



**СТРОЙИНЖСЕРВИС-2**

Заказчик: Департамент Смоленской области по природным ресурсам и экологии

Проектировщик: ООО «СТРОЙИНЖСЕРВИС-2» ГК № 3 от 27.07.2021 г.

**«Разработка проектной документации на ликвидацию  
(рекультивацию) несанкционированной свалки отходов,  
расположенной по адресу: Смоленская область, Кардымовский  
район, территория карьера нерудных материалов  
между д. Ермачки и д. Попово»**

## **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

### **Раздел 2**

**«Эколого-экономическое обоснование рекультивации земель»**

#### **Подраздел 2.5**

**«Система отведения свалочного газа»**

**Том 2.5**

**06-21-ГО**

**Москва 2021**

Инд. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	



**СТРОЙИНЖСЕРВИС-2**

Заказчик: Департамент Смоленской области по природным ресурсам и экологии

Проектировщик: ООО «СТРОЙИНЖСЕРВИС-2» ГК № 3 от 27.07.2021 г.

**«Разработка проектной документации на ликвидацию  
(рекультивацию) несанкционированной свалки отходов,  
расположенной по адресу: Смоленская область, Кардымовский  
район, территория карьера нерудных материалов  
между д. Ермачки и д. Попово»**

## **ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ**

### **Раздел 2**

**«Эколого-экономическое обоснование рекультивации земель»**

### **Подраздел 2.5**

**«Система отведения свалочного газа»**

### **Том 2.5**

**06-21-ГО**

Генеральный директор

Широченков А.И.

Главный инженер проекта

Котон М.Р.



**Москва 2021**

Инва. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

## Содержание Тома 2.5

Обозначение	Наименование	Примечание
06-21-ГО-С	Содержание тома	стр.3
06-21-ГО-ТЧ	Текстовая часть	стр.4 - 15
06-21-ГО-ГЧ	Графическая часть	листов 4

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №									
									06-21-ГО-С		
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			
			Разработал	Омельчук					Стадия	Лист	Листов
			Н.контроль	Торгашов					П	1	1
			ГИП	Котон					ООО «Стройинжсервис-2»		

Содержание Тома 2.5

## СОСТАВ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Состав проектной документации приведён в Разделе 1 «Пояснительная записка» Подраздел 1.2 «Состав проектной документации» (06-21-ПЗ).

Инв. № подл.	Подпись и дата		Взам. инв. №												
					06-21-ГО-СП										
					Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата					
					Разработал		Омельчук				Состав проекта		Стадия	Лист	Листов
					Н.контроль		Торгашов						П	1	1
					ГИП		Котон				ООО «Стройинжсервис-2»				

**Оглавление**

Раздел 2. Эколого-экономическое обоснование рекультивации земель.....6

Подраздел 2.5 «Система отведения свалочного газа» .....6

Введение.....6

1. Расчет эмиссии компонентов свалочного газа .....6

2. Расчет выбросов загрязняющих веществ от несанкционированной свалки .....7

3. Расчет скорости образования метана от несанкционированной свалки на год закрытия – начало технического этапа рекультивации (2022 год) ..... 11

4. Расчет скорости образования метана от несанкционированной свалки на год завершения технического этапа рекультивации (2024 год)..... 12

5. Расчет скорости образования метана от несанкционированной свалки на начало пострекультивационного периода (2028 год) ..... 13

6. Расчет скорости образования метана и биогаза закрытой свалки..... 14

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	06-21-ГО-ТЧ						Текстовая часть	Стадия	Лист	Листов
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата		П	1	11
			Разработал	Омельчук					ООО «Стройинжсервис-2»			
			Н.контроль	Торгашов								
			ГИП	Котон								

## Раздел 2. Эколого-экономическое обоснование рекультивации земель

### Подраздел 2.5 «Система отведения свалочного газа»

#### Введение

В связи с отсутствием нормативной документации обязательной к применению, при прохождении государственной экологической экспертизы аналогичных объектов, рекомендовано использовать следующую методику: «Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов. Москва 2004 г., далее «Методика».

Полученные расчетные параметры определяют эмиссию на год закрытия несанкционированной свалки (2016 год).

Для определения изменения в течение времени параметров образования биогаза закрытых для приема отходов и рекультивированных полигонов применяются «Рекомендации по расчету образования биогаза и выбору систем дегазации на полигонах захоронения твердых бытовых отходов. Москва 2003 год», далее «Рекомендации».

Полученные расчетные параметры определяют эмиссию на год завершения технического этапа 2024 г., на первый год пострекультивационного периода 2028 г.

