

# **АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СИГНАЛ»**

Дербеневская ул, дом 20, строение 19,  
помещение VII, г.Москва, 115114  
+7(495) 134-14-28

ИНН 7708280326 КПП 772501001  
р/с 40702810938000214677 в ПАО Сбербанк  
к/с 30101810400000000225, БИК 044525225

## **«Проектная документация на рекультивацию полигона твердых коммунальных отходов «Шатурский», городской округ Шатура. Корректировка»**

### **Проектная документация**

**Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях  
инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-  
технических мероприятий, содержание технологических решений»  
Подраздел 7 «Технологические решения»  
Книга 1. Системы дегазации полигона**

**Том 5.7.1**

**С-0223-ИОС7.1**

Изм	№ док	Подпись	Дата

2023

# **АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «СИГНАЛ»**

Дербеневская ул, дом 20, строение 19,  
помещение VII, г.Москва, 115114  
+7(495) 134-14-28

ИНН 7708280326 КПП 772501001  
р/с 40702810938000214677 в ПАО Сбербанк  
к/с 30101810400000000225, БИК 044525225

---

## **«Проектная документация на рекультивацию полигона твердых коммунальных отходов «Шатурский», городской округ Шатура. Корректировка»**

### **Проектная документация**

**Раздел 5 «Сведения об инженерном оборудовании, о сетях  
инженерно-технического обеспечения, перечень инженерно-  
технических мероприятий, содержание технологических  
решений»**

**Подраздел 7 «Технологические решения»  
Книга 1. Системы дегазации полигона**

**Том 5.7.1**

**С-0223-ИОС7.1**

**Главный инженер проекта**

**А.Н. Тяжелников**

Изм	№ док	Подпись	Дата

**2023**

## Сведения о внесенных изменениях

1. Корректировка расчета валового выброса биогаза с учетом протоколов КХА.
2. Корректировка объемов работ и материалов в связи с изменением геометрии тела полигона
3. Изменение положения дрен (приведено в соответствии с СПОЗУ), магистрального трубопровода - трасса проходит между резервуаром поз.15 и резервуарами поз.13 (до корректировки трасса проходила между резервуаром поз.15 и въездом на полигон). Изменение трассы связано с обвалованием резервуара поз.15 (из-за изменения глубины его заложения).





## СОДЕРЖАНИЕ

1	ВВЕДЕНИЕ	4
1.1	Сведения о сборе и утилизации свалочного газа (биогаза)	5
1.2	Характеристика объекта газоотведения в соответствии с техническими условиями	6
2	РАСЧЕТНЫЕ (ПРОЕКТНЫЕ) ДАННЫЕ О ПОТРЕБНОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ГАЗЕ (О ВЫДЕЛЕНИИ ГАЗА ОБЪЕКТОМ) – ДЛЯ ОБЪЕКТОВ НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ	8
2.1	Моделирование процесса газогенерации	8
2.2	Обоснование принятой системы дегазации свалочного тела	13
2.3	Система сбора и обезвреживания свалочного газа на полигоне	14
	Перечень использованных нормативных документов	32

Согласовано

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

							<b>С-0223-ИОС7.1</b>					
Изм.	Кол.уч.	Лист	№док.	Подпись	Дата				Стадия	Лист	Листов	
Разраб.		Перский				Газодренажная система полигона Текстовая часть			П	1	62	
Проверил		Тяжельников			09.23				ООО "ГеоТехПроект"			
					09.23							
Н. контр.		Тяжельников			09.23							

## 1 ВВЕДЕНИЕ

В настоящей пояснительной записке представлена система сбора свалочного газа полигона ТКО «Шатурский».

