



**ПРОЕКТИРОВАНИЕ И
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОЛИГОНОВ ПО
ЗАХОРОНЕНИЮ ОТХОДОВ**

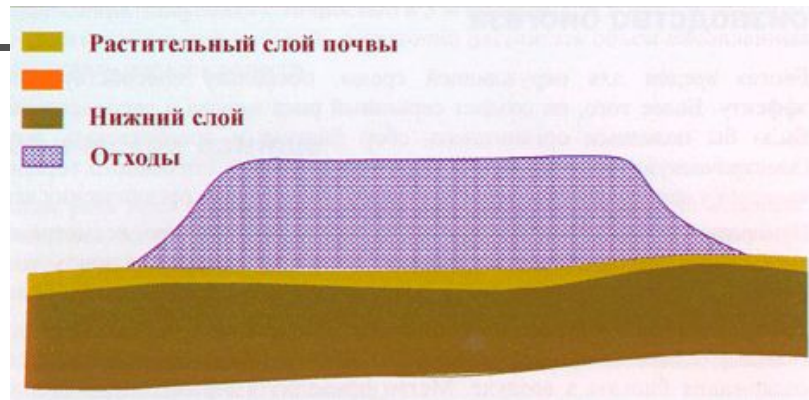


Полигоны

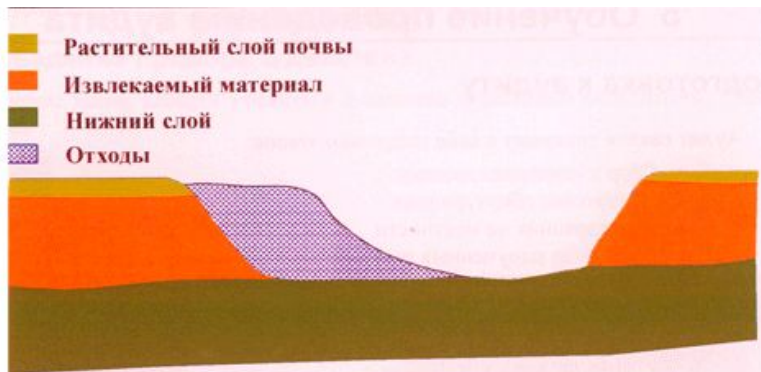
- **Полигоны** - комплексы природоохранных сооружений, предназначенные для складирования, изоляции и обезвреживания количества отходов, обеспечивающие защиту от загрязнения атмосферы, почвы, поверхностных и грунтовых вод, препятствующие распространению грызунов, насекомых и болезнетворных микроорганизмов.

Типы полигонов

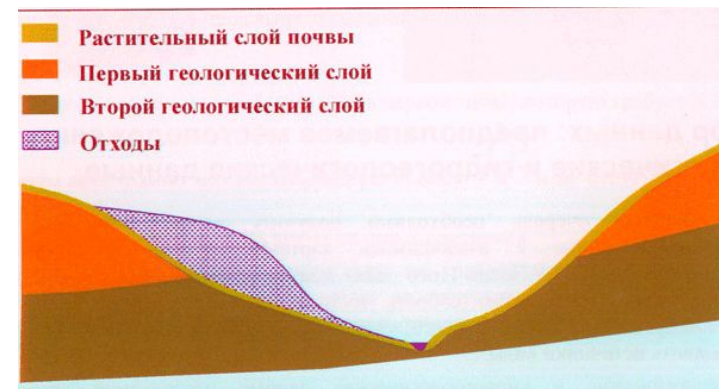
Тип холма

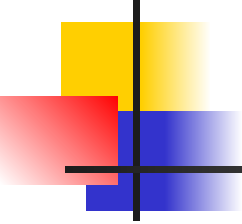


Тип карьера



Тип долины





Классификация полигонов по количеству содержащегося фильтрата

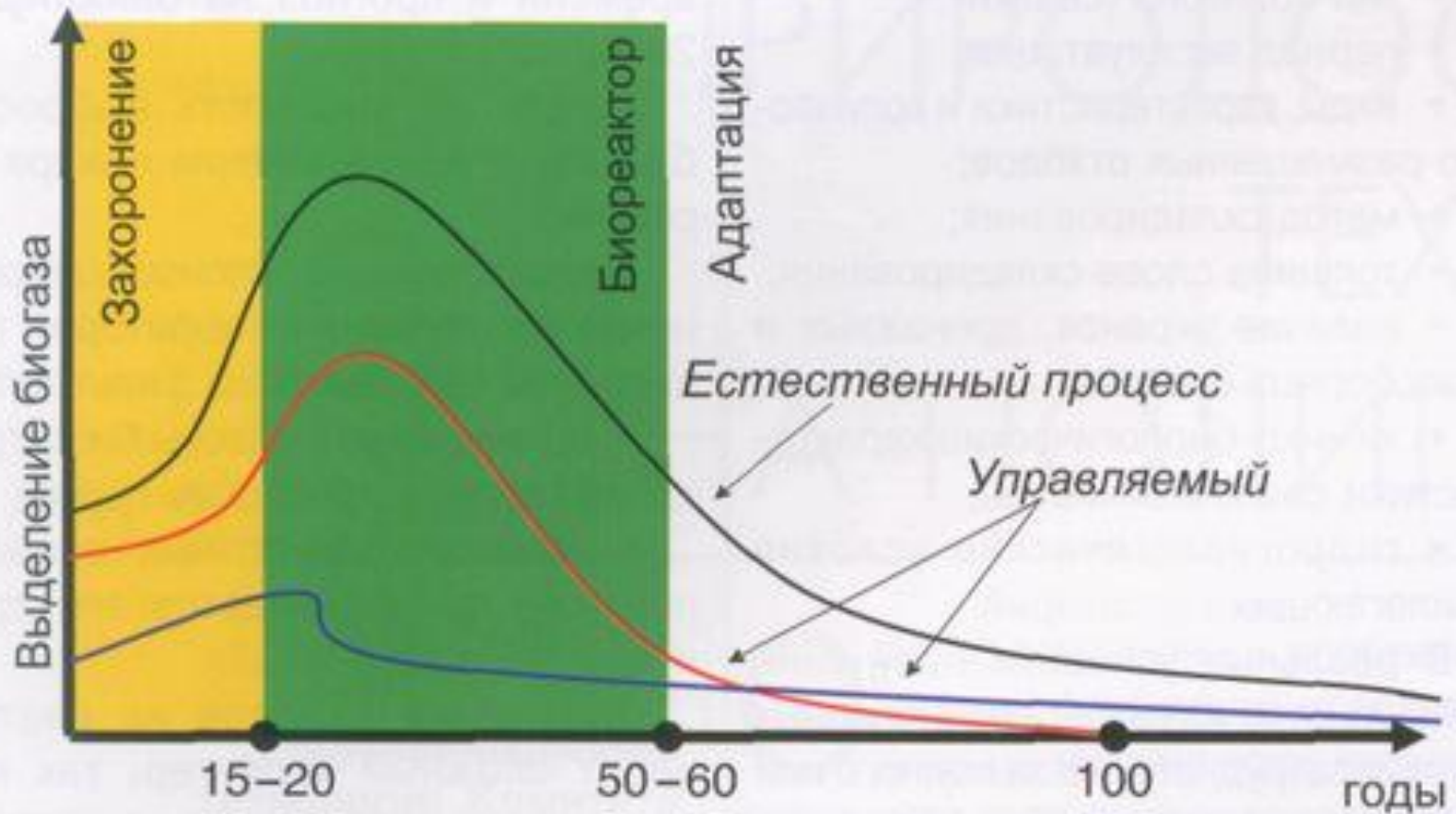
- ***Полигоны «открытого» типа***

Эти полигоны обеспечивают медленный сток фильтрата и основываются на различных механизмах замедления процесса разложения в пределах насыщенных и ненасыщенных зон с применением различных подстилающих слоев с целью снижения негативного влияния на окружающую среду.

- ***Полигоны «закрытого» типа***

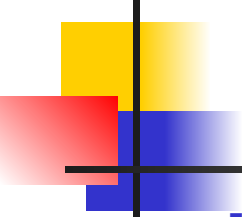
Эти полигоны предназначены для изолирования отходов и фильтрата от природной среды на значительный период времени (от десятка до сотен лет).

Этапы существования полигона



Классификация этапов

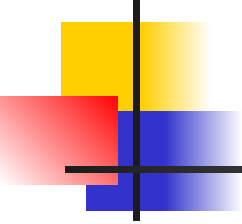
- **первый этап** - период работы полигона, который длится 15-20 лет. За это время происходит заполнение мощностей полигона отходами;
- **второй этап** (его условно можно назвать биореактором)
период после закрытия полигона до времени затухания биохимических процессов в свалочном теле.
В этот период процессы биохимического разложения вещества в теле полигона при отсутствии специальных технологических решений протекают естественным образом;
- **третий этап** - период адаптации полигона к окружающей среде.