#### 1. Расчет эмиссии компонентов свалочного газа

##### 1. Результаты анализов проб отходов, отобранных на несанкционированной свалке:

Содержание органической составляющей в отходах R	19,599	%
Содержание жироподобных веществ в органике отходов Ж	3,295	%
Содержание углеводородных веществ в органике отходов У	93,599	%
Содержание белковых веществ в органике отходов Б	3,106	%
Средняя влажность отходов	25,03	%

##### 2. Результаты анализов проб биогаза:

Компонент	Сi, мг/куб.м
1	2
Метан	660908
Углерода диоксид	558958
Толуол	9029
Аммиак	6659
Ксилол	5530
Углерода оксид	3148
Азота диоксид	1392

Изн. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №							Лист
									2
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	06-21-ГО-ТЧ			

Формальдегид	1204
Этилбензол	1191
Ангидрид сернистый	878
Сероводород	326

3. Средняя из среднемесячных температура воздуха в районе свалки за теплый период года

14,3

град.С

4. Продолжительность теплого периода года в районе свалки, в днях

234

дня

5. Количество ТБО завозимых на свалку в год

418 018,0

тонн

6. Год начала работы свалки

2006

год

7. Год окончания эксплуатации свалки/расчетный год

2016

год

8. Количество месяцев теплого периода с температурой более 8 град.С

7

месяце

в

9. Количество месяцев холодного периода с температурой от 0 до 8 град.С

5

месяце

в

## 2. Расчет выбросов загрязняющих веществ от несанкционированной свалки

Расчет проведен на основе методики расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов., Москва 2004 год.

### Исходные данные:

Содержание органической составляющей в отходах R

19,599

%

Содержание жироподобных веществ в органике отходов Ж

3,295

%

Содержание углеводородных веществ в органике отходов У

93,599

%

Содержание белковых веществ в органике отходов Б

3,106

%

Средняя влажность отходов

25,03

%

Средняя температура воздуха в районе свалки за теплый период года

14,14

град.С

Продолжительность теплого периода года в районе свалки, в днях

234

дня

Количество ТБО завозимых на свалку в год

418 018,0

тонн

Год начала работы свалки

2006

год

Год окончания эксплуатации свалки/расчетный год

2016

год

Количество месяцев теплого периода с температурой более 8 град.С

5

месяцев

Количество месяцев холодного периода с температурой от 0 до 8 град.С

2

месяцев

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

06-21-ГО-ТЧ

Лист

3

### Результаты расчета:

Код	Вещество	выброс г/с	Выброс т/год
410	Метан	407,3124962	8135,171024
621	Толуол	5,565282713	111,1542786
303	Аммиак	4,102760285	81,94361062
616	Ксилол	3,409986503	68,10697843
337	Углерода оксид	1,939766589	38,74257012
301	Азота диоксид	0,683536798	13,65214376
1325	Формальдегид	0,7389587	14,75907433
627	Этилбензол	0,731261214	14,60533397
330	Ангидрид сернистый	0,538824052	10,76182503
333	Сероводород	0,200134648	3,997249298
304	Азот оксид	0,11107473	2,218473361

#### 1. Определяем удельный выход биогаза (кг/кг)

$$Q_w = 10^{-6} \times R \times (100 - W) \times (0,92 \times Ж + 0,62 \times У + 0,34 \times Б)$$

$$Q_w = 0,091273482 \text{ кг/кг отхода}$$

#### 2. Определяем период полного сбраживания органической части отходов.

$$t_{сбр.} = \frac{10248}{T_{тепл.} \times (t_{ср.тепл.})^{0,301966}}$$

$$t_{сбр.} = 19,6 \text{ лет.}$$

#### 3. Определяем количественный выход биогаза за год

$$P_{уд.} = \frac{Q_w}{t_{сбр.}} \times 10^3$$

$$P_{уд.} = 4,653648357 \text{ кг/т отходов в год.}$$

#### 4. Определяем плотность биогаза

$$\rho_{б.г.} = 10^{-6} \sum_{i=1}^n C_i$$

$$\rho_{б.г.} = 1,249223 \text{ кг/куб.м.}$$

#### 5. Определяем весовое процентное содержание компонентов в биогазе

$$C_{вес.i} = 10^{-4} \times \frac{C_i}{\rho_{б.г.}}$$

расчетные

Компонент	Свес %	Свес% средние
-----------	--------	---------------

Свес %
--------

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

06-21-ГО-ТЧ

Лист

4

1	2	3	4
Метан	52,90552608	52,915	52,915
Углерода диоксид	44,74445315	0	0
Толуол	0,722769273	0,723	0,723
Аммиак	0,533051345	0,533	0,533
Ксилол	0,442675167	0,443	0,443
Углерода оксид	0,251996641	0,252	0,252
Азота диоксид	0,0001	0,111	0,111
Формальдегид	0,09637991	0,096	0,096
Этилбензол	0,095339263	0,095	0,095
Ангидрид сернистый	0,070283688	0,07	0,07
Сероводород	0,026096221	0,026	0,026

### 6. Определяем удельные массы компонентов

$$P_{y\partial} = \frac{C_{eec} \times P_{y\partial}}{100}$$

Компонент	Сi, мг/куб.м
1	2
Метан	2,462478028
Углерода диоксид	0,00000
Толуол	0,033645878
Аммиак	0,024803946
Ксилол	0,020615662
Углерода оксид	0,011727194
Азота диоксид	0,00516555
Формальдегид	0,004467502
Этилбензол	0,004420966
Ангидрид сернистый	0,003257554
Сероводород	0,001209949

### 7. Определяем количество отходов завезенных за период эксплуатации

Масса = срок эксплуатации \* годовое количество - 2  
 последних года = 3 344 144 ТОНН

### 8. Рассчитываем максимально-разовые выбросы ЗВ.

$$M_{\text{сум.}} = \frac{P_{y\partial} \times \sum D}{T_{\text{мен.}} \times 24 \times 3600} \times 10^3$$

Мсум. = 2433,124466 г/с = 2218,255 куб.м/час

В том числе:

Компонент	М, г/с
1	2

Взам. инв. №	Подпись и дата	Инв. № подл.						Лист
								5
06-21-ГО-ТЧ								
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			

Метан	407,3124962
Углерода диоксид	0
Толуол	5,565282713
Аммиак	4,102760285
Ксилол	3,409986503
Углерода оксид	1,939766589
Азота диоксид	0,683536798
Формальдегид	0,7389587
Этилбензол	0,731261214
Ангидрид сернистый	0,538824052
Сероводород	0,200134648
Азот оксид	0,11107473

### 9. Расчитываем валовые выбросы ЗВ.

$$G_{\text{сум.}} = M_{\text{сум}} \times \left[ \frac{a \times 365 \times 24 \times 3600}{12} + \frac{b \times 365 \times 24 \times 3600}{12 \times 1.3} \right] \times 10^{-6}$$

$$G_{\text{сум}} = 86322,38982 \text{ т/год} = 1404,895 \text{ куб.м/час}$$

В том числе:

Компонент	G, т/год
1	2
Метан	8135,171024
Углерода диоксид	0
Толуол	111,1542786
Аммиак	81,94361062
Ксилол	68,10697843
Углерода оксид	38,74257012
Азота диоксид	13,65214376
Формальдегид	14,75907433
Этилбензол	14,60533397
Ангидрид сернистый	10,76182503
Сероводород	3,997249298
Азот оксида	2,218473361

Индв. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. инв. №	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

06-21-ГО-ТЧ

Лист

6



#### 4. Расчет скорости образования метана от несанкционированной свалки на год завершения технического этапа рекультивации (2024 год)

№	Данные	Источник	
1	Год открытия		1966
	Год закрытия		2015
	Срок, лет		49
2	Период полного сбраживания полного	"Методика»	20
3	Год расчетный		2024
	Год отчета		2026
4	Влажность отходов W, дол		0,2503
	Масса отходов, тонн		418 018
5	Масса отходов участвующих в биогенезе, тонн		247 514
	Масса 1 м3 метана, кг		0,718
6	Удельный выход биогаза, Qw кг газа/кг отходов.	"Методика"	0,091273482
8	Метановый потенциал L0 метан м3/тонн	Расчет	91,27
9	Константа разложения K2 Наихудшее значение	Табл. 4 "Рекомендации"	0,05
10	Скорость образования метана V метан, нм3/год	Формула* "Рекомендации"	304 662,79
11	Скорость образования метана V метан, тонн/год	Расчет	218 747,88
12	Скорость образования метана V метан, нм3/час	Расчет	<b>34,78</b>
12	Скорость образования биогаза	Расчет	<b>69,56</b>

\* - для полигонов на стадии рекультивации и пострекультивации общая скорость образования метана определяется по формуле:

$$U_{(CH_4)} = (1-w) \cdot L_0 \cdot M_{(вл.)} \cdot k_2 \cdot e^{(-k_2 \cdot \tau)}$$

**W** - влажность отходов, поступающих на полигон, доли ед.;

**$\tau$**  - время разложения ТБО, лет;

**$M_{вл.}$**  - масса захороненных отходов, т;

**$k_2$**  - константа разложения;

– полный потенциал генерации метана, (нм3/т сухих отходов).

**$L_0$**

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

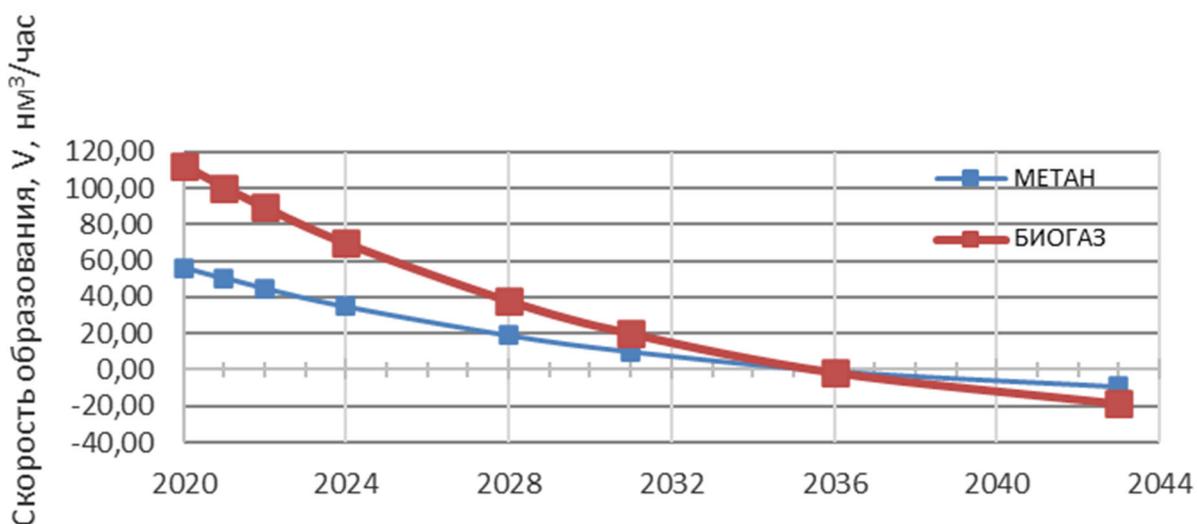
							Лист
							8
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	06-21-ГО-ТЧ	



## 6. Расчет скорости образования метана и биогаза закрытой свалки

Расчётный год	Скорость образования метана, $\text{нм}^3/\text{час}$	Скорость образования биогаза, $\text{нм}^3/\text{час}$
2020	56,20	112,41
2021	50,24	100,48
2022	44,70	89,39
2024	34,78	69,56
2028	18,97	37,94
2031	10,01	20,02
2036	-0,67	-1,33
2043	-9,23	-18,46

График скорости образования метана и биогаза



Полученные расчетные данные и результаты инженерно-экологических изысканий свидетельствуют о затухании процессов метаногенеза, что свидетельствует о невозможности применить «энергетический» сценарий использования биогаза.