В настоящее время одним из основных методов санитарной очистки городов и населенных пунктов от твердых коммунальных отходов (ТКО) является захоронение их на полигонах. В толще складированных на свалке твердых бытовых отходов под воздействием микрофлоры идет биотермический анаэробный процесс распада органических составляющих. Конечным продуктом этого процесса является биогаз, состоящий на 44 - 60 % из метана  $CH_4$  и на 25-50 % -диоксида углерода  $CO_2$ . Наряду с названными основными компонентами, биогаз содержит: пары воды, аммиак  $NH_3$ , оксид углерода  $CO$ , толуол  $CH_3C_6H_5$ , ксилолы  $C_6H_4 (CH_3)_2$ , этилбензол  $C_6H_5 C_2H_5$ , фенол  $C_6H_5OH$ , сероводород  $H_2S$ , оксиды азота  $NOX$ . Химический состав, продолжительность и интенсивность эмиссий носят индивидуальный характер, зависящий от географических, природно-климатических, гидрогеологических и антропогенных условий размещения полигона, а также физико-химического и биологического режима свалочного тела полигона. Продолжительность и временная динамика воздействия - непрерывные в течение всего периода работы, а также в течение первых 20-30 лет после рекультивации.

Вызываемые газом свалок нагрузки от запаха обусловлены наличием примесей таких компонентов как сероводород, органические соединения серы (меркаптаны), различные эфиры, алкинбензолы и др. В присутствии бытовых отходов сульфатсодержащие шламы приводят к образованию сероводорода, который обладает сильным запахом и является токсичным.

Негативные явления, сопутствующие свободному выхода свалочного газа, убедительно свидетельствуют о необходимости борьбы с эмиссиями. Основным методом, обеспечивающим решение этой задачи, является технология сбора и утилизации свалочного газа.

Используют два основных метода дегазации: пассивный метод дегазации и активный. Пассивная дегазация осуществляется за счет собственного избыточного давления газа в толще свалки. Активная же дегазация осуществляется с помощью специальных устройств, создающих градиент давления.

Целью дегазации является: исключение отрицательного воздействия биогаза на окружающую среду, в том числе снижение взрывоопасности массива отходов полигона; устранение залповых выбросов биогаза; снижение негативного вредного и опасного воздействия на население и объекты окружающей среды.

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

						<b>C-0223-ИОС7.1</b>	Лист
							2
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата		

### 1.1 Сведения о сборе и утилизации свалочного газа (биогаза)

Для обеспечения пожаро-взрывобезопасности полигона ТКО «Шатурский», предупреждения неконтролируемого накопления и перемещения биогаза в теле полигона, а также миграцию его за пределы свалочного тела необходимо осуществлять мероприятия по дегазации тела полигона.

Проектными решениями предусматривается сооружение системы активной дегазации на всей площади полигона ТКО после окончания его срока эксплуатации в соответствии с расчётными данными объёмов газогенерации для данного полигона. Расчёты газовой эмиссии и выбор системы дегазации выполнены в строгом соответствии с требованиями действующих нормативных документов, а именно: «Рекомендации по расчёту образования биогаза и выбору систем дегазации на полигонах захоронения твёрдых бытовых отходов».

Перед сооружением системы дегазации территория полигона ТКО должна быть рекультивирована в соответствии с проектными решениями раздела СПОЗУ.

Данными решениями предусматриваются два этапа производства работ: технический и биологический (согласно разделу ПОС).

План размещения проектируемых сооружений представлен в графической части раздела СПОЗУ.

На техническом этапе рекультивации осуществляется вертикальная планировка нарушенной территории, подготовка условий для нормального роста и развития растительности, а также устройство системы дегазации полигона.

Технический этап рекультивации является подготовительным звеном к биологической рекультивации. Основная задача этапа – вертикальная планировка нарушенной территории, подготовка условий для нормального роста и развития растительности.

После проведения земляных работ по срезке, террасированию и уплотнению откосов тела полигона до проектных отметок с нанесением грунта в необходимом количестве в местах срезки тела полигона, а также заложения откосов при выколаживании в соотношении 1:3, грунтование срезанной поверхности осуществляется минеральным грунтом.