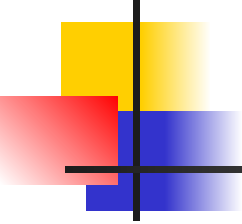
Состав проекта при проектировании полигона

- общая пояснительная записка;
- гидрогеологическая записка с обоснованием выбора площадки строительства;
- технологический раздел: расчет емкости, технологическая схема с учетом очередности строительства, продольный и поперечный технологические разрезы, режим эксплуатации, расчет потребности в эксплуатационном персонале, машинах и механизмах, рекомендации по рекультивации участка после закрытия полигона для приема отходов;
- раздел "Оценка воздействия на окружающую среду";
- санитарно-защитная зона;
- система мониторинга;
- архитектурно-строительный раздел;
- санитарно-технический раздел;
- электротехнический раздел;
- основные технико-экономические показатели;
- сводная смета.

Первоочередные этапы разработки природоохранных мероприятий на полигонах ТБО

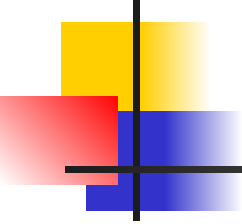


- месторасположение полигона ТБО или свалки;
- тип полигона (свалки);
- период эксплуатации;
- виды, характеристики и количество размещенных отходов;
- метод складирования;
- толщина слоев складирования;
- наличие экранов, дренажных и газосборных систем;
- химико-биологические характеристики свалочной массы;
- гидрогеологические условия прилегающих территорий.



Инженерно-геологических изысканий и исследование свалочных масс проводятся в следующих случаях:

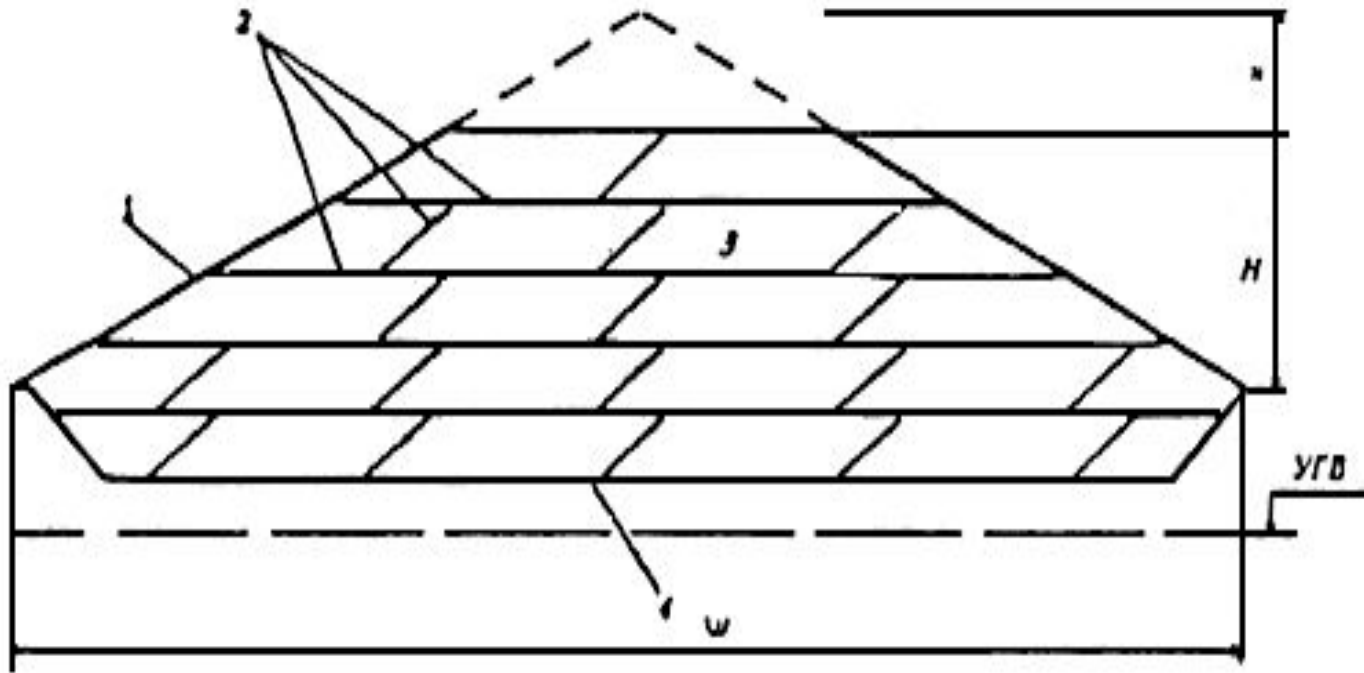
- каковы состояние свалки или полигона ТБО (активность, степень биodeградации) на текущий момент времени и прогноз на ближайшие 20-40 лет;
- есть ли опасность выбросов биогаза и возникновения пожара на свалке
- существует ли опасность загрязнения прилегающих территорий полигона за счет эмиссий фильтрата;
- приведут ли процессы биodeградации свалок к просадкам грунта;
- насколько эффективна изоляция полигона, примененная при его строительстве и закрытии?



Методы инвентаризации свалочного грунта

- **предподготовка ТО перед размещением на полигоне**, например механико-биологическая предподготовка, смешанное захоронение (проектирование композитных смесей), > введение комплекса ферментативных препаратов перед захоронением (ускорение биоразложения), сжигание;
- **воздействие на свалочный грунт**, например увлажнение свалочного грунта, рециркуляции фильтрата поверхностных сточных вод, стоков по переработке отходов и пр., аэрация свалочного грунта принудительная и путем естественного притока воздуха (полуаэробный полигон), введение добавок в свалочный грунт - ферментов катализаторов, микроорганизмов, подача дополнительных питательных веществ.

Схематический разрез полигона



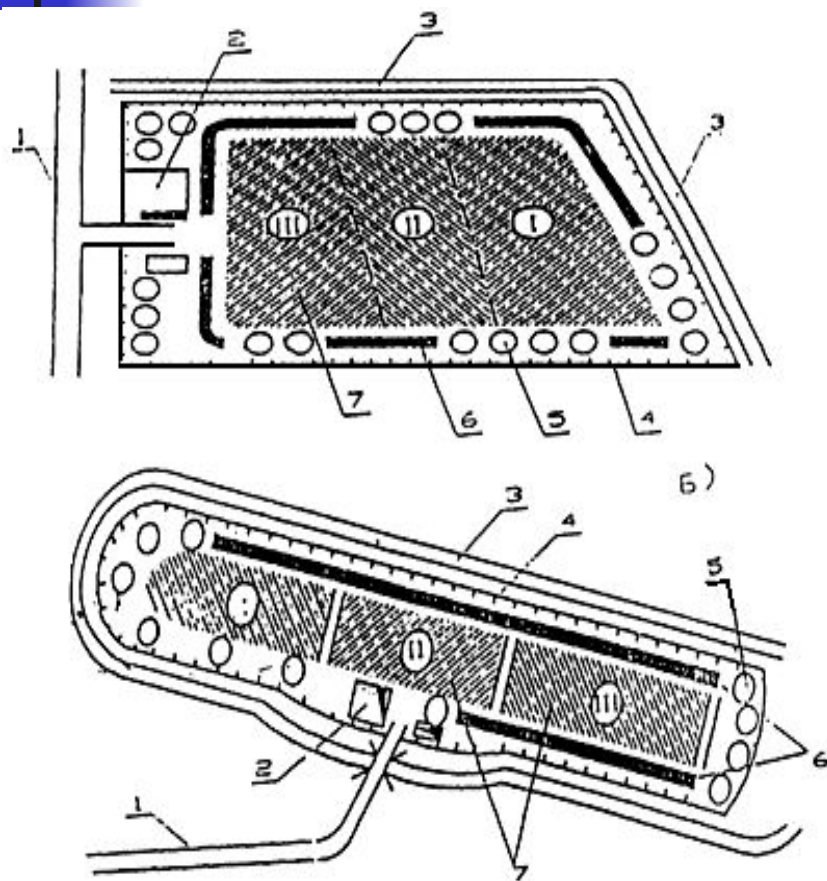
1 - наружная (окончательная) изоляция; 2 - промежуточная изоляция; 3 - КО;
4 - водупорное основание; н - показатель снижения высоты; УГВ – уровень грунтовых вод

Ориентировочная площадь участка складирования полигона на расчетный срок эксплуатации 15 лет

Средняя численность обслуживаемого населения тыс. чел.	Высота складирования КО, м					
	12	20	25	35	45	60
50	6,5	4,5*-5,5	-	-	-	-
100	12,5	8,5	6,5* -7,5	-	-	-
250	31,0	21,0	16,0	12,5*-	-	-
500	61,0	41,0	31,0	23,0	16,5*-20	-
750	91,0	61,0	46,0	34,0	26,0	-
1000	121,0	81,0	61,0	45,0	35,0	27*-31,0

* указана площадь участков в га, по форме близких к квадрату.

