

ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»
Институт гражданской защиты
Кафедра инженерной защиты окружающей среды

**Проектирование полигонов
твердых бытовых отходов**

Учебно-методическое пособие

Ижевск 2016

УДК 502.174.1:628.4(075.8)
ББК 38.941я73
П 791

Рекомендовано к изданию Учебно-методическим советом УдГУ

Рецензент: к.пед.н., доцент Попков А.В.

Составитель: к.т.н., доцент О.П. Дружакина.

Дружакина О.П.

П 791 Проектирование полигонов твердых бытовых отходов / О.П. Дружакина. – Ижевск: Изд-во «Удмуртский университет», 2016. – 28 с.

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы и методики проектирования полигонов для захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) в соответствии с требованиями экологических нормативов.

В пособии представлены четыре практические работы по изучению проектирования и строительства полигонов ТБО и их рекультивации, по измерению основных проектных параметров полигонов ТБО, которые включают в себя теоретическую часть, порядок проведения расчетов и методику анализа полученных результатов.

Пособие может быть рекомендовано как для выполнения практических работ по дисциплинам «Физико-химические основы утилизации ТБО» и «Санитарная охрана территории и управление отходами производства и потребления», так и для написания курсовых работ, ВКР, магистерских диссертаций, выполнения проектов НИРС и т.п.

УДК 502.174.1:628.4(075.8)
ББК 38.941я73

© Дружакина О.П., 2016
© ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет», 2016

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	..... 4
Общие положения	.....6
Практическая работа №1. «Выбор участка под строительства полигона ТБО»	..... 8
Задания для самостоятельного выполнения	.....12
Контрольные вопросы	.....12
Практическая работа №2. «Схема полигона ТБО»,	.....13
Задания для самостоятельного выполнения	.....15
Контрольные вопросы	.....16
Практическая работа №3. «Эксплуатация полигона ТБО»	.....16
Задания для самостоятельного выполнения	.....20
Контрольные вопросы	.....21
Практическая работа №4. «Рекультивация полигонов ТБО»	.....21
Контрольные вопросы	.....23
Список литературы	.... 24
ПРИЛОЖЕНИЯ	..... 25

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данное пособие разработано для изучения современных путей проектирования и строительства полигонов твердых бытовых отходов. В методическом пособии рассмотрены вопросы проектирования полигонов захоронения ТБО согласно действующей нормативно-правовой базе в области обращения с отходами. При выполнении практических заданий магистранты осваивают основы проектирования и методы расчета отдельных конструктивных элементов полигона, углубляют свои знания по организации, эксплуатации полигона и его рекультивации. Так же учащиеся приобретают навыки работы с нормативной, справочной и технической литературой.

Актуальность разработки учебно-методического пособия по проектированию обусловлена тем, что в настоящее время существует потребность в подготовке специалистов высокого профессионального уровня, затрагивающих область инженерного проектирования и строительства полигонов ТБО. На сегодняшний день вопросам утилизации и размещению отходов производства и потребления уделяется повышенное внимание: проектируются и вводятся в эксплуатацию новые полигоны ТБО, проводится реконструкция старых мест складирования отходов.

Главной целью данного учебно-методического пособия является помочь студентам в усвоении знаний и приобретении необходимых навыков в области проектирования полигонов ТБО.

Дисциплина относится к категории профилирующих инженерных дисциплин, насыщен наглядным и методическим материалом по расчету основных проектных величин, необходимых при строительстве полигонов ТБО, что несомненно должно помочь в изучении конструкции полигона ТБО и его эксплуатации.

Структура пособия. Учебной программой предусмотрено проведение лекций, практических занятий и курсовая работа. Пособие включает четыре практические работы:

1. «Выбор участка под строительство полигона ТБО», где представлены основные принципы размещения полигонов ТБО;
2. «Схема полигона ТБО», позволяющая изучить конструктивные особенности полигона ТБО, познакомиться с его основными элементами;
3. «Эксплуатация полигона ТБО» дает общее представление о технологической схеме эксплуатации полигона, позволяет изучить основные операции, выполняемые при заполнении полигона отходами;

4. «Рекультивация полигонов ТБО» позволяет ознакомиться с этапами рекультивации полигонов и их технологической схемой.

Особенностью данного пособия является сочетание богатого теоретического и графического материала с методиками расчета необходимой площади отвода участка земли для строительства полигона захоронения ТБО и эксплуатационных параметров.

При подготовке пособия составителями использована как учебно-методическая литература, вышедшая за последние годы, так и действующая нормативная база (СНиП, ГОСТы, СП), ресурсы сети Интернет, использование которых позволит магистрантам расширить уровень познаний, поможет в написании курсовых работ и подготовке к практическим занятиям.

Данное учебно-методическое пособие направлено на формирование у студентов по направлению подготовки «Природообустройство и водопользование» (дисциплины «Физико-химические основы утилизации ТБО» и «Санитарная охрана территории и управление отходами производства и потребления») таких компетенций как:

При работе с пособием рекомендуется изучить теоретические материалы по теме и методику расчета отдельных конструктивных элементов полигона.

Каждая практическая работа содержит теоретическую и прикладную части, что позволяет комплексно изучать учащемуся тему, ознакомиться с порядком расчета параметров, необходимых для проектирования полигонов ТБО и их эксплуатации.

Для контроля знаний в работах предусмотрены контрольные вопросы по изучаемым темам, задания для самостоятельного выполнения учащимися в виде задач.

Пособие богато наглядными материалами по проектированию полигонов, схемами их расположения и особенностями отдельных элементов полигонов.

Общие положения

Полигоны захоронения ТБО - инженерно-экологические комплексы, предназначенные для централизованного приема ТБО, их обезвреживания и захоронения, предотвращающие распространение загрязняющих веществ в компоненты природной среды.

На полигоны захоронения ТБО принимают:

бытовые отходы и отходы потребления из жилых зданий, учреждений и предприятий общественного назначения, объектов оптово-розничной торговли промышленными и продовольственными товарами;

- строительные отходы, образованные при сносе, ремонте, реконструкции, новом строительстве зданий и сооружений, отходы стройиндустрии, промышленные отходы, приравненные к ТБО, древесно-растительные отходы от планового ухода за зелеными насаждениями городов;

- твердые промышленные отходы IV класса опасности по согласованию с органами природных ресурсов и охраны окружающей среды, санитарно-эпидемиологическими службами и учреждениями коммунальной сферы, в количестве, не превышающем 30% от массы принимаемых ТБО,

- отходы лечебно-профилактических учреждений (ЛПУ) в соответствии с «Правилами сбора, хранения и удаления отходов лечебно-профилактических учреждений».

Запрещен прием на полигоны следующих видов отходов:

- строительных, содержащих асбестовый шифер в виде боя, шлаки, золы, отработанный асбест, отходов мягкой кровли, имеющих 4-й класс опасности;
- промышленных 1, 2 и 3 классов опасности;
- радиоактивных, независимо от уровня их радиации;
- ртутных ламп и продуктов демеркуризации.

Полигоны ТБО по видам принимаемых отходов подразделяют на два класса:

- полигоны ТБО 1-го класса – полигоны, на которых разрешено размещать отходы, содержащие $\leq 25\%$ органические примеси, при разложении которых образуются вредные вещества в количествах, не превышающих значения ПДК;

- полигоны ТБО 2-го класса - полигоны, на которых размещают отходы, содержащие $> 25\%$ органические примеси, а также другие виды отходов, при разложении которых образуются вредные вещества в количествах превышающих значения ПДК.