Далее на спланированной поверхности осуществляется устройство системы газоотведения, устройство рекультивационного покрытия, препятствующего поступлению атмосферных осадков в тело полигона и выходу свалочного газа (биогаза) из тела полигона в атмосферный воздух, устройство плодородного слоя.

Защитный экран поверхности полигона – рекультивационное покрытие состоит из геосинтетических материалов и суглинистых слоев грунта, препятствующего поступлению атмосферных осадков в тело полигона и выходу свалочного газа (биогаза) полигона в атмосферный воздух, а также устройством поверх материалов покрытия плодородного слоя почвы.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата	<b>C-0223-ИОС7.1</b>	Лист
							3



Конструкция многофункционального рекультивационного покрытия представлена в разделе СПОЗУ

## 1.2 Характеристика объекта газоотведения в соответствии с техническими условиями

Полигон захоронения ТКО «Шатурский» расположен в Московской области, Шатурском районе, ул. Чехова, 650 метров южнее г. Шатура (см. обзорную схему ниже)

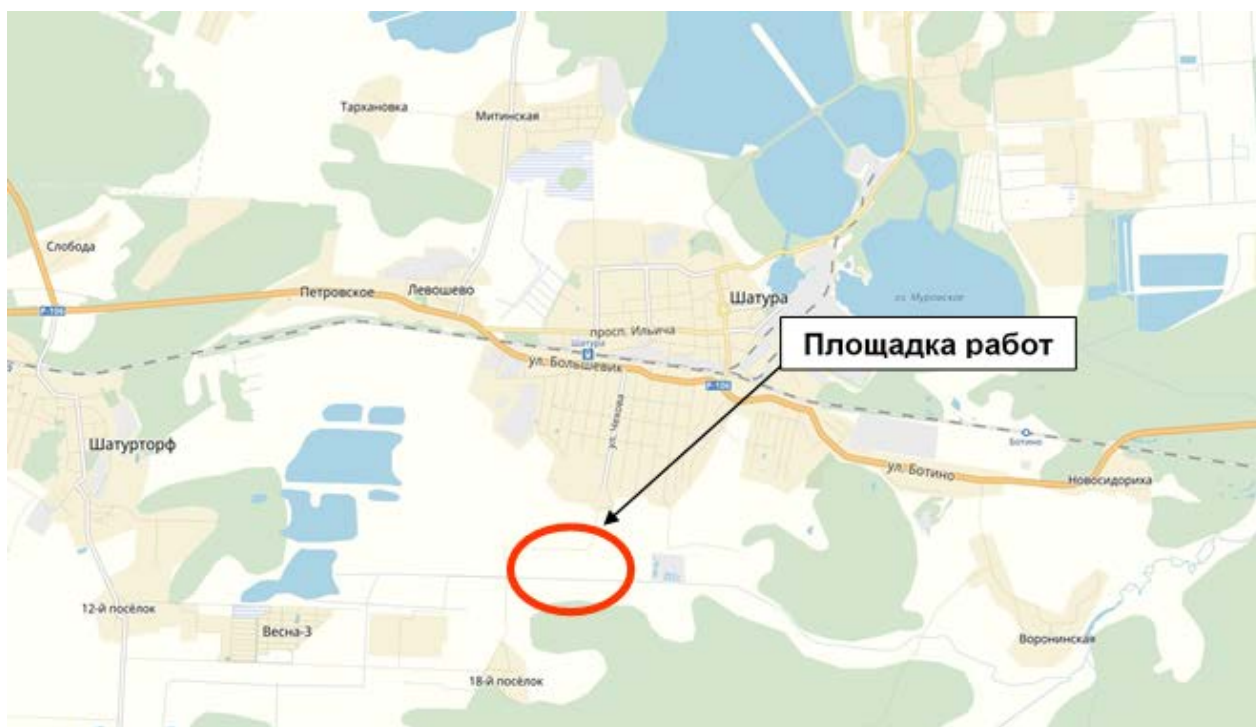


Рис. 2 - Обзорная схема

Общая площадь участка производства работ составляет 14,2 га, из них площадь первого участка - 9,2 га, второго участка - 5 га (рис. 3). Разрешенное использование земель: «Под полигон твердых бытовых отходов». Полигон захоронения ТБО существует с 1964 года, мощность толщи мусора достигает 13,1 м.