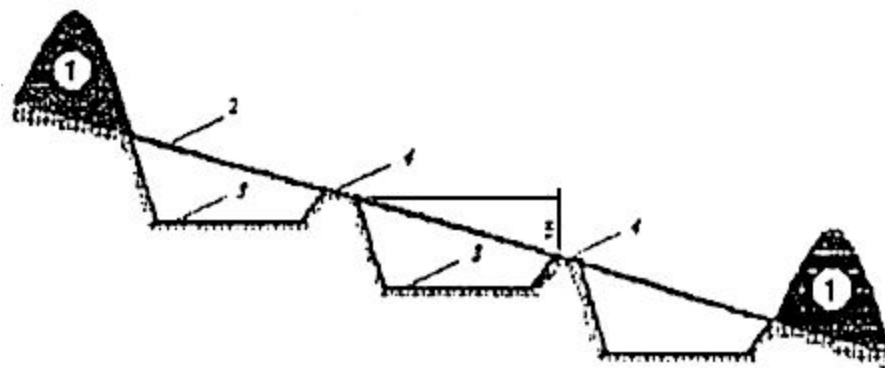
Схема размещения основных сооружений полигона



а - при соотношении длины и ширины полигона менее 1:2;
б - при соотношении длины более 1:3;

- 1 - подъездная дорога;
- 2 - хозяйственная зона;
- 3 - нагорная канава;
- 4 - забор;
- 5 - зеленая зона;
- 6 - грунт для изолирующих слоев;
- 7 - площадки складирования отходов I, II и III очереди

Высотное размещение котлована в основании полигона



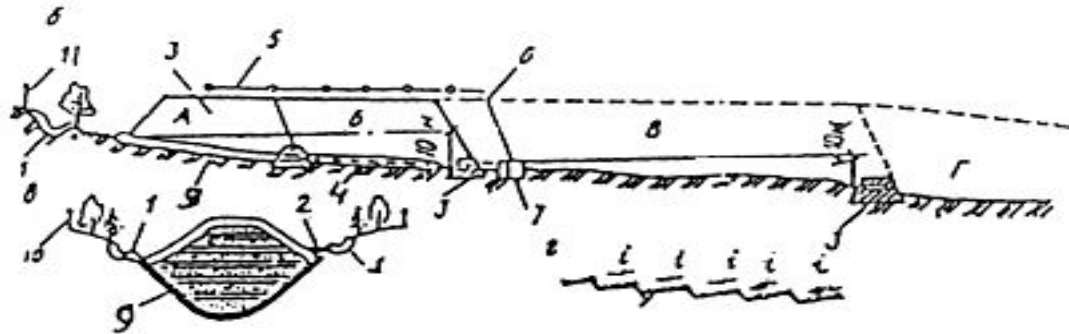
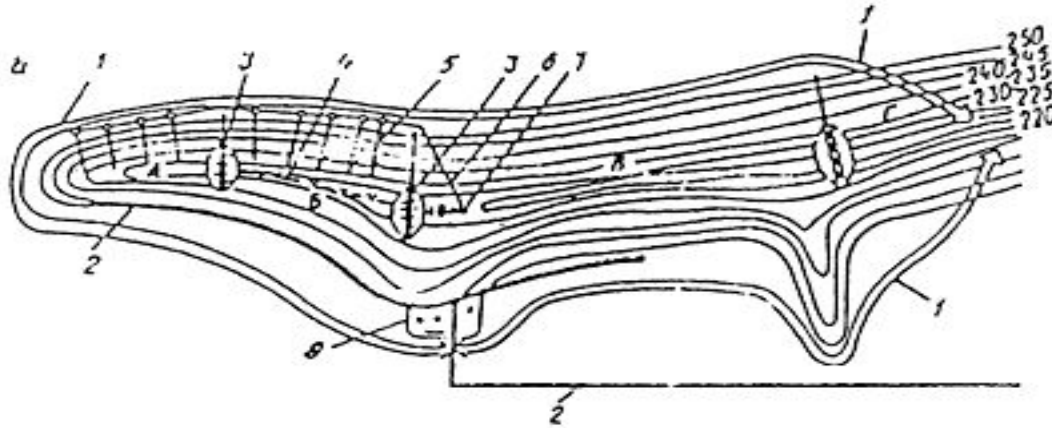
- 1 - кавальер грунта для изолирующих слоев;
- 2 - уровень поверхности участка до разработки котлованов;
- 3 - горизонтальное основание;
- 4 - промежуточный вал



Виды искусственных непроницаемых экранов

- 1. Глиняный экран однослойный, толщиной не менее 0,5 м. Исходная глина ненарушенной структуры должна иметь коэффициент фильтрации не ниже 0,001 м/сут. Поверх экрана укладывается защитный слой из местного грунта толщиной 0,2-0,3 м.
- 2. Грунтобитумный экран, обработанный органическими вяжущими веществами или отходами нефтеперерабатывающей промышленности, толщиной от 0,2 м до 0,4 м, с одной стороны или двойной пропиткой битума, в зависимости от состава отходов и климатических условий.
- 3. Экран двухслойный из латекса. Экран состоит из планировочного подстилающего слоя толщиной 0,3 м, слоя латекса, промежуточного слоя из песчаного грунта 0,4 м, второго слоя латекса и защитного слоя из мелкозернистого грунта толщиной 0,5 м.
- 4. Экран из полиэтиленовой пленки, стабилизированной сажей, двухслойный. Двухслойный экран состоит из подстилающего слоя - песчаного грунта толщиной 0,2 м, двух слоев полиэтиленовой пленки, стабилизированной сажей, толщиной 0,2 мм.

Высоконагружаемый полигон для твердых бытовых отходов по многокаскадной схеме



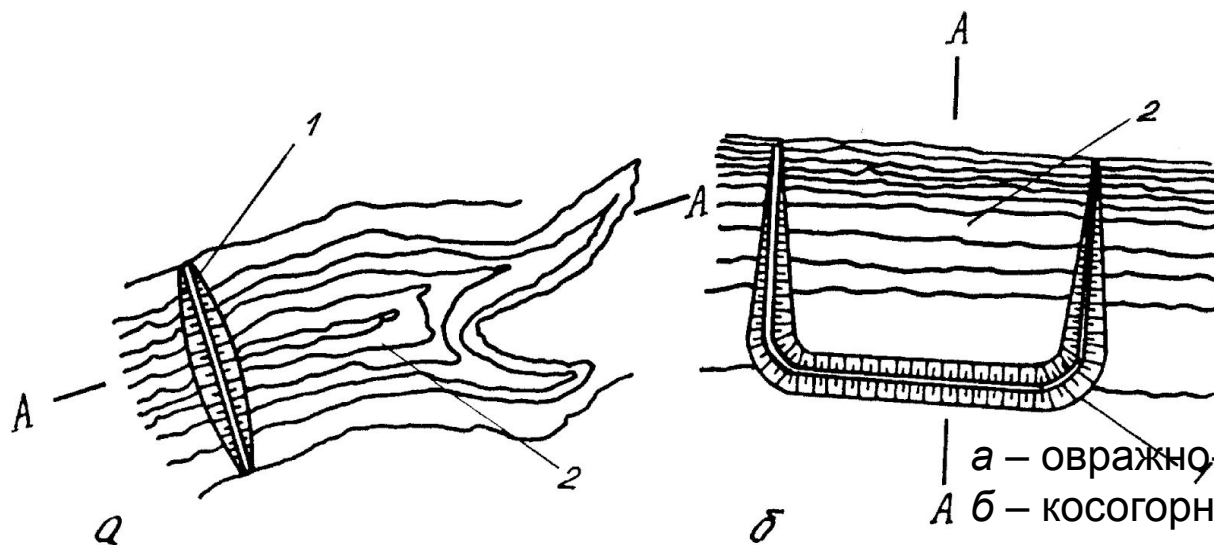
а - схематический план; б - схематические продольный и поперечный разрезы; г - уступы в основании с обратным уклоном; 1 - нагорная канава; 2 - подъездная дорога; 3 - земляная плотина; 4 - самотечная канализация фильтрата; 5 - сборно-разборный распределительный фильтратопровод; 6 - магистральный напорный фильтратопровод; 7 - насосная станция фильтрата; 8 - хозяйственная зона; 9 - противофильтрационный экран; 10 - ограждение; А - первый каскад I-й очереди складирования твердых бытовых отходов; Б - второй каскад I-й очереди; В - участок складирования во II-ю очередь; Г - участок складирования отходов на перспективу; 220-250 - условные отметки горизонталей



