со слабоводопроницаемым подпахотным слоем при глубоком залегании уровня грунтовых вод, в противном случае необходимо устройство противofiltrационных экранов.

Ленты из соломы, торфа и песка можно наносить, например, с помощью модифицированных навозоразбрасывателей (с уменьшенной шириной захвата). Борозды, валики, а также канавы и дамбы выполняют, например, с помощью плугов, обеспечивающих требуемую глубину вспашки.

Состав материала лент подбирают исходя из состава подаваемых на чек стоков или ила, а также с учетом почв для устройства валиков с тем, чтобы обеспечивать оптимальный состав получаемого компоста.

Эффективность способа основана не только на почвенно-биологической очистке стоков, но и на том, что он играет роль своеобразной «ловушки» биогенных элементов. В частности, торф с содержанием органики около 35 % сорбирует около 180 мг N–NO<sub>3</sub> на 1 кг почвы [9].

**Рекультивация подземных структур.** При откачке подземных вод, нефти и газа, а также при подземной добыче полезных ископаемых в породах образуются пустоты, заполненные воздухом. После откачки воды, нефти и газа в их вмещающих породах падает внутривещное давление, происходит фильтрационная деформация пород и сдвиг их вниз, вызывающие оседание поверхности. Тот же процесс происходит при добыче полезных ископаемых (каменный уголь, руды, соль и др.) подземным способом.

Глубина депрессионных воронок с пониженными уровнями подземных вод при откачке подземных вод достигает 50 м (Москва, Санкт-Петербург) и более 100 м (Лондон), диаметр воронок вокруг кустов водозаборных скважин – десятков километров. В Калифорнии (США) при использовании подземных вод на орошение наблюдалась глубина воронки 150 м.

Поверхность земли постепенно в зависимости от размеров депрессионных воронок оседает от нескольких сантиметров до 7–7,6 м.

Например, в городах Мехико, Лонг-Бич в США площади образующихся мульд в рельефе измеряются сотнями квадратных километров, в районе Токио – до 300, в районе Лондона – 1800, в долине Сан-Хоакин (Калифорния, США) – 3500 км<sup>2</sup>.

Крупные просадки земли отмечены в районе разработки КМА (Белгородская и Курская области), в Солигорске при добыче калийной соли (Беларусь) и в других районах.

Рекультивация подземных структур осуществляется для их дальнейшего использования в качестве хранилищ запасов газа и нефти, консервации загрязненных твердых и жидких отходов и т. п. Подземные выработки Солигорского калийного комбината частично используются в медицинских целях в комплексной терапии заболеваний органов дыхания.