Границами участка являются:

с севера и запада - пашня;

с юга - луга с кустарниками;

с востока – очистные сооружения.

Территория полигона ТКО с южной стороны имеет ограждение из железобетонного забора. По периметру полигон ограничен дренажной канавой, глубиной 1,5 – 3,0 м. В основании полигона по всей его площади имеется водонепроницаемый экран из глины. Выложены откосы.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

**C-0223-ИОС7.1**

Лист

4

Категория земель – земли промышленности, энергетики, транспорта, связи, радиовещания, телевидения, информатики, земли для обеспечения космической деятельности, земли обороны, безопасности и земли иного специального назначения.

Разрешенное использование – земельного участка с кадастровым номером 50:25:0010307:1 - для полигона бытовых отходов и земельного участка с кадастровым номером 50:25:0010307:28 - под полигон твердых бытовых отходов.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			<b>С-0223-ИОС7.1</b>						
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата				

## 2 РАСЧЕТНЫЕ (ПРОЕКТНЫЕ) ДАННЫЕ О ПОТРЕБНОСТИ ОБЪЕКТА КАПИТАЛЬНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА В ГАЗЕ (О ВЫДЕЛЕНИИ ГАЗА ОБЪЕКТОМ) – ДЛЯ ОБЪЕКТОВ НЕПРОИЗВОДСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

### 2.1 Моделирование процесса газогенерации

Для определения параметров выбросов от свалочного тела, необходимо смоделировать процесс газогенерации на основе данных по загрузке отходов на свалку и морфологическом составе отходов. В качестве исходных данных принимается следующее:

В соответствии с морфологическим составом ТКО, процент отходов, содержащих органическое вещество, составляет **43,75** %:

Расчет основан на следующих допущениях:

- активная фаза метаногенеза наступает через 2 года после формирования анаэробных условий;
- влажность, содержание органической составляющей, сведения о морфологическом составе ТКО приняты согласно «Методике расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов», Москва 2004;

#### Расчёты эмиссии биогаза

Климатические условия:

$t_{\text{ср. тепл.}} = 12.27$  °С - средняя из среднемесячных температура воздуха (учитываются месяцы со среднемесячной температурой выше 0°С).

$T'_{\text{тепл.}} = 153$  - количество дней в месяцах со среднемесячной температурой выше 8°С (теплый период).

$T'_{\text{перех.}} = 61$  - количество дней в месяцах со среднемесячной температурой выше 0°С и не превышающей 8°С (переходный период).

$T_{\text{тепл.}} = 214$  - количество дней в месяцах со среднемесячной температурой выше 0°С (переходный и теплый период).

$a = 5$  - количество месяцев со среднемесячной температурой выше 8°С (теплый период).

$b = 2$  - количество месяцев со среднемесячной температурой выше 0°С и не превышающей 8°С (переходный период).

Состав отходов согласно протоколам инженерно-экологических изысканий:

$R = 43,75$  % - содержание органической составляющей в отходах.

$Ж = 1,07$  % - содержание жироподобных веществ в органике отходов.

$У = 97,92$  % - содержание углеводородных веществ в органике отходов.

$Б = 1,01$  % - содержание белковых веществ в органике отходов.

$W = 29,68$  % - средняя влажность отходов.