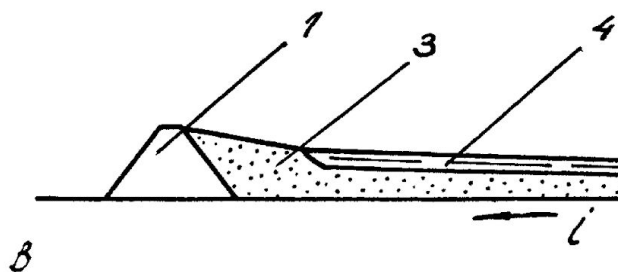
Основные типы накопителей

- Накопитель балочно-овражного типа
- Накопитель косогорного типа
- Накопитель равнинного типа
- пойменный накопитель
- Карьерный (котлованный) накопитель

Схемы основных типов намывных и наливных накопителей:



- а – овражно-балочный;
- А б – косогорный;
- в – разрез по А–А для схем «а» и «б»;
- 1 – ограждающая дамба;
- 2 – чаша;
- 3 – отложения отходов;
- 4 – пруд;
- i* – уклон поверхности ложа



Схемы основных типов намывных и наливных накопителей:

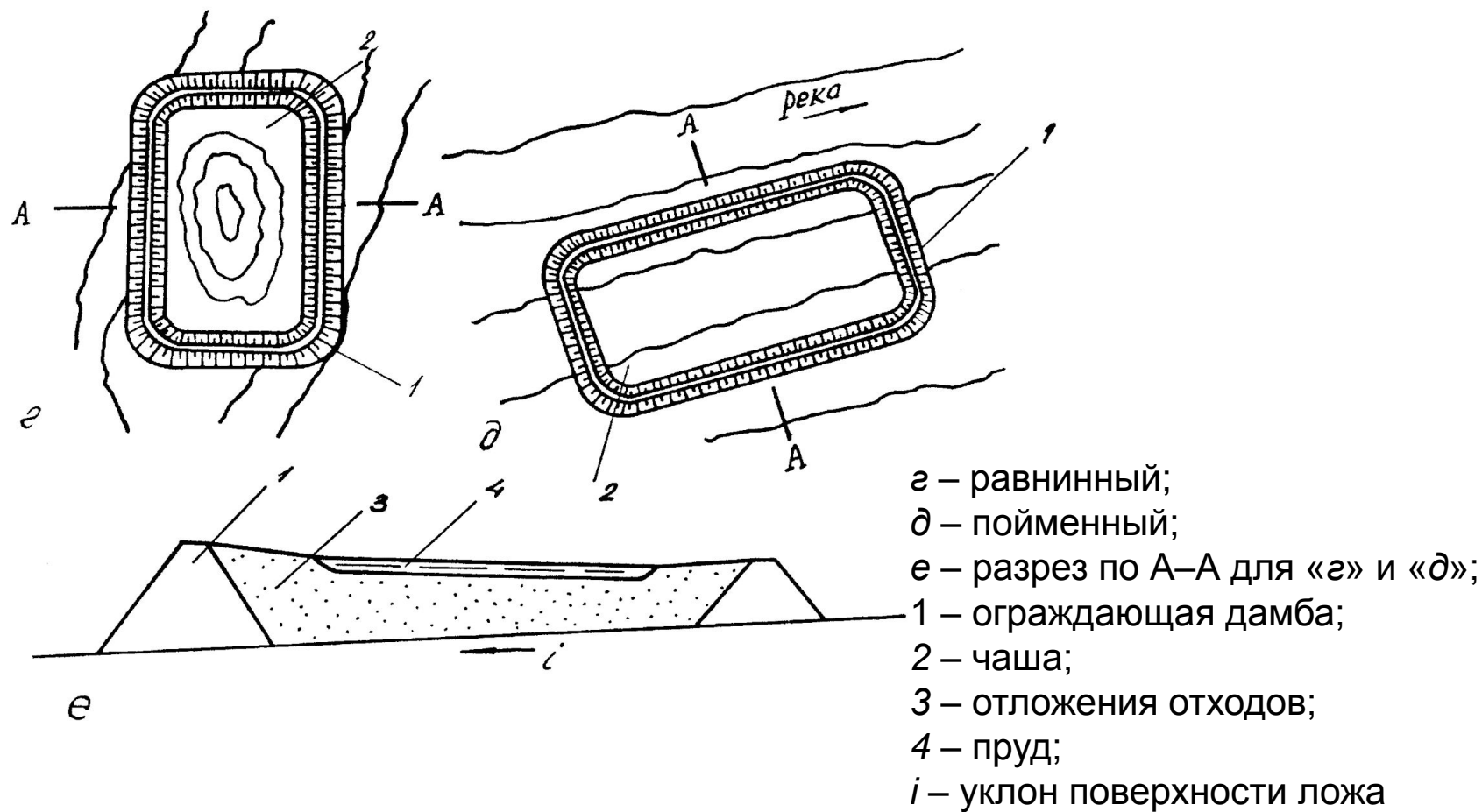
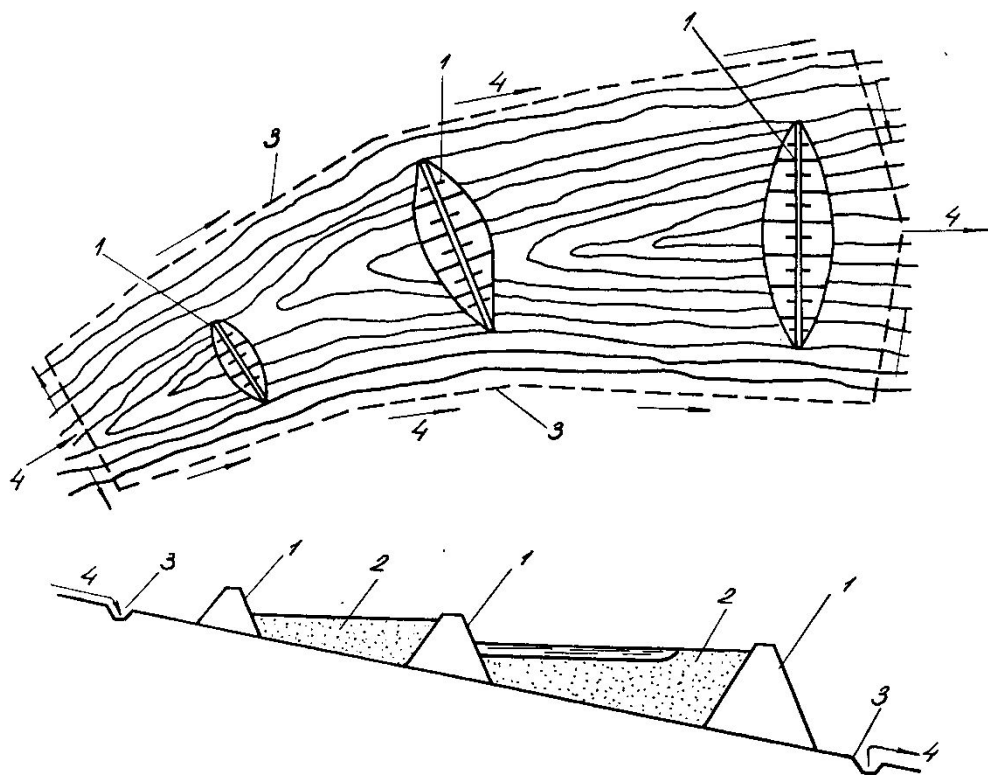
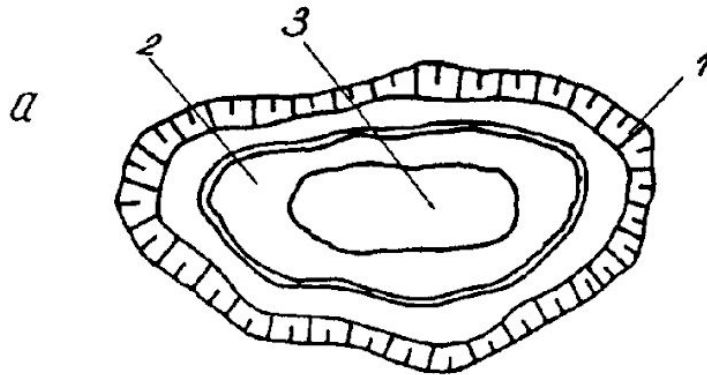