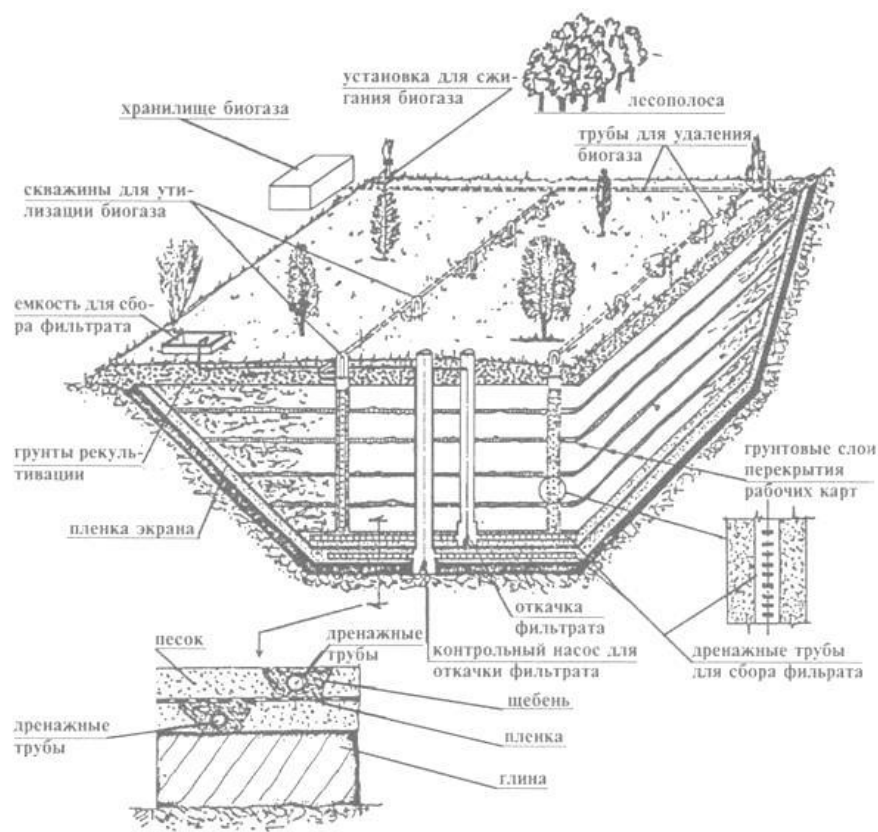


Рисунок 1 – Схема полигона карьерного и овражного типов

В состав проекта строительства полигона ТБО в соответствии со СНиП 11-01-95 входят следующие разделы:

1. Общая пояснительная записка с описанием гидрогеологических условий и обоснованием выбора площадки участка строительства;
2. Генеральный план и транспорт;
3. Технологические решения (расчет вместимости полигона, технологическая схема заполнения полигона с учетом очередности его строительства, конструкция противофильтрационных экранов, продольный и поперечный разрезы участка складирования, рекомендации по рекультивации участка после закрытия полигона для приема ТБО);
4. Организация и условия труда работников (охрана труда);
5. Управление производством и предприятием (режим эксплуатации, расчет потребности в эксплуатационном персонале, машинах и механизмах);
6. Архитектурно-строительная часть (организационно-хозяйственная зона полигона);
7. Инженерное оборудование, сети и системы (системы сбора и удаления фильтрата и биогаза);

8. Организация строительства;
9. Охрана окружающей среды (санитарно-защитная зона и организация экологического мониторинга);
10. Инженерно-технические мероприятия гражданской обороны. Мероприятия по предупреждению чрезвычайных ситуаций;
11. Сметная документация.

Практическая работа №1

ВЫБОР УЧАСТКА ПОД СТРОИТЕЛЬСТВО ПОЛИГОНА ТБО

Цель работы: ознакомиться с критериями размещения полигонов ТБО, определить проектируемую вместимость полигона для обоснования требуемой площади для отвода земельного участка под складирование ТБО.

При выборе перспективных участков для размещения полигона руководствуются следующими принципами:

- а) участки, на которых природные условия исключают размещение полигонов;
- б) участки, на которых природные условия не способствуют существенному негативному воздействию полигонов на компоненты природной среды.

Благоприятными земельными участками с точки зрения размещения полигонов считаются:

- открытые, хорошо продуваемые (проветриваемые), незатопляемые и неподтопляемые, допускающие проведение природоохранных мероприятий и выполнение инженерных решений, обеспечивающих предотвращение загрязнения окружающей среды;
- расположенные с подветренной стороны относительно нахождения населенных пунктов и рекреационных зон, в соответствии с розой ветров;
- расположенные ниже мест водозаборов хозяйственно-питьевого водоснабжения, рыбоводных хозяйств, мест нереста, массового нагула и зимовальных ям рыбы;
- удаленные от аэропортов на 15 км и более, от сельскохозяйственных угодий и транзитных магистральных дорог на 200 м, от лесных массивов и лесопосадок, не предназначенных для рекреации, на 50 м;
- на которых обеспечивается соблюдение 500 м санитарно-защитной зоны от жилой застройки до границ полигона;

- с преобладающими уклонами в сторону населенных пунктов, промышленных предприятий, сельскохозяйственных угодий и лесных массивов не более 1,5%,
- с залеганием грунтовых вод при наибольшем подъеме их уровня не менее 1 м от нижнего уровня складироваемых отходов;
- с преобладанием в геологическом разрезе четвертичных отложений, экранирующих пород (в том числе маренных суглинков), характеризующихся коэффициентом фильтрации 10^{-7} м/с и менее;
- с развитым региональным водоупорным горизонтом (юрские глины), характеризующимся отсутствием «гидрогеологических окон» и значительных по площади трещиноватых зон;
- с отсутствием опасных геологических процессов (оползневых, карстово-суффозионных, овражно-эрозионных и т.д.).