Удельный выход биогаза за период его активного выделения определяется по формуле

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					С-0223-ИОС7.1	Лист
								6
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата			

(2) [2]:

$$Q_w = 10^{-6} \times R \times (100 - W) \times (0.92 \times Ж + 0.62 \times У + 0.34 \times Б) = 10^{-6} \times 43,75 \times (100 - 29,68) \times (0.92 \times 1 + 0.62 \times 98 + 0.34 \times 1) = 0,19086 \text{ кг/кг отходов.}$$

Период активного выделения биогаза по формуле (4) [2] составляет:

$$t_{\text{сбр}} = 10248 / (T_{\text{тепл}} \cdot t_{\text{ср.тепл}}^{0.301966}) = 10248 / (214 \cdot 12.27^{0.301966}) = 23 \text{ года}$$

Количественный выход биогаза за год, отнесенный к одной тонне захороненных отходов определяется по формуле [(3) [2]:

$$P_{\text{уд}} = 10^3 \cdot Q_w / t_{\text{сбр}} = 10^3 \cdot 0,19086 / 23 = 8,41276 \text{ кг/т отходов в год.}$$

Период эксплуатации полигона с 1964 по 2020 год. Объем захороненных отходов на полигоне составляет 1424474,86 м<sup>3</sup> (1139579 тонны). Согласно открытым данным «Эко карты Росприроднадзора» на полигон было завезено 574 926 тонн отходов с 1964 по 2018 год. Таким образом за последние 2 года на полигоне было размещено 564 653 тонны отходов.

Таблица 1 - Весовое процентное содержание компонентов в биогазе [2]

Код в-ва	Название вещества	Свес.і, %
----	Оксиды азота (в пересчете на диоксид)	0.111
0303	Аммиак	0.533
0330	Сера диоксид-Ангидрид сернистый	0.070
0333	Дигидросульфид (Сероводород)	0.026
0337	Углерод оксид	0.252
0380	Углерода диоксид	44.744
0410	Метан	52.906
0616	Диметилбензол (Ксилол)	0.443
0621	Метилбензол (Толуол)	0.723
0627	Этилбензол	0.095
1325	Формальдегид	0.096

**Максимально-разовый выброс** i-го компонента биогаза определяется по формуле (10) [2]:

$$M_i = 10^{-2} \times M_{\text{сум.}} \times C_{\text{вес.і}} \text{ г/с,}$$

где

$$M_{\text{сум.}} = P_{\text{уд}} \cdot \sum D / (86.4 \cdot T'_{\text{тепл}}) = 8,41276 \times 742358,28 / (86.4 \times 214) = 337,7726 \text{ г/с или } 1215,9814 \text{ кг/ч или } 973,47 \text{ м}^3/\text{ч} \text{ (10а с учетом письма 07-2/248-а от 16.03.2007 г.) - суммарный максимально-разовый выброс всех компонентов биогаза на 2024 год.}$$

**Валовый выброс** i-го компонента биогаза определяется по формуле (11):

$$G_i = 10^{-2} \cdot G_{\text{сум.}} \cdot C_{\text{вес.і}} \text{ т/год, где}$$

$$G_{\text{сум.}} = M_{\text{сум.}} \cdot 10^{-6} \cdot (a \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 / 12 + b \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 / (12 \cdot 1.3)) = 337,7726 \cdot 10^{-6} \cdot (5 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 / 12 + 2 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600 / (12 \cdot 1.3)) = 5 \text{ 803,97 т/год (11а) - суммарный валовый выброс всех компонентов биогаза.}$$

Таблица 2 - Максимальный разовый выброс биогаза

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					С-0223-ИОС7.1	Лист
								7
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата			