Схема каскадного (многоступенчатого) накопителя

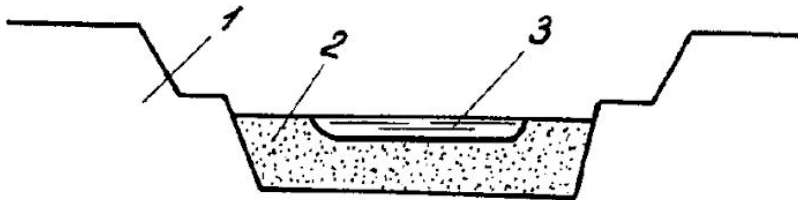


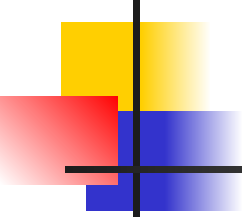
- 1 – дамба;
- 2 – отложения отходов;
- 3 – нагорная канава;
- 4 – поверхностный сток

Схема карьерного накопителя



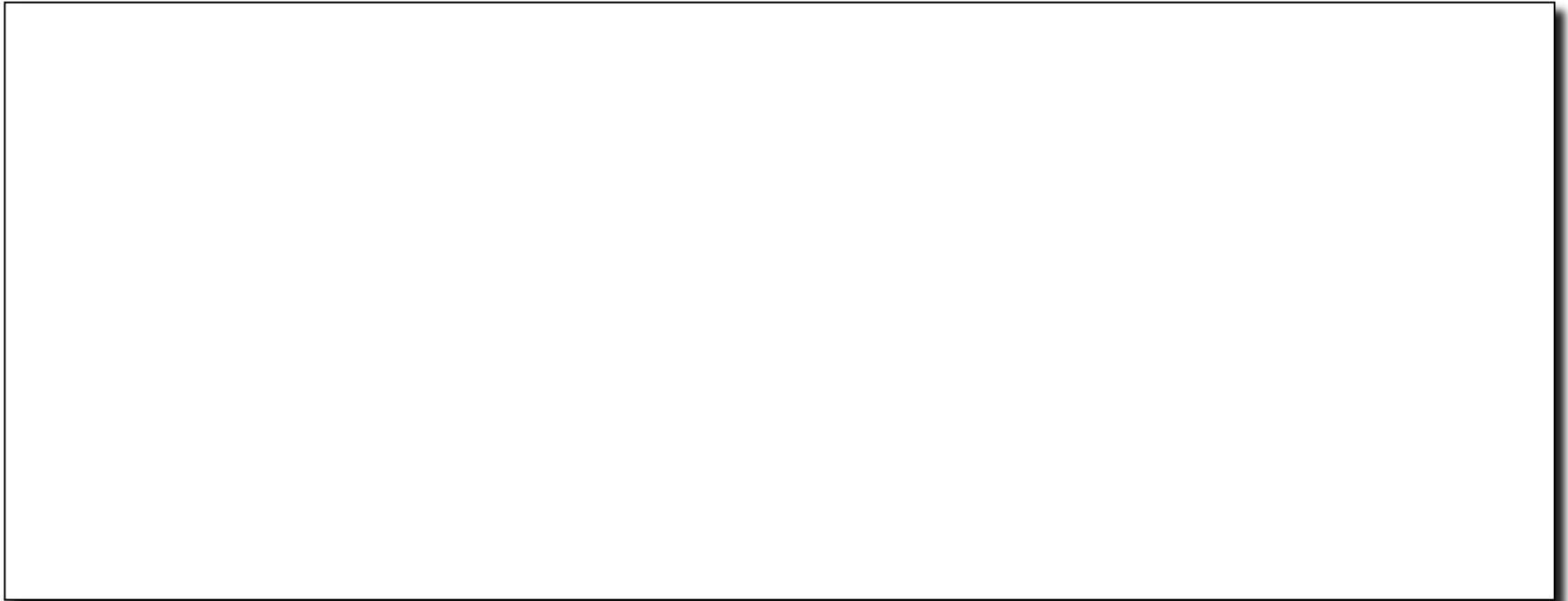
- 1 – борта карьера;
- 2 – отложения отходов;
- 3 – пруд





Особенности накопителей различного назначения

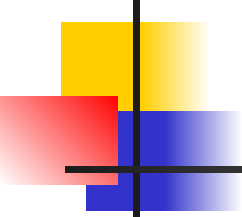
- **Хвостохранилище** – комплекс сооружений, предназначенных для складирования хвостов – тонкоизмельченной пустой породы, образующейся при обогащении руд на горнорудных предприятиях.





Экологический эффект.

- За 9 месяцев 2012 года реализация проектных решений позволила разместить на территории второго поля хвостохранилища «Лебяжье» хвостов обогащения в объеме 5 953 984 тонн.
- При этом на строительстве дамбы использовано 5 878 170 тонн хвостов обогащения и 665 466 тонны металлургических шлаков плавки ПВ Медного завода.
- В 2012 г. реализация проектных решений позволит использовать на строительстве дамбы хвосты обогащения в объеме 6 933 189 тонн, 881 157 тонн металлургических шлаков плавки ПВ Медного завода, а так же обеспечить экологически безопасное размещение хвостов обогащения в объеме 7 938 645 тонн за счет размещения отходов на специализированном полигоне, оборудованном в соответствии с установленными требованиями и правилами.



Особенности накопителей различного назначения

- **Шламохранилище** – комплекс сооружений, предназначенных для складирования мелкодисперсных и слабopрочных отходов обогатительных фабрик угольной промышленности, ряда производств цветной металлургии, химических и других заводов.
- **Накопители производственных сточных вод** – пруды-отстойники, пруды-испарители, аварийные бассейны, пруды для ливневых стоков – это сооружения, создаваемые путем ограждения дамбами из местных грунтов, предназначенные для постоянного или временного аккумуляирования сточных вод, их отстаивания, испарения, доочистки с целью дальнейшего использования в водообороте или перед выпуском в водоемы.
- **Золоотвалы** – комплекс сооружений, предназначенных для складирования твердых отходов тепловых электростанций – золошлакового материала, состоящего из золы, улавливаемой в золоуловителях, и шлака.



Необходимая вместимость накопителя

$$V_H = \sum_{i=1}^n V_i \quad V_i = \frac{\Omega_i}{(\eta \rho_d)}$$

n – число лет эксплуатации;

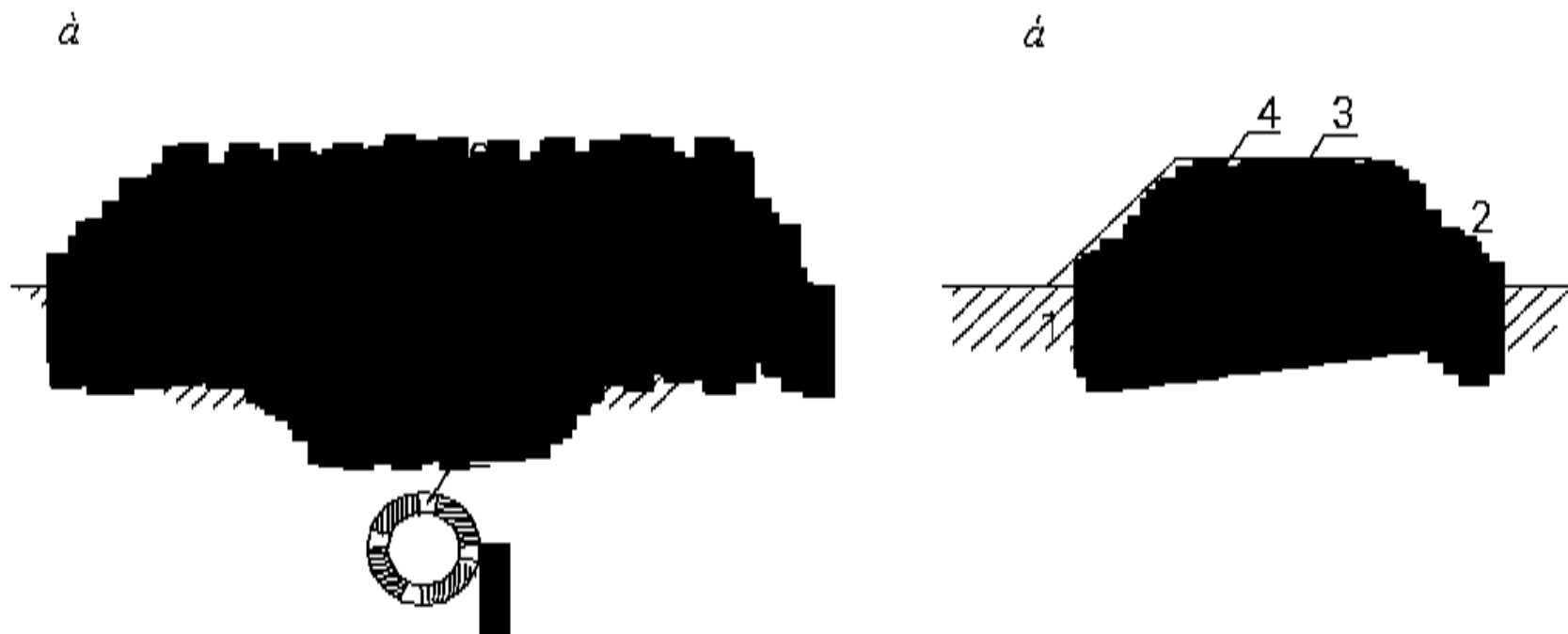
V_i – объем выхода твердых отходов в конкретный год эксплуатации,