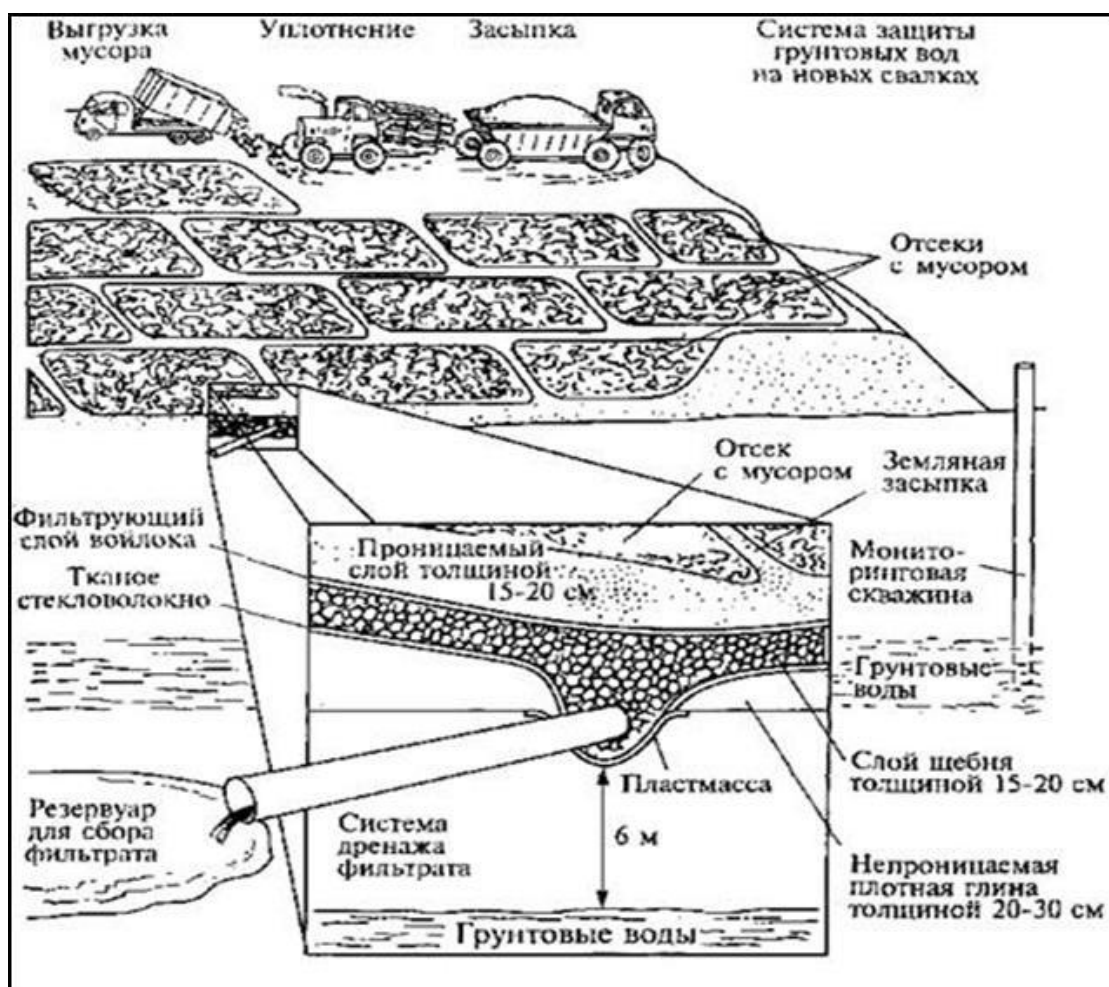


Рисунок 2 – Принципиальная схема полигона ТБО
(вертикальная планировка элементов)

Оценку гидрогеологической обстановки выполняют при проведении полевых исследований. Критерии по оценке гидрогеологических условий носят, в основном, рекомендательный характер и их несоблюдение может быть компенсировано использованием технологических решений.

Размер участка размещения полигона устанавливают, исходя из условия продолжительности эксплуатации полигона в течение 15...20 лет. По форме в плане наиболее благоприятны земельные участки близкие к квадрату, и позволяющие устраивать полигоны с наибольшей высотой складирования отходов. Необходимую площадь для отвода земельного участка определяют исходя из проектной вместимости полигона и проектной высоты складирования отходов.

Методические рекомендации

Расчет проектной вместимости полигона ТБО

Для обоснования требуемой площади для отвода земельного участка под складирование ТБО, в первую очередь, необходимо определить проектируемую вместимость полигона (E_T).

Расчет ведут с учетом удельной обобщенной годовой нормы накопления ТБО на одного жителя, (включая ТБО из учреждений и организаций), количества обслуживаемого полигоном населения, расчетного срока эксплуатации полигона, степени уплотнения ТБО на полигоне. Требуемую для отвода площадь участка складирования ТБО, определяют делением проектируемой вместимости полигона (m^3) на принимаемую в проекте высоту полигона (m).

Проектную вместимость полигона (E_T) определяют на расчетный период эксплуатации полигона

$$E_m = \frac{(Y^* + Y^{**}) \times (H^* + H^{**}) \times T \times (\kappa_2 / \kappa_1)}{4}, \quad (1)$$

где T – принимаемый срок эксплуатации полигона; Y^* и Y^{**} – удельные годовые нормы накопления ТБО на 1-й и последний годы эксплуатации полигона, $m^3/\text{чел. год}$; Y^* – удельная норма накопления ТБО по объему на 1-й год эксплуатации полигона определяется как удельная обобщенная годовая норма накопления ТБО на одного жителя, (включая ТБО из учреждений и организаций);

Y^{**} – удельная норма накопления ТБО по объему на последний год эксплуатации полигона, определяется из условия ежегодного прироста ее по объему на 3%:

$$Y^{**} = Y^* \times (1,03)^{T-1}; \quad (2)$$

N^* и N^{**} – соответственно количество обслуживаемого полигоном населения на 1-й и последний годы эксплуатации полигона, согласно генеральному плану развития района застройки. Исходя из этого, если ожидается ежегодный рост населения на 2%, тогда:

$$N^{**}=N^*(1,02)^{T-1}; \quad (3)$$

k_1 – коэффициент, учитывающий уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона за срок T (таблица 1); k_2 - коэффициент, учитывающий объем изолирующих слоев грунта (промежуточных и окончательного) (таблица 2);

Таблица 1 – Зависимость коэффициента уплотнения ТБО (k_1) от высоты полигона ($H_{пл}$)

Полная проектная высота полигона ($H_{пл}$), м	k_1
до 10	3
от 11 до 20	3,7
от 21 до 50	4
от 51 и более	4,5

Таблица 2 – Значения коэффициента k_2

Общая высота, м	5,25	7,5	9,75	12...15	16...49	40...50	Более 50
k_2	1,37	1,27	1,25	1,22	1,2	1,18	1,16

Примечание:.. При обеспечении работ по промежуточной и окончательной изоляции полностью за счет грунта, разрабатываемого в основании полигона, $k_2=1$.

Пример расчета

Исходные данные: расчетный срок эксплуатации $T=20$ лет. Годовая удельная норма накопления ТБО с учетом жилых зданий и непромышленных объектов на год проектирования $Y^*=1,3$ м/чел.год. Количество обслуживаемого населения на год проектирования $N^*=350$ тыс. чел., прогнозируется через 20 лет с учетом близко расположенных населенных пунктов $N^{**}=520$ тыс. чел. Высота складирования ТБО, предварительно согласованная, $H_{п}=40$ м.

Порядок решения:

1. Определим значение параметров, отсутствующих в исходных данных. Удельная годовая норма накопления ТБО по объему на 20-й год эксплуатации определяется из условия ежегодного роста ее по объему на 3% (среднее значение по РФ 3-5%).

$$Y^{**}=Y^* \times (1,03)^T=1,3 \times (1,03)^{20-1}=2,4 \text{ м/чел.год};$$

2. Коэффициент κ_1 , учитывающий уплотнение ТБО в процессе эксплуатации полигона за весь срок принимаем по табл.1. Тогда при $H_{\text{п}}=40,0 \text{ м} \rightarrow \kappa_1=4$.

3. Коэффициент κ_2 , учитывающий объем изолирующих слоев грунта в зависимости от общей высоты, принимаем по табл.2. Тогда при $H_{\text{п}}=40,0 \text{ м} \rightarrow \kappa_2=1,2$.

4. Вместимость полигона на расчетный срок определяется по формуле (1):

$$E_m = \frac{(Y^* + Y^{**}) \times (H^* + H^{**}) \times T \times (\kappa_2 / \kappa_1)}{4} = \frac{(1,3 + 2,4) \times (350000 + 520000) \times 20 \times (1,2 / 4)}{4} = 4828500 \text{ м}^3$$

Задания для самостоятельного выполнения

Расчетный срок эксплуатации проектируемого полигона ТБО T лет. Количество обслуживаемого полигоном населения на 1-й год – по вариантам указано в таблице 3 - (H^*) определяется общим количеством населения в рассматриваемых населенных пунктах. Согласно генеральному плану развития района застройки ожидается ежегодный рост населения на 2%. Годовая удельная норма накопления ТБО с учетом жилых зданий и непромышленных объектов на год проектирования Y^* м /чел.год. Удельная норма накопления ТБО по объему на последний год эксплуатации полигона, определяется из условия ежегодного прироста ее по объему на 3%. Высота складирования ТБО на полигоне согласованная с архитектурно-планировочным управлением $H_{\text{п}}$ м.

Определите вместимость полигона ТБО на расчетный срок.

Таблица 3 – Задание по вариантам

Вариант	Срок эксплуатации, лет	Численность населенных пунктов, тыс. чел.			Годовая удельная норма накопления ТБО, м/чел.год	Высота складирования ТБО, м
		H_1	H_2	H_3		
№	T	H_1	H_2	H_3	Y^*	$H_{\text{п}}$
1	20	38	50	65	1,5	20
2	10	15	35	40	1,1	15
3	15	27	30	44	1,2	17

Контрольные вопросы

1. Назовите благоприятные земельные участки для размещения полигона ТБО.
2. Сколько метров составляет СЗЗ от жилой застройки до границ полигона?
3. Какой расчетный параметр имеет первостепенное значение для обоснования требуемой площади для отвода земельного участка под складирование ТБО?