Год	Масса завозимых отходов, т/год	Масса активно генерирующих отходов, т	Максимально разовый выброс биогаза, м3/ч
1964	10 453,20	0,00	0,00
1965	10 453,20	0,00	0,00
1966	10 453,20	10453,20	13,71
1967	10 453,20	20906,40	27,41
1968	10 453,20	31359,60	41,12
1969	10 453,20	41812,80	54,83
1970	10 453,20	52266,00	68,54
1971	10 453,20	62719,20	82,24
1972	10 453,20	73172,40	95,95
1973	10 453,20	83625,60	109,66
1974	10 453,20	94078,80	123,37
1975	10 453,20	104532,00	137,07
1976	10 453,20	114985,20	150,78
1977	10 453,20	125438,40	164,49
1978	10 453,20	135891,60	178,20
1979	10 453,20	146344,80	191,90
1980	10 453,20	156798,00	205,61
1981	10 453,20	167251,20	219,32
1982	10 453,20	177704,40	233,03
1983	10 453,20	188157,60	246,73
1984	10 453,20	198610,80	260,44
1985	10 453,20	209064,00	274,15
1986	10 453,20	219517,20	287,86
1987	10 453,20	219517,20	287,86
1988	10 453,20	219517,20	287,86
1989	10 453,20	219517,20	287,86
1990	10 453,20	219517,20	287,86
1991	10 453,20	219517,20	287,86
1992	10 453,20	219517,20	287,86
1993	10 453,20	219517,20	287,86
1994	10 453,20	219517,20	287,86
1995	10 453,20	219517,20	287,86
1996	10 453,20	219517,20	287,86
1997	10 453,20	219517,20	287,86
1998	10 453,20	219517,20	287,86
1999	10 453,20	219517,20	287,86
2000	10 453,20	219517,20	287,86
2001	10 453,20	219517,20	287,86
2002	10 453,20	219517,20	287,86
2003	10 453,20	219517,20	287,86
2004	10 453,20	219517,20	287,86
2005	10 453,20	219517,20	287,86

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

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

С-0223-ИОС7.1

Лист

8

2006	10 453,20	219517,20	287,86
2007	10 453,20	219517,20	287,86
2008	10 453,20	219517,20	287,86
2009	10 453,20	219517,20	287,86
2010	10 453,20	219517,20	287,86
2011	10 453,20	219517,20	287,86
2012	10 453,20	219517,20	287,86
2013	10 453,20	219517,20	287,86
2014	10 453,20	219517,20	287,86
2015	10 453,20	219517,20	287,86
2016	10 453,20	219517,20	287,86
2017	10 453,20	219517,20	287,86
2018	10 453,20	219517,20	287,86
2019	282 326,94	219517,20	287,86
2020	282 326,94	219517,20	287,86
2021	0	491390,94	644,37
2022		763264,68	1000,88
2023		752811,48	987,17
2024		742358,28	973,47
2025		731905,08	959,76
2026		721451,88	946,05
2027		710998,68	932,34
2028		700545,48	918,64
2029		690092,28	904,93
2030		679639,08	891,22
2031		669185,88	877,51
2032		658732,68	863,81
2033		648279,48	850,10
2034		637826,28	836,39
2035		627373,08	822,68
2036		616919,88	808,98
2037		606466,68	795,27
2038		596013,48	781,56
2039		585560,28	767,85
2040		575107,08	754,15
2041		564653,88	740,44
2042		282326,94	370,22
2043		0,00	0,00

Для оценки прогнозного выделения биогаза ниже представлена модель газообразования, которая рассматривается в качестве приблизительного индикатора ожидаемых тенденций образования биогаза, выполненная в соответствии с требованиями «Рекомендациями по расчету образования биогаза и выбору систем дегазации на полигонах захоронении твердых бытовых отходов Госстроя России от 25.04.2003» [3].

При составлении модели газообразования приняты следующие допущения:

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

**C-0223-ИОС7.1**

Лист

9

- активная фаза метаногенеза наступает через два года после формирования анаэробных условий;
- температура и pH среды рассматриваются в диапазоне значений, оптимальных для метаногенеза;

Стабильная стадия метаногенеза лимитирует общую скорость разложения органических веществ в теле полигона. На этом этапе разлагается 50-70% целлюлозы. Поэтому общее время разложения отходов определяется временем распада средне- и медленно-разлагаемых фракций, и величина константа скорости разложения принимается как среднее для этих фракций значение.