Ω_i – годовой выход отходов, поступающих в накопитель в i -й год, т;

η – коэффициент заполнения емкости (для гидроотвалов 0,8–0,9);

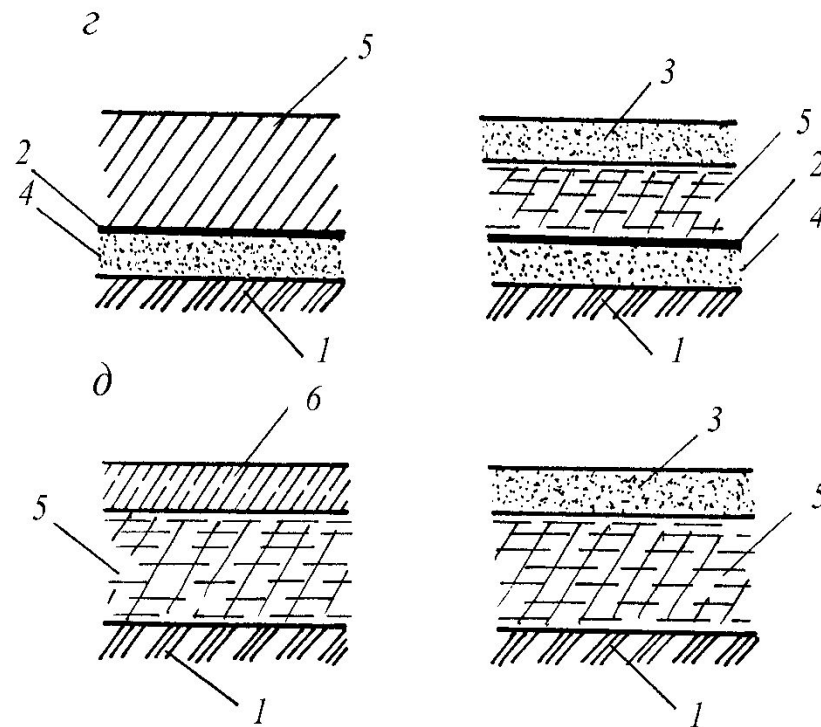
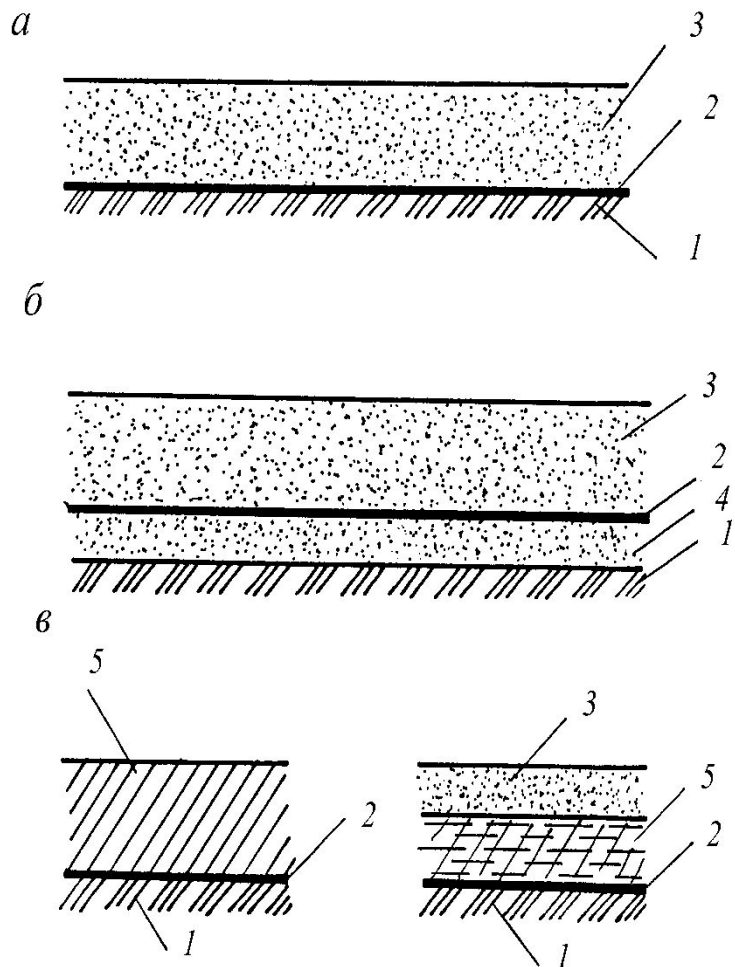
ρ_d – осредненная плотность сухого материала, укладываемого в отвал, т/м³, определяется по справочным данным

Основная конструкция трубчатого дренажа накопителя

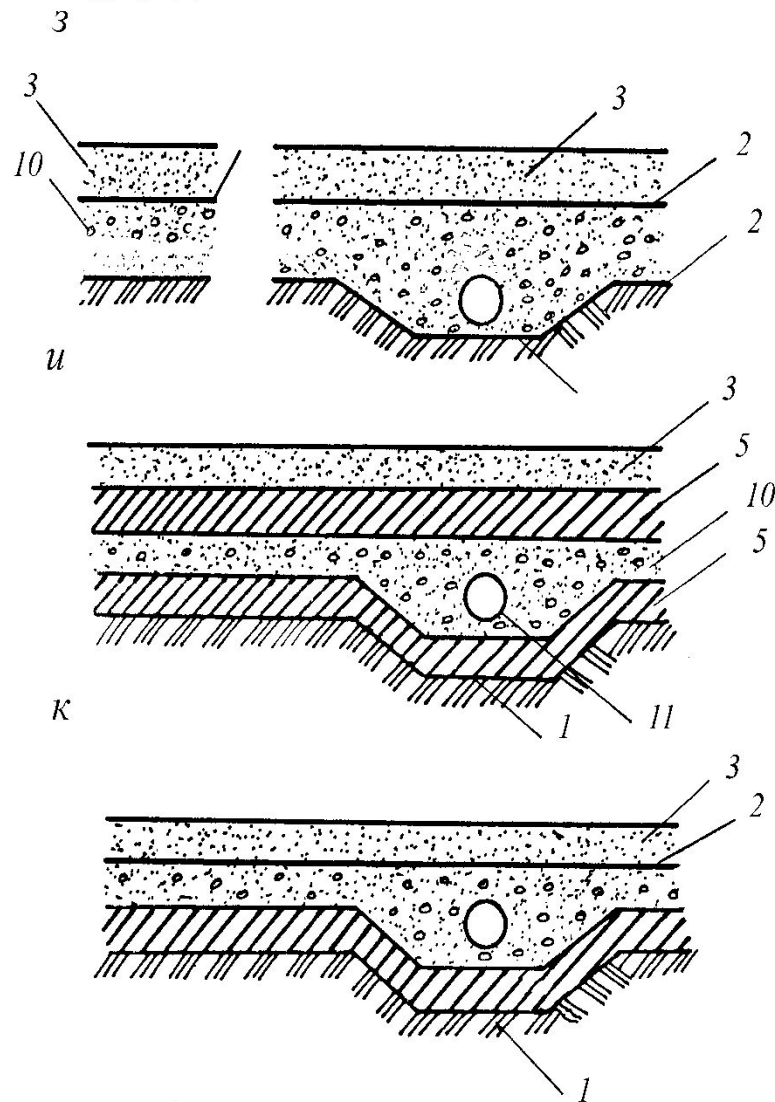
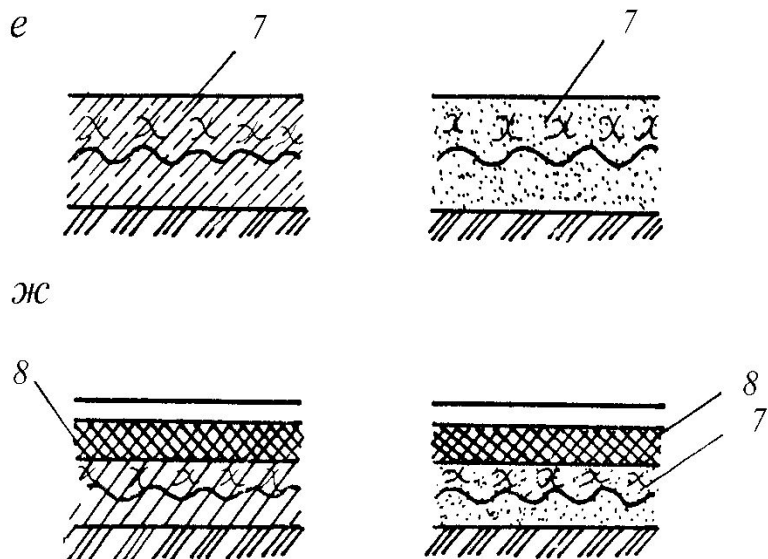