В соответствии с «Рекомендациями», табл. 5, с учетом п. 4.5:

- несанкционированная свалка «старая», эксплуатировалась с 2006 по 2016 год;
- расчетная величина скорости образования метана на первый год пострекультивационного периода (2028 год) составляет 18,97  $\text{нм}^3/\text{час}$ ;
- расчетный год полного сбраживания органической части отходов - 2036 год проектом предусмотрено устройство пассивной системы газоотведения.

В соответствии с п.4.8 «Рекомендаций»:

Взам. инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

Принимаем количество скважин - 10 шт., из расчета не более 2 скважин на 1 га при площади проектного свалочного тела – 2,77 га.

Система состоит из 10 газосборных скважин, в т.ч:

- 1 скважина глубиной 5 м;
- 9 скважин глубиной 10,0 м, которые устраиваются следующим образом:

Скважины расположены вдоль берм и устанавливаются следующим образом:

Производится бурение скважины с использованием установки роторного бурения диаметром 700 мм, глубина бурения составляет 5,0 или 10,0 м.

В скважину устанавливается стальная обсадная труба диаметром 630 мм, затем в центр скважины устанавливается обсадная стальная труба диаметром 219 мм, в которую опускается перфорированная, за исключением верхней части, труба, диаметром 110 мм из полиэтилена (ПЭ). Для предотвращения повреждений от осадок ТБО, предусмотрено устройство компенсаторов.

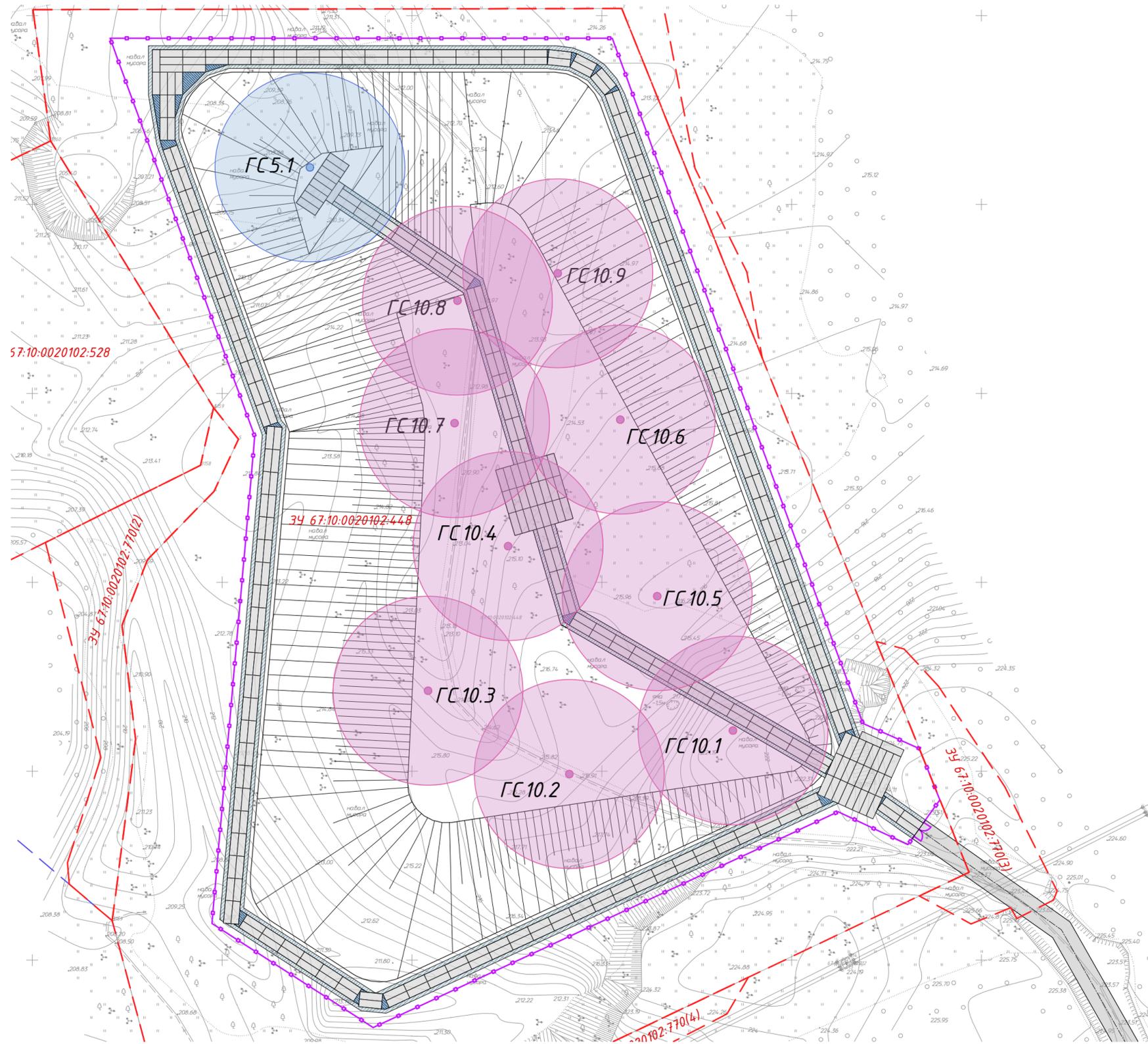
После засыпки затрубного пространства щебнем, обсадные трубы извлекаются. Для удобства проведения ремонтных работ при деформациях, связанных с просадками, предусмотрено фланцевое соединение оголовка.