Практическая работа №2

СХЕМА ПОЛИГОНА ТБО

Цель работы: ознакомиться с устройством полигона ТБО – с его основными элементами. Определить требуемую площадь земельного участка для размещения полигона.

Теоретическая часть

Элементами полигона являются: подъездная дорога, участок складирования ТБО, административно- хозяйственная зона.

Подъездная дорога соединяет существующую транспортную магистраль с полигоном и рассчитывается на двухстороннее движение шириной не менее 6,5 м.

На пересечении дороги с участком полигона размещают пост контроля въезда и выезда мусоровозов и административно- хозяйственную зону.

Участок складирования – основное сооружение полигона. Он занимает около 85-95% площади полигона ТБО. Участок складирования обычно разбивают на очереди эксплуатации с учетом обеспечения производства работ по приему ТБО в течение 3-5 лет на каждой очереди.

Участки складирования должны быть защищены от вышерасположенных земельных массивов. Для перехвата ливневых и паводковых вод по верхней границе участка проектируют нагорные каналы. На расстоянии 1...2 м от нагорных каналов по периметру полигона размещают ограждение. На расстоянии 2 м от ограждения полигона размещают посадки деревьев. На расстоянии 2-3 м от внешнего откоса котлована устраивают кольцевую дорогу с односторонним движением шириной не менее 3,5 м.

Между кольцевой дорогой и лесопосадками располагают кавальеры с плодородным и минеральным грунтом, которые в процессе эксплуатации полигона используют для изоляции отходов, (рис.3).

Защита от загрязнения почв и грунтовых вод осуществляется путем устройства специального противофильтрационного экрана, уложенного по всему днищу и бортам полигона, системы перехвата, отвода и очистки фильтрата, а также системы наблюдательных скважин для контроля качества грунтовых вод.

Защита от загрязнения почв и воздушного бассейна осуществляется путем ежедневного перекрытия заполненных рабочих карт полигона слоями грунта, организации системы сбора, отвода и утилизации биогаза, оборудования рабочих карт

переносными сетками, перехватывающими разносимые ветром легкие фракции (бумага, пленки), рекультивации поверхности заполненных участков полигона.

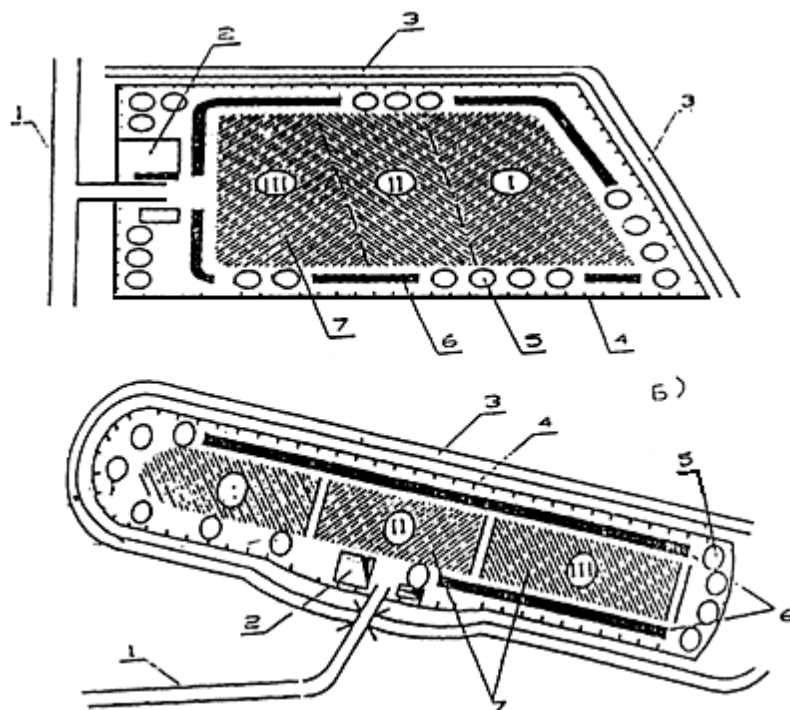


Рисунок 3 – Схема размещения основных сооружений полигона
 а - при соотношении длины и ширины полигона менее 1:2; б - то же, при соотношении более 1:3; 1 - подъездная дорога; 2 - хозяйственная зона; 3 - нагорная канава; 4 - забор; 5 - зеленая зона; 6 - грунт для изолирующих слоев; 7 - площадки складирования отходов I, II и III очереди эксплуатации.

Защита поверхностных водных объектов от загрязнения ливневыми и талыми водами, стекающими с территории полигона, ограниченной лесополосой, осуществляется путем очистки поверхностного стока на площадке "биоплато" и отвода транзитных поверхностных вод.

Методика расчета

Расчет требуемой площади земельного участка для размещения полигона

Требуемая площадь полигона (Φ) определяется по формуле

$$\Phi = k_3 \times \Phi_{\text{ус}} + \Phi_{\text{доп}}, \quad (4)$$

где k_3 – коэффициент, учитывающий полосу вокруг участка складирования, $k_3=1,1$; $\Phi_{\text{ус}}$ - площадь участка складирования, га; $\Phi_{\text{доп}}$ – площадь участка административно-хозяйственной зоны, га.

Площадь участка складирования находят из формулы:

$$\Phi_{\text{ус}} = \frac{3E_m}{H_{\text{пл}}}, \quad (5)$$

где E_T - проектная вместимость полигона на расчетный период эксплуатации полигона, м^3 ; $H_{\text{пл}}$ - проектная высота полигона ТБО, м; 3 - коэффициент, учитывающий заложение внешних откосов 1: 4.

Размер участка административно-хозяйственной зоны принимаем:

$$\Phi_{\text{доп}} = 0,1 \times \Phi_{\text{ус}}. \quad (6)$$

Пример расчета

Исходные данные: проектная вместимость полигона (см. выше) на расчетный период эксплуатации полигона $E_T = 4,8$ млн. м^3 . Проектная высота полигона $H_{\text{пл}} = 40$ м.

Определим значение параметров, необходимых для расчета требуемой площади полигона ТБО (Φ), отсутствующих в исходных данных.

Площадь участка складирования определим по формуле (5):

$$\Phi_{\text{ус}} = \frac{3E_m}{H_{\text{пл}}} = \frac{3 \times 4,8 \times 10^6}{40} = 360000 \text{ м}^2 = 36 \text{ га}$$

Размер участка административно-хозяйственной зоны находим по формуле (6):

$$\Phi_{\text{доп}} = 0,1 \times \Phi_{\text{ус}} = 0,1 \times 36 = 3,6 \text{ га}$$

Далее, используя формулу (4), рассчитываем требуемую площадь для размещения полигона ТБО: $\Phi = k_3 \times \Phi_{\text{ус}} + \Phi_{\text{доп}} = 1,1 \times 36 + 3,6 = 43,2 \text{ га}$

Задание для самостоятельного выполнения

Рассчитать площадь, требуемую для размещения полигона ТБО, используя следующие данные (таблица 4):

Таблица 4 – Задания по вариантам

Вариант	Срок эксплуатации, лет	Численность населенных пунктов, тыс. чел.			Годовая удельная норма накопления ТБО, м/чел.год	Высота складирования ТБО, м
		N_1	N_2	N_3		
№	T	N_1	N_2	N_3	Y^*	$H_{\text{пл}}$
1	20	38	50	65	1,5	20
2	10	15	35	40	1,1	15
3	15	27	30	44	1,2	17

Контрольные вопросы

1. Назовите основные элементы полигона ТБО.
2. Какую часть общей площади полигона должен составлять участок складирования отходов?
3. Назовите мероприятия, позволяющие минимизировать отрицательное воздействие полигона на окружающую среду.

Практическая работа №3 ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОЛИГОНА ТБО

Цель работы: ознакомиться с технологической схемой эксплуатации полигона ТБО и с основными операциями, выполняемыми при заполнении полигона отходами.