1 – основание; 2 – дамба; 3 – дренажная труба; 4 – фильтровая обсыпка (двухслойный или однослойный обратный фильтр); геотекстильная сетка, защищающая трубу от засорения мелкими фракциями золы, шламов и т. д, предусматривается в особых случаях (на рисунке не показана)

Основные схемы пластовых противодиффузионных экранов



Основные схемы пластовых противодиффузионных экранов

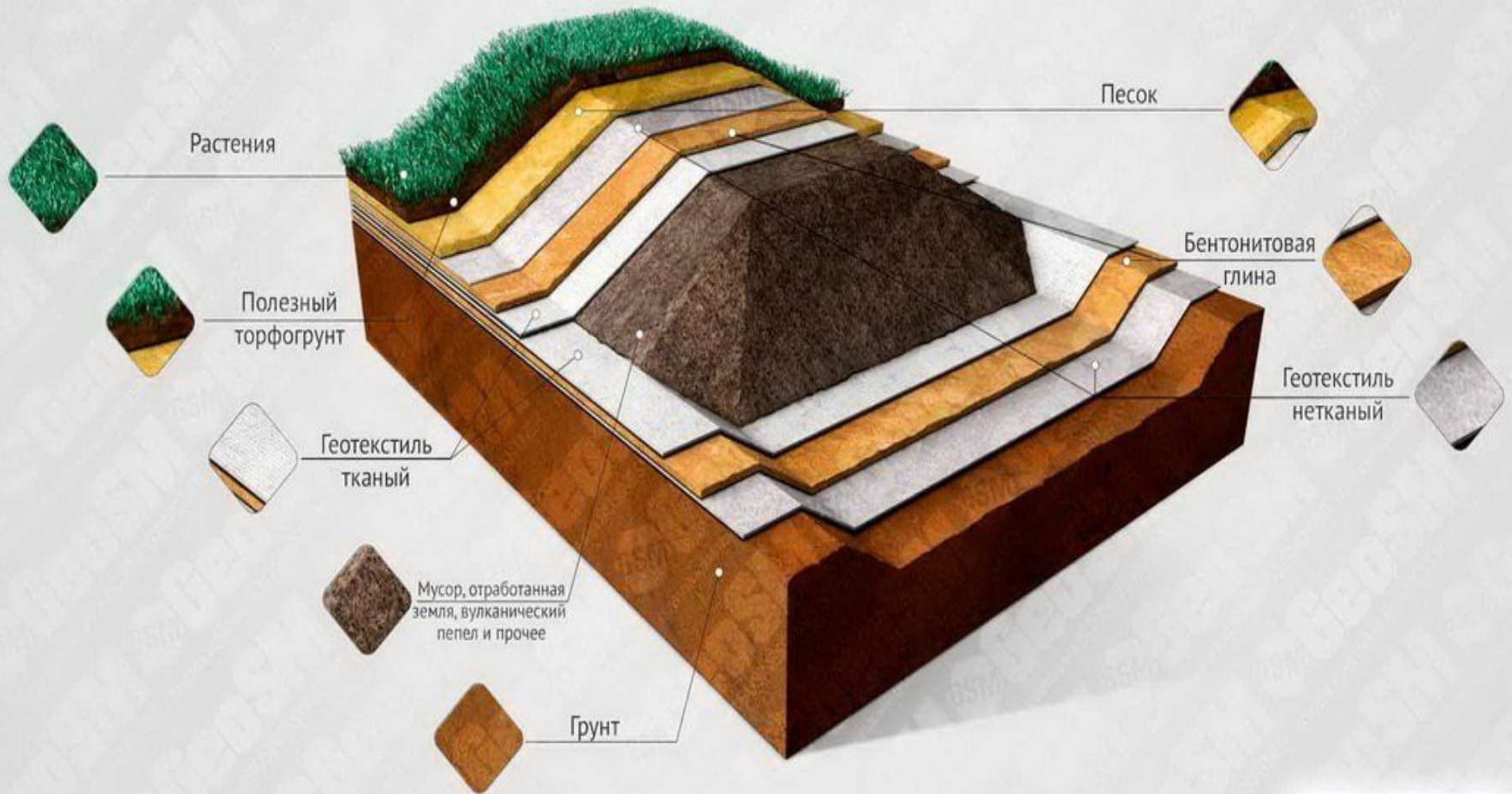


Рекультивация земель

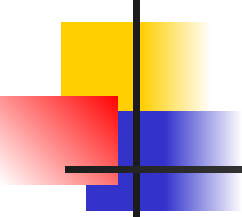
важный элемент в общей системе мероприятий по ликвидации негативных последствий хозяйственной деятельности человека.

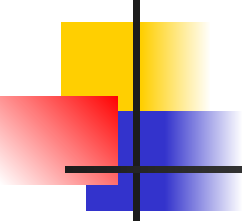
Охватывает комплекс мероприятий (мелиоративных, агротехнических, инженерно-технических и др.), нацеленных на восстановление биологической продуктивности и хозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий ОС





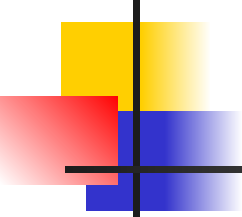
Проектно-сметная документация для проведения рекультивации полигона

- 
- - исходный план полигона на начало рекультивации;
 - - генплан полигона после рекультивации;
 - - схема перемещения свалочного грунта;
 - - технология проведения рекультивации;
 - - пояснительная записка, в которой отражается характеристика свалочного грунта на всю глубину;
 - - почв и пород, завозимых для рекультивации;
 - - материалов и технических изделий, применяемых в системе дегазации;
 - - качественный и количественный подбор ассортимента растений и удобрений;
 - - сметы на проведение работ.



Исходные данные для проведения рекультивации полигона

- - год открытия полигона;
- - год закрытия полигона;
- - вид вывозимых отходов (бытовые, промышленные, строительные);
- - расстояние от до ближайших градостроительных объектов, в км;
- - общая площадь отчуждения, га;
- - общий объем накопления отходов, в тыс. м³;
- - объем поступления отходов по годам эксплуатации, в тыс. м³;
- - высота слоя отходов, м;
- - в т.ч. над уровнем земли, м;
- - верхний слой изолирующего материала (грунт, шлак, строительные отходы и т.д.);



Исходные данные для проведения рекультивации полигона

- - толщина верхнего слоя изоляции, м;
- - местность, на которой расположен полигон (лес, болото, поле, овраг, карьер, селитебная зона, район новостройки и т.д.);
- - ведомственная принадлежность прилегающих земель;
- - предполагаемое использование данной территории в дальнейшем;
- - расстояние от места погрузки растительного грунта до закрытого полигона, км;
- - самозаращение полигона, %;
- - вид растений;
- - вид кустарников;
- - вид деревьев;
- - густота травостоя, %;
- - возраст деревьев, лет.



Этапы рекультивации полигона

- **Технический этап рекультивации** включает исследования состояния свалочного грунта и его воздействия на окружающую природную среду, подготовку территории полигона (свалки) к последующему целевому использованию. К нему относятся: получение исчерпывающих данных о геологических, гидрогеологических, геофизических, ландшафтно-геохимических, газохимических и других условий участка размещения полигона (свалки); создание рекультивационного многофункционального покрытия, планировка, формирование откосов, разработка, транспортировка и нанесение технологических слоев и потенциально-плодородных почв, строительство дорог, гидротехнических и других сооружений.
- **Биологический этап рекультивации** включает мероприятия по восстановлению территорий закрытых полигонов для их дальнейшего целевого использования в народном хозяйстве. К нему относится комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий, направленных на восстановление нарушенных земель. Биологический этап осуществляется вслед за техническим этапом рекультивации.