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №					06-21-ГО-ТЧ	Лист
								11
			Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.		Подпись

## Состав графической части

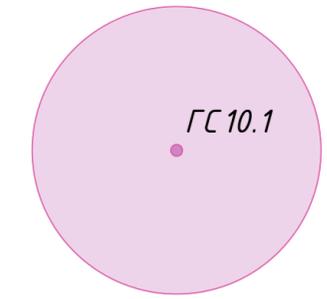
Обозначение	Наименование	Прим.
06-21-ГО-ГЧ	Содержание графической части	лист 1
06-21-ГО-ГЧ	Схема расположения газосборных скважин	лист 2
06-21-ГО-ГЧ	Сечения газосборных скважин (глубина 5 м)	лист 3
06-21-ГО-ГЧ	Сечения газосборных скважин (глубина 10 м)	лист 4

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №									
									06-21-ГО-ГЧ		
			Изм.	Кол.уч	Лист	№док.	Подп.	Дата			
			Разработал	Омельчук					Стадия	Лист	Листов
			Н.контроль	Торгашов					П	1	4
			ГИП	Котон					ООО «Стройинжсервис-2»		
									Графическая часть		

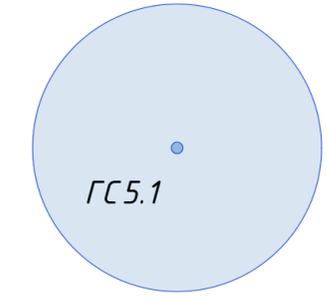


Условные обозначения:

-  Границы земельных участков
-  Ограждение территории полигона
-  Дорога из ПАГ-18 с обочиной из щебня и участками бетонирования некратных мест

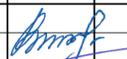


Потенциальная область дегазации газоотводной скважины, ее расположение и номер (глубина 10,0 м)