Освоить методику расчета технологические параметры для таких операций как разгрузка отходов и организация рабочей карты, необходимого количества воды для увлажнения ТБО.

Теоретическая часть

В процессе заполнения полигона отходами должны обеспечиваться проходимость мусоровозов и строительной техники, а также общая устойчивость возводимого сооружения из свалочных грунтов.

Технологическая схема эксплуатации включает пять очередей. Первая очередь представляет собой пусковой комплекс. В пусковой комплекс входят состав сооружений и виды работ, необходимые для обеспечения производственной деятельности предприятия.

Состав работ пускового комплекса включает следующие работы: строительство автодороги до полигона; ограждение территории полигона и установка ворот; возведение хозяйственно-административной зоны с полным набором сооружений; разработка грунта в котловане 1-й очереди и складирование его во временные кавальеры; строительство кольцевой автодороги от хозяйственной зоны до полигона; строительство нагорного канала и пожарного пруда; прокладка сети электроснабжения.

Далее ведут подготовку котлована 1-й очереди под эксплуатацию. Состав работ подготовки котлована 1-й очереди включает: планировку основания до проектных отметок с разуклонкой под дренажную сеть; устройство противодиффузионного экрана по дну и откосам котлована; укладку дренажных труб с устройством устьевого колодца. После этого производят заполнение котлована 1-й очереди до уровня дневной

поверхности земли. В процессе заполнения полигона отходами ведут прием отходов, их складирование и перекрытие уплотненных отходов минеральным грунтом. Основные этапы складирования отходов на полигоне приведены на рис. 4.

Для обеспечения общей устойчивости полигона как насыпного сооружения после заполнения котлована 1-й очереди по его периметру осыпают дамбы обвалования из минерального грунта и ведут заполнение 1-й очереди отходами по высотной схеме до верхней проектной отметки 1-го яруса. Аналогично ведутся работы по заполнению 2-й, 3-й и 4-й очередей эксплуатации полигона. После заполнения 1,2,3 и 4 очередей полигона до проектной отметки 1-го яруса верхнее основание выравнивают минеральным грунтом под единый уровень и по высотной схеме приступают к заполнению 5-й очереди эксплуатации полигона (2-го яруса).

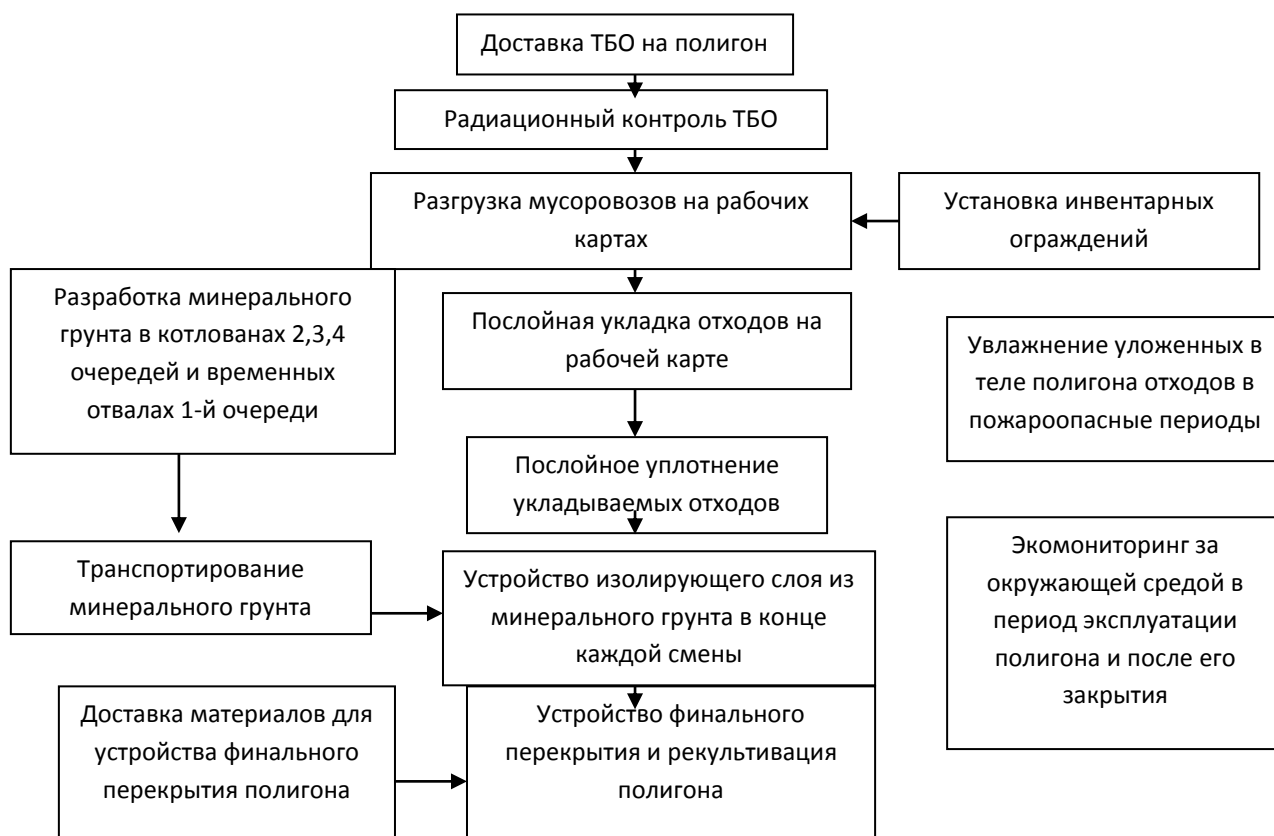


Рисунок 4 – Основные операции, выполняемые при заполнении полигона отходам

Заполнение полигона отходами ведут картовым методом. Прибывающие на полигон мусоровозы разгружаются возле рабочих карт. Для этих целей вблизи каждой рабочей карты организуют площадку разгрузки, которую условно разбивают на две части: на одной разгружаются мусоровозы, на другой работают бульдозеры.

Выгруженные из мусоровозов отходы накапливают на площадке и затем бульдозерами перемещают в рабочие карты. Заполнение рабочих карт ведут по методу «надвиг» при работе на нижних отметках, либо по методу «сталкивание» - на верхних отметках.

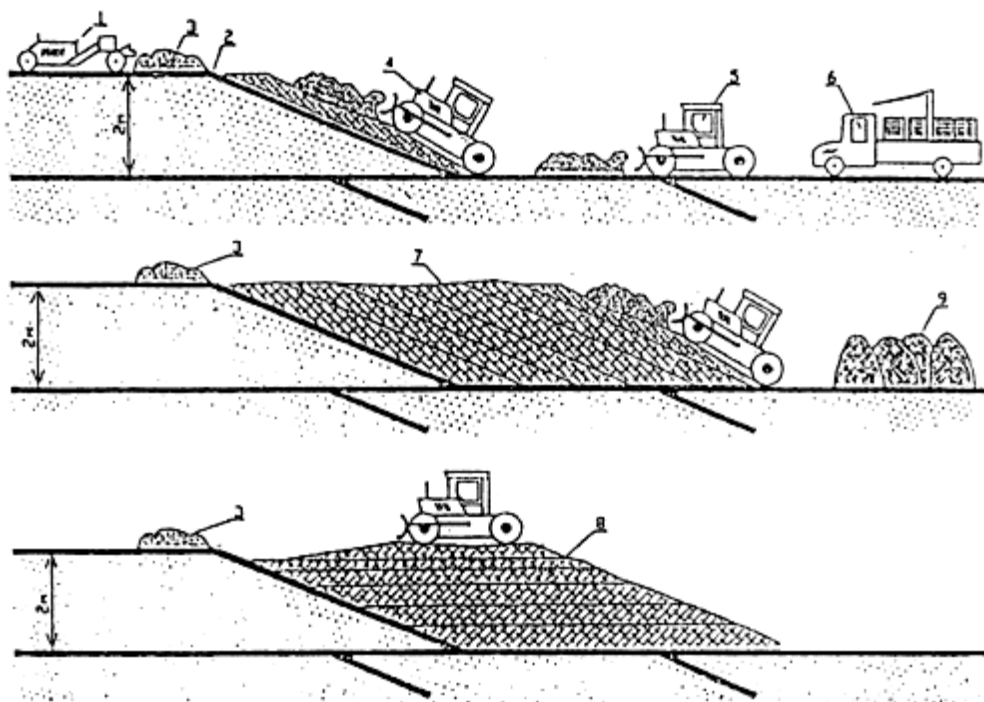


Рисунок 5 – Схема укладки отходов методом "надвига" (снизу вверх):
 1 - скрепер, доставляющий грунт; 2 - изолирующий слой; 3 - грунт для изоляции; 4 - бульдозер, уплотняющий ТБО; 5 - бульдозер, транспортирующий ТБО от места выгрузки из мусоровоза к рабочей карте; 6 - мусоровоз на месте выгрузки; 7 - укладка наклонных слоев; 8 - укладка тонких горизонтальных слоев; 9 - выгруженные ТБО