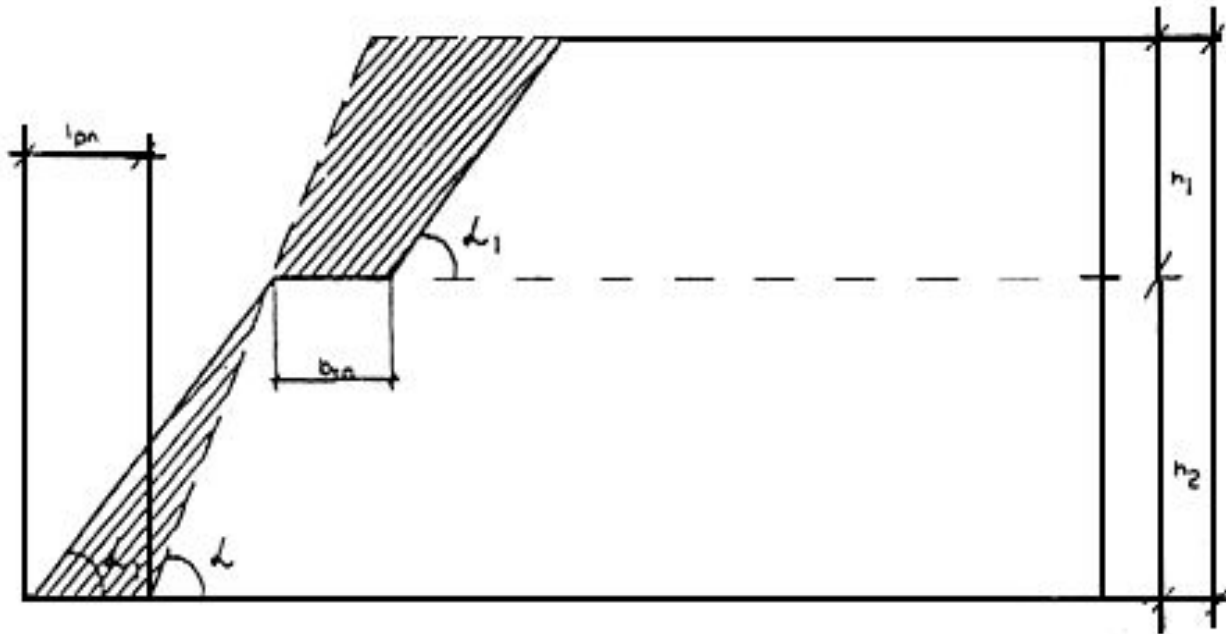
Техническая рекультивация (в летний период)



Биологическая рекультивация (в летний период)

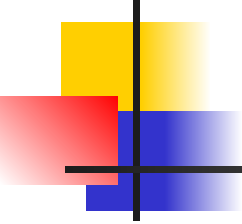


Технологическая схема рекультивации закрытых свалок без переработки свалочного грунта



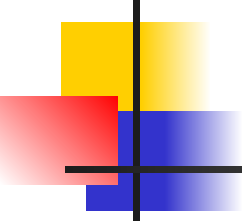
l_{0n} - приращение горизонтальной проекции линии откоса; (α) - угол естественного откоса отходов; (α_1) - угол откоса после выполаживания; $b_{тр}$ - ширина горизонтальной поверхности террасы; h_1 , h_2 - высота яруса; H - высота свалки отходов

Технический этап рекультивации закрытых полигонов включает следующие операции

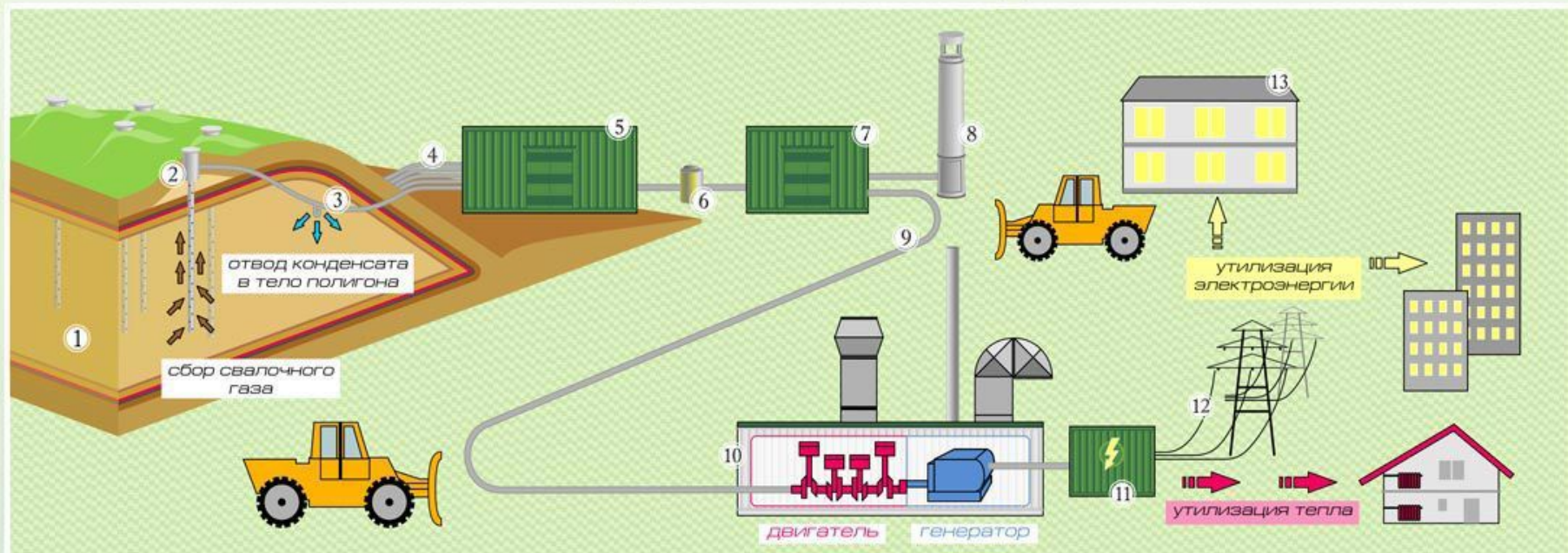


- - завоз грунта для засыпки трещин и провалов, его планировка;
- - создание откосов с нормативным углом наклона. Операции производятся сверху вниз при высоте полигона над уровнем земли более 1,5 м;
- - строительство дренажных (газотранспортных) систем дегазации;
- - погрузка и транспортировка материалов для устройства многофункционального покрытия;
- - планировка поверхности;
- - укладка и планировка плодородного слоя.

Биологический этап рекультивация полигона бытовых отходов

- 
-
- На данном этапе производится набор агротехнических, а также фитомелиоративных мероприятий, которые служат непосредственно оздоровлению данных земель. К основным работам можно отнести следующие мероприятия:
 - подготовительные почвенные работы,
 - посадка и посев растений и трав.
 - Все данные действия производятся только после проведения определенных изыскательских работ.

СИСТЕМА СБОРА, ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ И
УТИЛИЗАЦИИ СВАЛОЧНОГО ГАЗА НА ПОЛИГОНАХ
ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

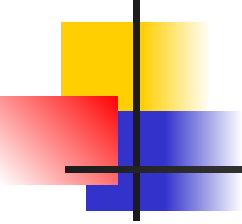


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

1. тело полигона
2. газовая скважина
3. конденсатоотводчик
4. газосборный трубопровод
5. газосборная станция
6. сборник конденсата
7. компрессорная станция

8. факельная установка
9. газовый трубопровод
10. БТЭС (блочная теплоэлектростанция)
11. трансформаторная станция
12. ЛЭП (линия электропередач)
13. административное здание

Очистка сингаза

- 
- Сингаз не годится для производства топлива. Чтобы получить хозяйственную пользу свалочный газ перерабатывают в скрубберах. Скруббер – это аппарат, созданный для очистки свалочного газа. Очистка газа здесь осуществляется при помощи подачи воды. Промывка – одна из оптимальных очистных операций в виду своей относительной дешевизны.
 - После промывки сингаз можно использовать в следующих процессах:
 - генерация тепловой энергии методом прямого сжигания,
 - топливная смесь для различных двигателей и турбинных агрегатов для получения электрической энергии и тепла.



КАРТА ПОСЛЕ РЕКУЛЬТИВАЦИИ

ПЛОЩАДКА ДЛЯ КОМПОСТА

ЕМКОСТИ ДЛЯ СБОРА ФИЛЬТРАТА

SOLAR SPARK

ОГРАЖДЕНИЕ

ВОДОТВОДНАЯ КАНАВА

РАБОЧАЯ КАРТА

КОМПЛЕКС
ПО СОРТИРОВКЕ ТБО

АВТОМАТИЧЕСКАЯ
СИСТЕМА ВЗВЕШИВАНИЯ