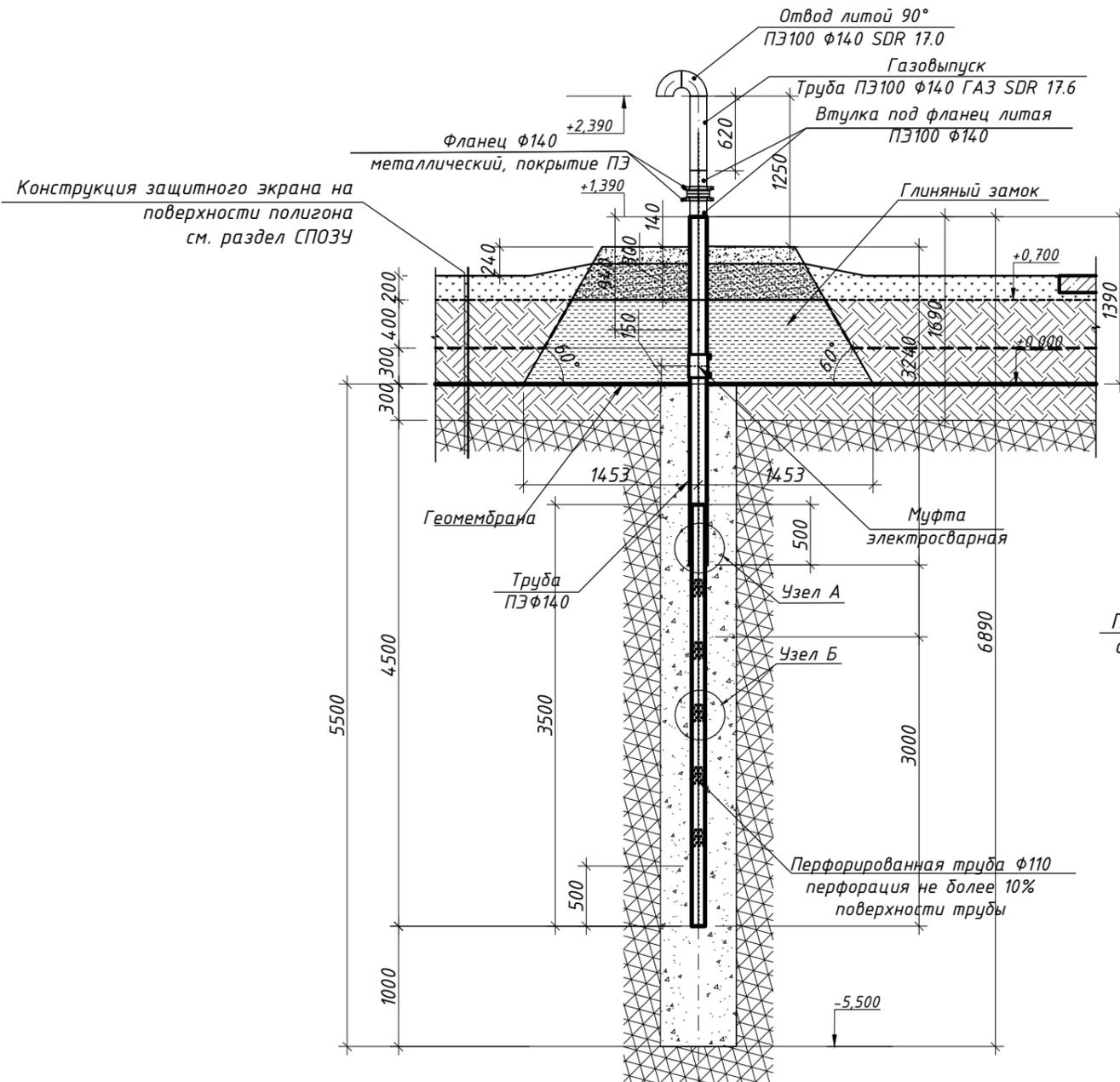


Потенциальная область дегазации газоотводной скважины, ее расположение и номер (глубина 5,0 м)

Согласовано	
Взам. Инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

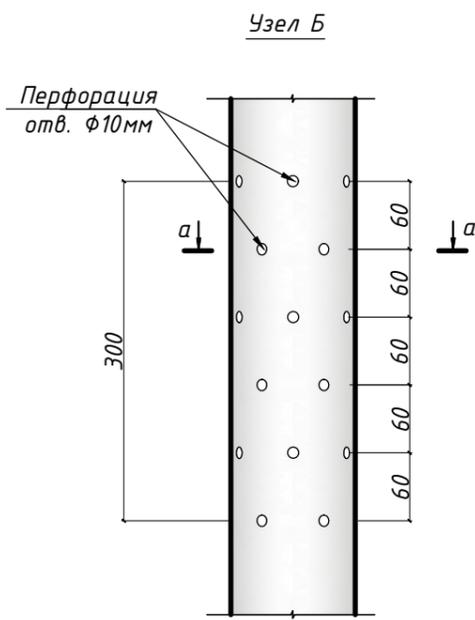
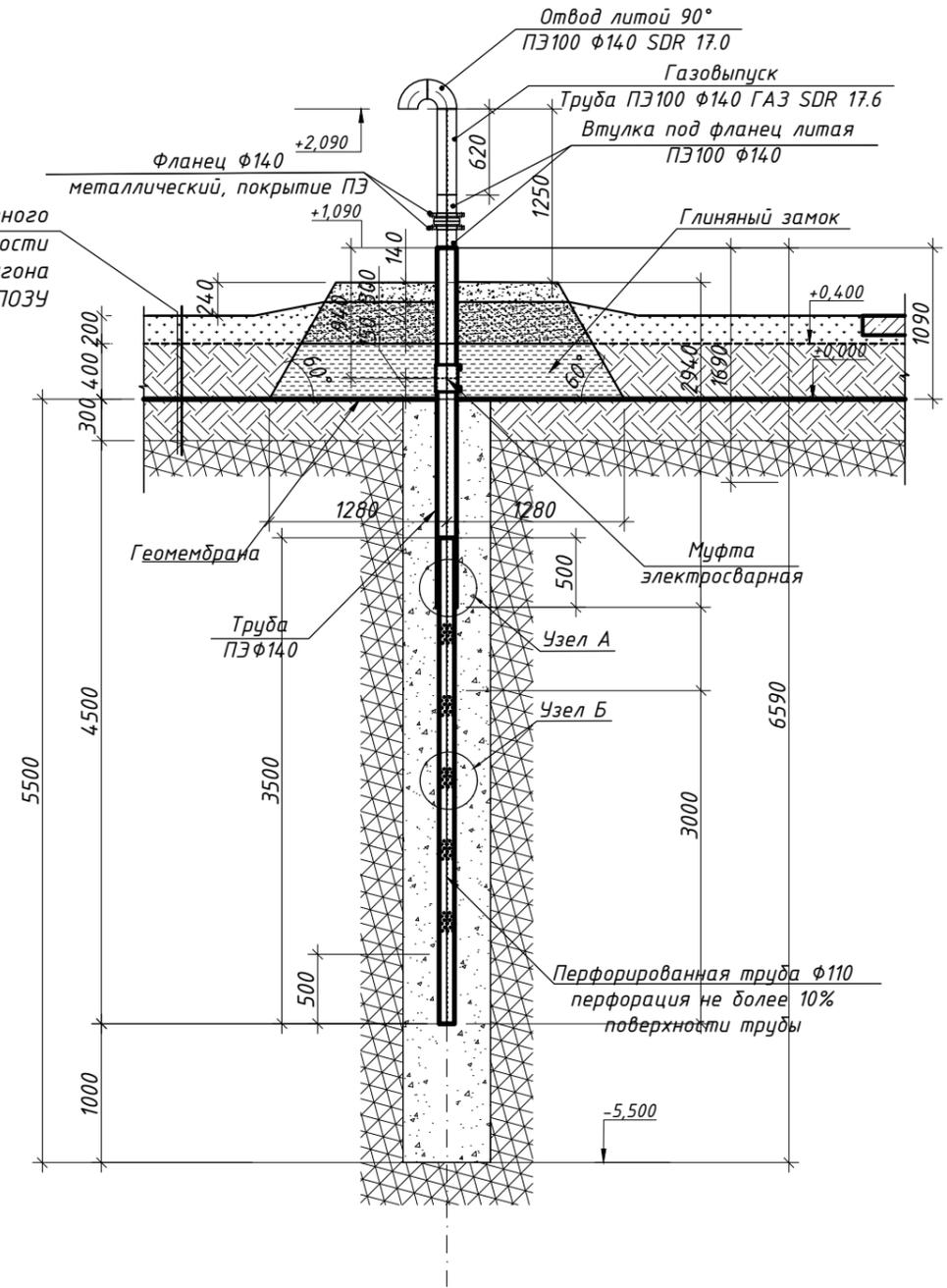
						06-21-ГО-ГЧ					
						«Разработка проектной документации на ликвидацию (рекультивацию) несанкционированной свалки отходов, расположенной по адресу: Смоленская область, Кардымовский район, территория карьера нерудных материалов между д. Ермачки и д. Попово»					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Система отведения свалочного газа			Стадия	Лист	Листов
Разработал	Торгашов					Система отведения свалочного газа			п	2	
ГИП	Котон					Система отведения свалочного газа					
Норм.контр.	Бойко					Схема расположения газосборных скважин			ООО "СТРОЙИНЖСЕРВИС-2"		