Методические указания

1. Организация разгрузки ТБО

Объем ТБО, разгружаемых одновременно, определяется по формуле:

$$O_c = 0,125 O_{p,d}, \quad (7)$$

где $O_{p,d}$ - объем ТБО, принимаемых у рабочей карты за рабочий день;

0,125 - коэффициент, определяющий минимальную площадь разгрузки мусоровозов.

ТБО доставляются мусоровозами, вмещающими V (m^3), каждому мусоровозу для разгрузки требуется площадка S m^2 .

На участке площадки одновременно будут разгружаться N мусоровозов:

$$N = O_c \setminus V \quad (8)$$

Площадь участка разгрузки S_p (m^2) составит:

$$S_p = S \times N \quad (9)$$

Общая площадь участка перед рабочей картой, где осуществляется разгрузка:

$$S_{общ.} = S_p \times 2 \quad (10)$$

2. Организация рабочей карты

Расчет требуемой площади рабочей карты $\Phi_{р.к.}$ осуществляется по формуле:

$$\Phi_{р.к.} = O_{р.д.} P_1 \setminus 2P_{п}, \quad (11)$$

где P_1 - плотность поступающих на полигон ТБО;

$P_{п}$ - плотность ТБО после уплотнения бульдозерами.

Принимается рабочая карта шириной H и длиной L . Участок перед рабочей картой, где осуществляется разгрузка, принимается той же длины и шириной.

3. Определение потребности в воде для увлажнения ТБО

Влажность принимаемых на полигон ТБО - B_1 , (%), их необходимо увлажнить до B_2 (%), т.е. на $X\%$. На 1000 кг ТБО необходимо подать воды:

$$P_{в} = 1000 \times X \quad (12)$$

На 1 м³ ТБО плотностью ρ (кг/м³) подается воды:

$$P_{в1} = P_{в} \times \rho \quad (13)$$

Общий расход воды на увлажнение 1000 м³ ТБО за сутки составит $1000 \times P_{в1}$ (м³/сут).

Пример расчета

Исходные данные: объем ТБО, принимаемых у рабочей карты за рабочий день $O_{р.д.} = 1000$ м/сут. ТБО доставляются мусоровозами, вмещающими 23 м³, каждому мусоровозу для разгрузки требуется площадка 50 м². Плотность поступающих на полигон ТБО $\rho_1 = 200$ кг/м³, плотность ТБО после уплотнения бульдозерами $\rho_2 = 617$ кг/м³. Высота уплотненного ТБО на карте 2 м.

Объем ТБО, разгружаемых одновременно, определяется по формуле (7):

$$O_c = 0,125 O_{р.д.} = 0,125 \times 1000 = 125 \text{ м}^3$$

Одновременно на участке площадки будут разгружаться N мусоровозов:

$$N = O_c \setminus V = 125 \setminus 23 = 5 \text{ мусоровозов}$$

Площадь участка разгрузки составит:

$$S_p = S \times N = 50 \times 5 = 250 \text{ м}^2$$

Следовательно, общая площадь участка перед рабочей картой:

$$S_{общ} = S_p \times 2 = 250 \times 2 = 500 \text{ м}^2.$$

Требуемую площадь рабочей карты $\Phi_{р.к.}$ рассчитаем по формуле (11):

$$\Phi_{р.к.} = O_{р.д.} P_1 \setminus 2P_{п} = 1000 \times 200 \setminus 2 \times 617 = 162 \text{ м}^2.$$

Принимается рабочая карта шириной 6 м и длиной 27 м. Участок перед рабочей картой, где осуществляется разгрузка, принимается той же длины 27 м и шириной $500:27=18,5$ м.

Влажность принимаемых на полигоне ТБО - 33%, необходимо увлажнить до 38%, т.е. на 5%.

На 1 т или 1000 кг ТБО необходимо подать воды: $P_v = 1000 \times 0,05 = 50$ л.

На 1 м³ ТБО плотностью $\rho = 200$ кг/м³ подается воды: $P_{v1} = P_v \times \rho = 50 \times 0,2 = 10$ л.

Общий расход воды на увлажнение 1000 м ТБО за сутки составит:

$$P_{\text{общ.}} = 1000 \times 10 = 10000 \text{ л/сут} = 10 \text{ м}^3/\text{сут.}$$

Задания для самостоятельного выполнения

Задача 1. Дневная норма приема ТБО $O_{p,d}$ м³/сут. ТБО доставляется мусоровозами вместительностью V м³, каждому мусоровозу требуется площадка 50 м² для разгрузки. Плотность поступающих на полигон ТБО - ρ_1 кг/м³, плотность ТБО после уплотнения бульдозерами - ρ_2 кг/м³, высота уплотненного слоя ТБО на карте - 2 м. Определить требуемую площадь карты и ее размеры. Исходные данные по вариантам указаны в таблице 5.

Таблица 5 – Задание по вариантам к задаче 1

Вариант	Дневная норма приема ТБО, м ³ /сут	Плотность поступающих на полигон ТБО, кг/м ³	Плотность ТБО после уплотнения бульдозерами, кг/м ³
№	$O_{p,d}$	ρ_1	ρ_2
1	340	200	670
2	560	210	560
3	630	250	730

Задача 2. Рассчитайте потребность в воде $P_{\text{общ.}}$ при работе на полигоне ТБО, если влажность принимаемых на полигон ТБО - $B_1\%$, их необходимо увлажнить до $B_2\%$. ТБО плотностью ρ кг/м³. Исходные данные по вариантам указаны в таблице 6.

Таблица 6 – Задание по вариантам к задаче 2

Вариант	Влажность принимаемых на полигон ТБО, %	Необходимая влажность ТБО, %	Плотность поступающих на полигон ТБО, кг/м ³
№	B_1	B_2	ρ
1	34	38	200
2	35	40	210
3	33	39	250

Контрольные вопросы

1. Сколько очередей включает в себя технологическая схема эксплуатации полигона ТБО?
2. Назовите основные операции, выполняемые при заполнении полигона отходами.
3. Как проходит заполнение полигона отходами?

Практическая работа №4

РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЛИГОНОВ ТБО

Цель работы : ознакомиться с основными этапами рекультивации полигонов ТБО.

Теоретическая часть

После заполнения полигона до проектной отметки производят его закрытие и выполняют работы его рекультивации. Для этого последний слой отходов перед закрытием полигона засыпают слоем минерального грунта.

Рекультивация закрытых полигонов - комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности восстанавливаемых территорий, а также на улучшение окружающей среды.

Рекультивацию полигона ведут в два этапа: технический и биологический.

Технический этап рекультивации полигона включает:

1. Укрепление внешних откосов полигона путем их выколаживания отсыпкой избыточного минерального грунта и почвы.
2. Завоз необходимых строительных материалов для устройства многофункционального перекрытия.

Устройство слабопроницаемого финального перекрытия и создание системы по сбору биогаза.

Биологический этап рекультивации включает комплекс агротехнических и фитомелиоративных мероприятий.

Для защиты сформированных грунтовых поверхностей от ветровой и водной эрозии производят их озеленение. По склонам и бермам (террасам) высаживают защитные древесно-кустарниковые насаждения, а по откосам выполняют посев многолетних трав.

Верхнее основание полигона обустривают в зависимости от целевого последующего использования.

Наиболее приемлемы для закрытых полигонов сельскохозяйственное, лесохозяйственное, рекреационное и строительное направление рекультивации.

Сельскохозяйственное направление рекультивации закрытых полигонов осуществляется в случае расположения полигона в зоне землепользования того или иного сельскохозяйственного предприятия. Оно имеет целью создание на нарушенных в процессе заполнения полигона землях пахотных и сенокосно-пастбищных угодий, площадей для поливного высокопродуктивного овощеводства, коллективного садоводства. При осуществлении сельскохозяйственного направления рекультивации выращивание овощей и фруктов, а также коллективное садоводство допускается через 10-15 лет, создание сенокосно-пастбищных угодий - через 1-3 года после закрытия полигона.

Лесохозяйственное направление рекультивации - создание на нарушенных полигонами землях лесных насаждений различного типа. Лесоразведение предусматривает создание и выращивание лесных культур мелиоративного, противозерозионного, полезащитного, ландшафтно-озеленительного назначения.

Строительное направление рекультивации закрытых полигонов - приведение территории закрытого полигона в состояние, пригодное для промышленного и гражданского строительства. Строительное направление осуществляется двумя способами: строительство объектов на территории закрытого полигона без вывоза свалочного грунта и с вывозом свалочного грунта.

Вопрос о капитальном строительстве на закрытых полигонах без вывоза свалочного грунта решается после проведения соответствующих исследований.

Гражданское строительство с подвальными помещениями (жилые здания, детские и лечебно-профилактические учреждения) на территории закрытого полигона без вывоза свалочного грунта не допускается.

При вывозе свалочного грунта жилищное строительство может быть разрешено только после проведения соответствующих санитарно-бактериологических исследований.

Технологическая схема выполнения рекультивационных работ приведена на рис.6 и рис. 7. По данной схеме производится вывоз откосов (1) бульдозером (2), погрузка и доставка автотранспортом на рекультивируемую территорию закрытого полигона плодородных и потенциально плодородных земель (4), которые разравниваются бульдозером (5) по поверхности полигона (6), чем создается рекультивационный слой (7) и закачивается технический этап. В дальнейшем

проводится биологический этап (8) и осуществляется одно из выбранных направлений рекультивации (9).

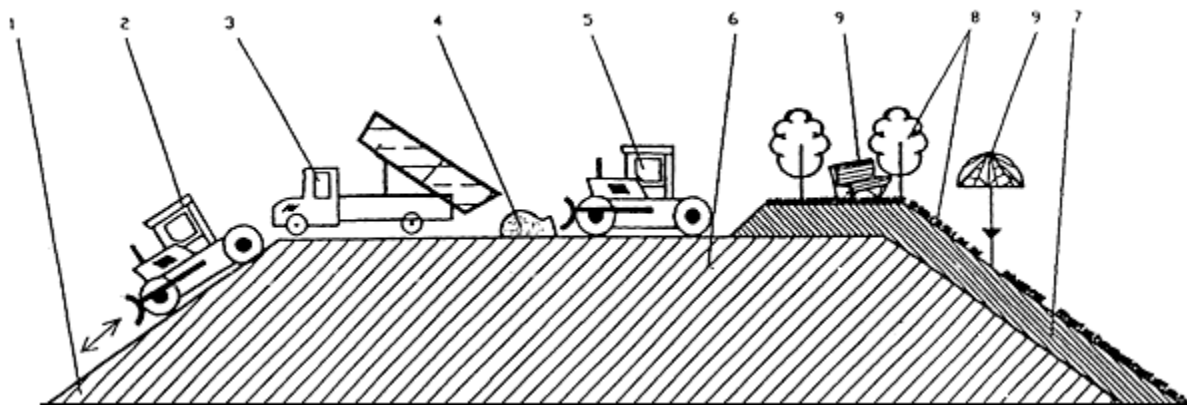


Рисунок 6 – Технологическая схема рекультивации закрытых свалок без переработки свалочного грунта: 1 - выложенный откос свалки; 2, 5 - бульдозер; 3 - автотранспорт; 4 - насыпная почва; 6 - закрытая свалка; 7 - рекультивируемый слой закрытой свалки; 8 - биологический этап рекультивации; 9 - рекреационное, сельскохозяйственное, лесохозяйственное направление рекультивации

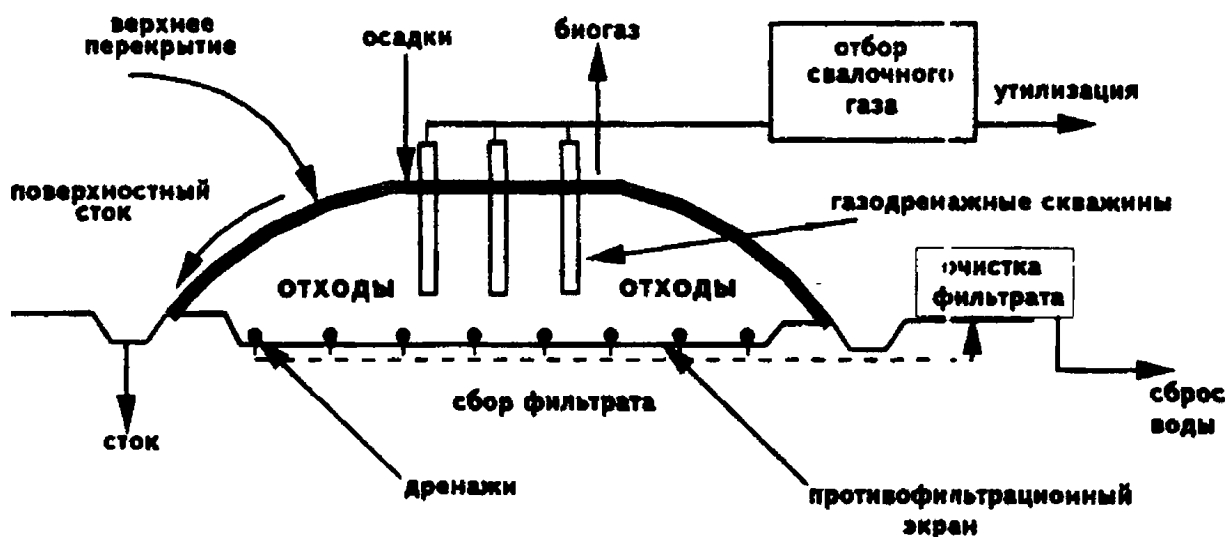


Рисунок 7 – Консервирование полигона

Контрольные вопросы

1. Даете определение понятию рекультивация полигона ТБО.
2. Какие два этапа рекультивации существуют и каковы их особенности?
3. Какие направления рекультивации наиболее приемлемы для закрытых полигонов?
4. Какое строительство не допускается на территории закрытого полигона?
5. Опишите технологическую схему рекультивации.

Рекомендуемая литература

1. СанПиН 2.1.7.722-98 Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов.
2. ТСН 30-308-2002 Проектирование, строительство и рекультивация полигонов твердых бытовых отходов в московской области, М.: Министерство строительства Московской области, 2002.
3. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. М.: АКХ им. Памфилова, 1997. – 66 с.
4. Сметанин В.И. «Защита окружающей среды от отходов производства и потребления» М., Колос, 2000. - 232 с.
5. Сметанин В.И., Соломин И.А., Соломина О.А. Проект полигона захоронения твердых бытовых отходов: учеб. пособие по курсовому проектированию для студентов, обучающихся по специальностям: 330200 – Инженерная защита окружающей среды. М.: МГУП, 2006. – 65 с.