Сечение газосборной скважины ГС 5.1

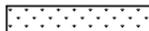
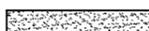
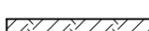
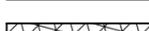


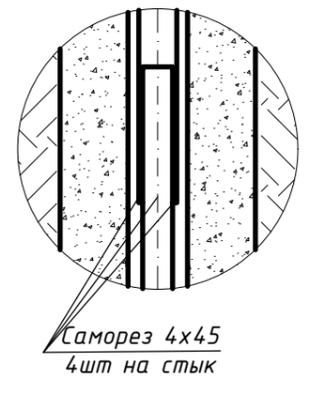
Конструкция защитного экрана на поверхности полигона см. раздел СПОЗУ

Сечение газосборной скважины ГС 5.1

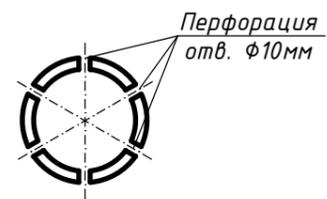


Условные обозначения:

-  - Глина
-  - Растительный грунт
-  - Песок
-  - Щебень
-  - Грунт
-  - ТК0



Разрез а-а



Примечание:

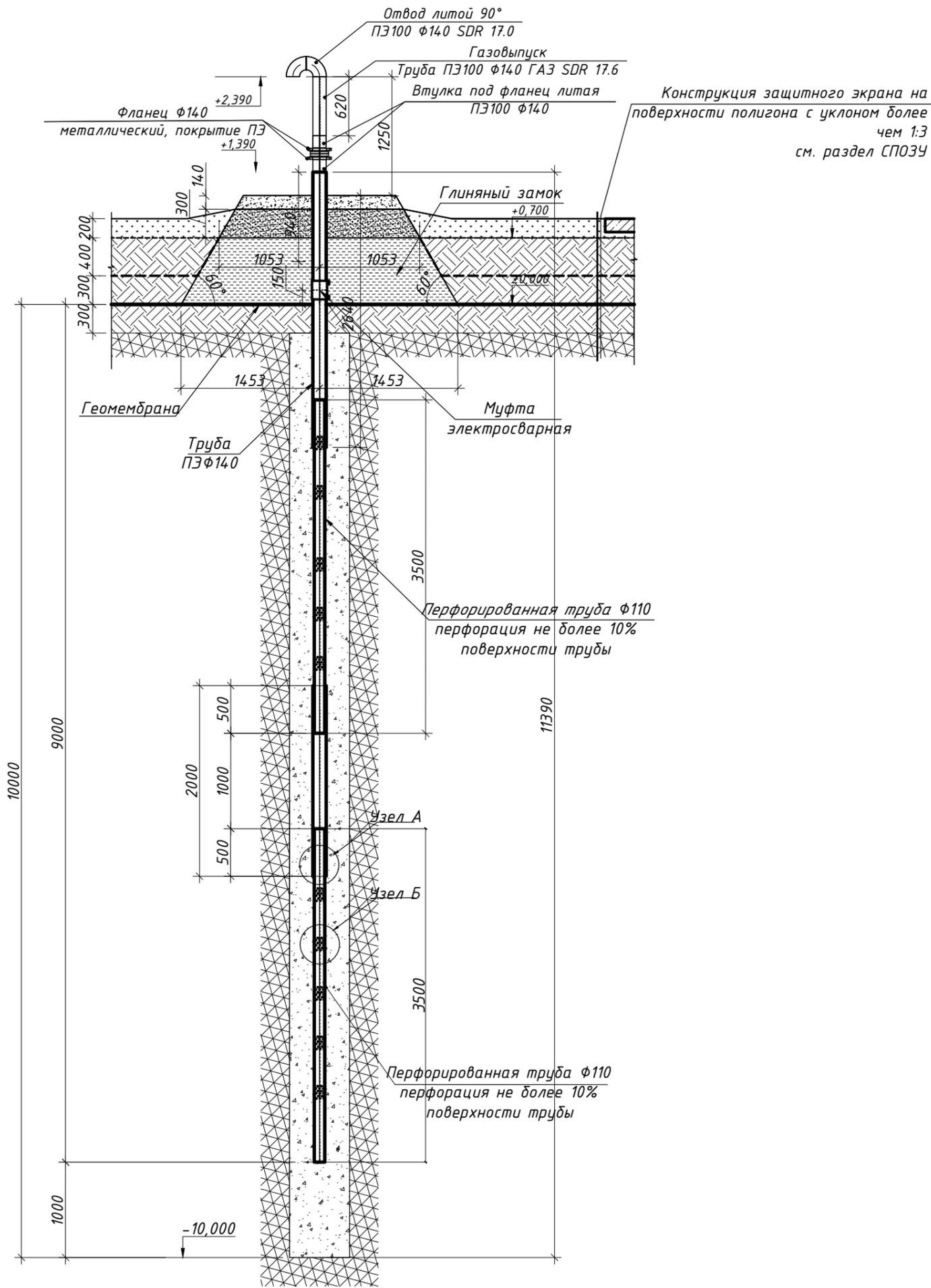
1. За условный  $\pm 0,000$  принята поверхность геомембраны.
2. Перфорацию выполнять строго в соответствии с узлом Б.
3. Количество газоотводных скважин глубиной до 10 м - 9 шт., глубиной до 5 м - 1 шт.