Конструкции защитного экрана основания полигона

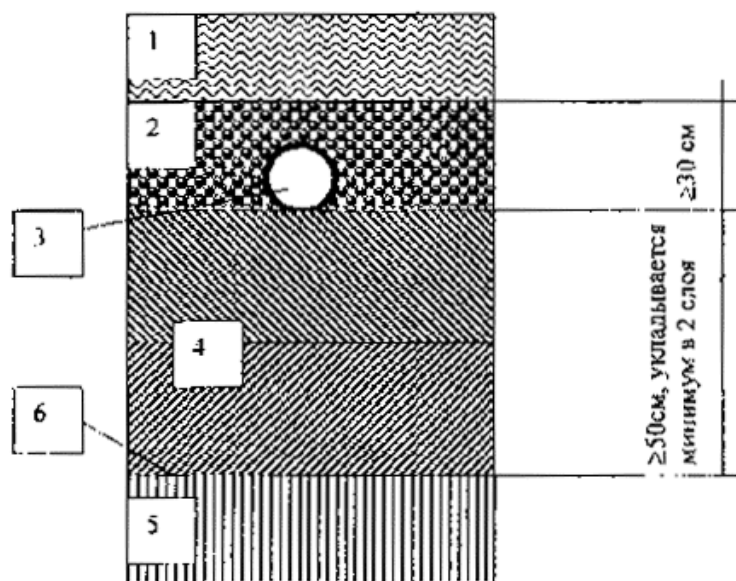


Рисунок 1 – Конструкция защитного экрана основания полигона 1-го класса: 1 - свалочный грунт, 2 - дренажный слой, 3 - дренажная труба, 4 - минеральный изоляционный слой, 5 - геологический барьер, 6 - планировочная отметка основания карты

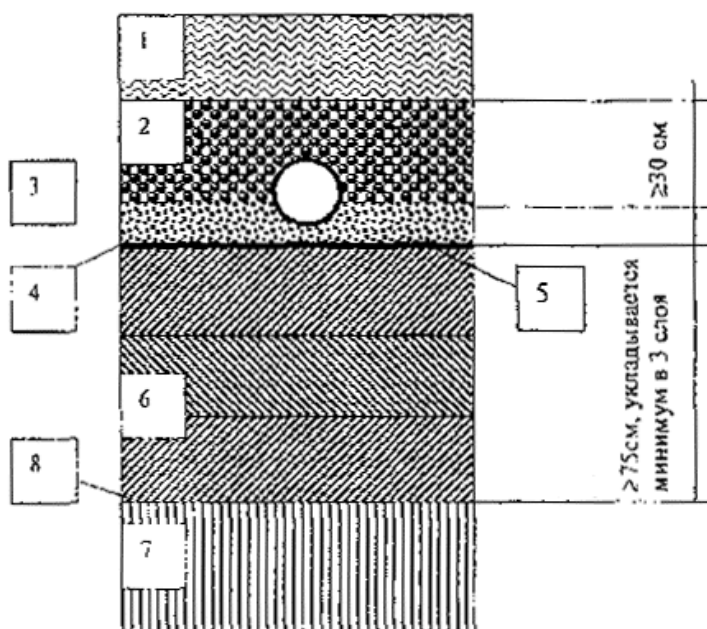


Рисунок 2 – Конструкция защитного экрана основания полигона 2-го класса: 1 - свалочный грунт, 2 - дренажный слой, 3 - дренажная труба, 4 - защитный слой, 5 - синтетическая гидроизоляция, 6 - минеральный изоляционный слой, 7 - геологический барьер, 8 - планировочная отметка основания карты полигона

Конструкции защитного экрана поверхности полигона

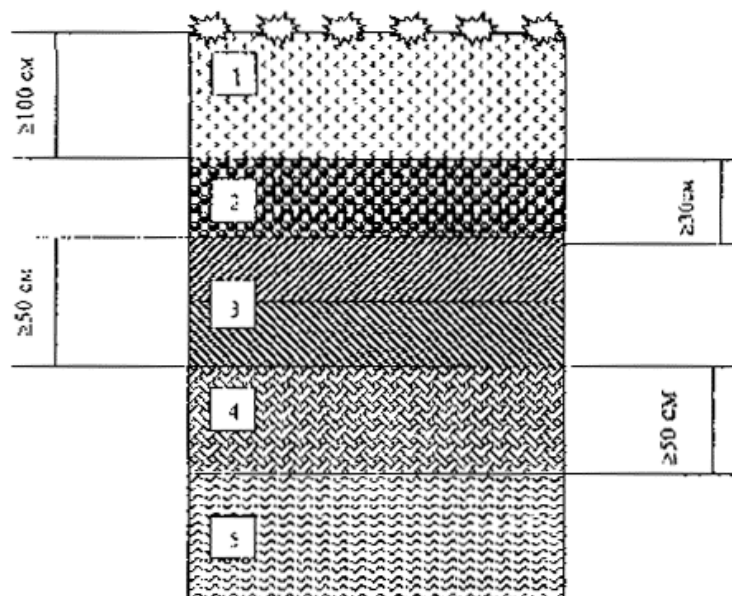


Рисунок 1 – Принципиальная схема конструкции защитного экрана поверхности полигона 1-го класса: 1 - рекультивационный слой, 2 - дренажный слой, 3 - минеральный гидроизоляционный слой, 4 - выравнивающий слой, дренаж для биогаза; 5 - свалочный грунт

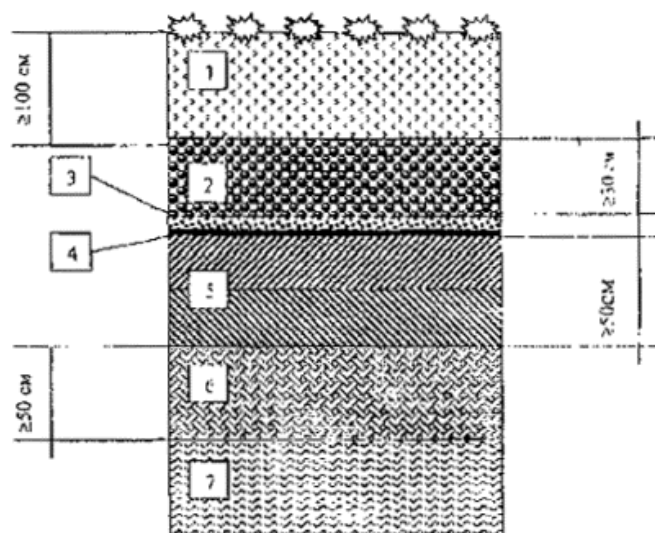


Рисунок 2 – Принципиальная схема конструкции защитного экрана поверхности полигона 2-го класса: 1 - рекультивационный слой, 2 - дренажный слой, 3 - защитный слой (из песка мелкого 15 см, из геотекстиля - не менее 2 см), 4 - синтетическая гидроизоляция, 5 - минеральный гидроизоляционный слой, 6 - выравнивающий слой, дренаж для биогаза; 7 - свалочный грунт

Этапы строительства полигона ТБО



Рисунок 1 – Строительство защитного экрана дна полигона



Рисунок 2 – Разравнивание и уплотнение отходов на полигоне

Учебное издание

Составитель

Дружакина Ольга Павловна

Проектирование полигонов твердых бытовых отходов

Учебно-методическое пособие

Отпечатано в авторской редакции с оригинал-макета заказчика

Подписано в печать _____. Формат 60×84 1\16

Печать офсетная. Усл.печ.л 4,41. Уч.-изд.л.4,2.

Тираж 30 экз. Заказ № _____.

Типография ФГБОУ ВО «Удмуртский государственный университет»

426034, Ижевск, ул. Университетская, 1, корп. 2. Тел. 68-57-18