						06-21-ГО-ГЧ		
						«Разработка проектной документации на ликвидацию (рекультивацию) несанкционированной свалки отходов, расположенной по адресу: Смоленская область, Кардымовский район, территория карьера нерудных материалов между д. Ермачки и д. Попово»		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Жариков					Система отведения свалочного газа	П	3
ГИП	Котон							
Норм.контр.	Бойко					Сечения газосборных скважин ГС 5.1 (глубина 5 м)	ООО "СТРОЙИНЖСЕРВИС-2"	

Согласовано

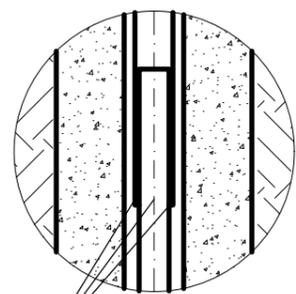
Инв. № подл.	
Подпись и дата	
Взам. Инв. №	

Сечение газосборных скважин ГС 10.1 - ГС 10.9



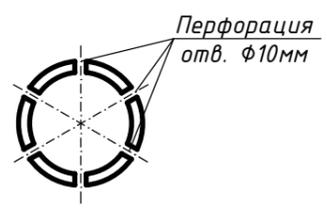
Конструкция защитного экрана на поверхности полигона с уклоном более чем 1:3 см. раздел СПОЗУ

Узел А



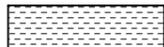
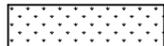
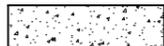
Саморез 4x45  
4шт на стык

Разрез а-а



Перфорация отв.  $\phi 10$ мм

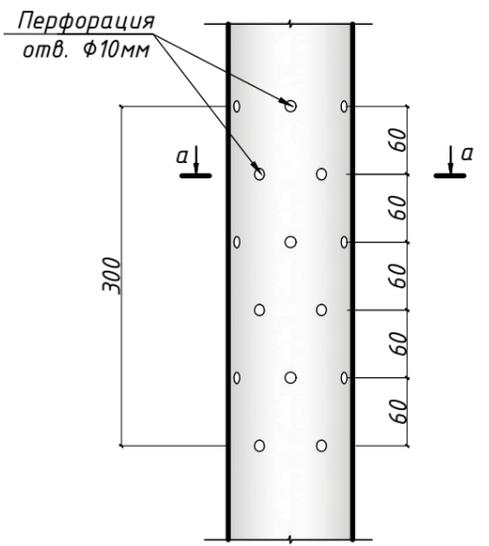
Условные обозначения:

-  - Глина
-  - Растительный грунт
-  - Песок
-  - Щебень
-  - Грунт
-  - ТКО

Примечание:

1. За условный  $\pm 0,000$  принята поверхность геомембраны.
2. Перфорацию выполнять строго в соответствии с узлом Б.
3. Количество газоотводных скважин глубиной до 10 м - 9 шт., глубиной до 5 м - 1 шт.

Узел Б



Перфорация отв.  $\phi 10$ мм

Согласовано

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. Инв. №

						06-21-ГО-ГЧ		
						«Разработка проектной документации на ликвидацию (рекультивацию) несанкционированной свалки отходов, расположенной по адресу: Смоленская область, Кардымовский район, территория карьера нерудных материалов между д. Ермачки и д. Попово»		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Стадия	Лист	Листов
Разработал	Жариков					Система отведения свалочного газа	П	4
ГИП	Котон							
Норм.контр.	Бойко					Сечения газосборных скважин ГС 10.1-ГС 10.9 (глубина 10 м)	ООО "СТРОЙИНЖСЕРВИС-2"	