Для оценки общего потенциала образования метана расчеты выполнялись для каждой отдельной фракции, с учетом фактора биоразложения.

Метановый потенциал для каждой фракции за период его активного выделения определяется по формуле (12) [3]:

$$L_{oi} = 11088 \times (nc/\mu_i) \times (1 - A) \times Bf, \text{ м}^3/\text{т}$$

где:

$n_c$  – число киломолей углерода, содержащееся в 1 тонне фракции (Таблица 2 [3]);

$\mu_i$  – молярная масса фракции, кг/кмоль (Таблица 2 [3]);

A- зольность фракции (Таблица 1 [6]);

$B_f$  – коэффициент биоразложения (Таблица 4 [3]).

Результаты расчётов приведены в таблице ниже.

Таблица 5 – Расчет генерации метана фракций отходов

Фракции отходов	Число атомов углерода, $n_c$	Молярная масса, $\mu_i$	Число молей в 1 кг сухой фракции	Зольность, $A_z$	Разлагаемая часть (1- $A_z$ )	Метановый потенциал $L_{oi}$ (нм <sup>3</sup> /т сухих отходов)	Доля фракции по массе	Полная генерация метана, $L_o$ (м <sup>3</sup> /т)
Пищевые отходы	320,3	7606,5	0,042	0,05	0,95	368,152	0,30	110,446
Бумага, картон	580,6	15051,9	0,039	0,06	0,94	221,121	0,38	84,026
Дерево	1321	31542	0,042	0,015	0,985	100,630	0,015	1,509
Садовые	424,8	9916,04	0,043	0,05	0,95	324,904	0,00	0,000
Текстиль	978,8	20825,2	0,047	0,025	0,975	111,785	0,055	6,148
Пластик	3,5	63,075	0,055	0,1	0,9	121,823	0,055	6,700
Кожа	404,4	7202,1	0,056	0,1	0,9	123,274	0,0013	0,160
Резина	454,9	5574,2	0,082	0,1	0,9	179,164	0,0013	0,233
Итого								209,223

**C-0223-ИОС7.1**

Лист

10

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата
------	---------	------	--------	---------	------

\*При поступлении на свалку, бумага не сортируется, поэтому фактор биоразложения усреднен;

Полный потенциал генерации метана определяется по формуле (13) [3]:

$$L_{0i} = \sum(L_{0i} \cdot X_i) = 209,223 \text{ м}^3/\text{т}$$

где  $X_i$  – доли биоразлагаемых фракций.

Скорость образования метана определяется по формуле (14) [3]:

$$V_{CH_4} = (1 - w) \times L_0 \times M_{вл} \times k_2 \times e^{-kt} = (1 - 0,297) \times 209,223 \times 1139579 \times 0,037 \times e^{(-0,037 \times 23)} = 2648050,77 \text{ м}^3/\text{год или } 302 \text{ м}^3/\text{час},$$

где

$t$  – время разложения ТКО, годы;

$w$  – влажность ТКО;

$M_{вл}$  – масса ТКО способных генерировать биогаз,

$k_2$  – константа разложения (Таблица 4 [3]).

**Таким образом расчётная скорость образования метана на 2024 год составит 302 м<sup>3</sup>/час.**

## 2.2 Обоснование принятой системы дегазации свалочного тела

Емкость полигона составляет 1139579 т, срок эксплуатации более 20 лет, с учетом скорости образования метана, согласно «Рекомендаций по расчету образования биогаза и выбору систем дегазации на полигонах захоронений твердых бытовых отходов» [3] принято решение об устройстве активной системы дегазации со сжиганием биогаза.

В данном проекте было принято решение установить факельные установки.

При выполнении окончательной рекультивации полигона перед созданием верхнего полупроницаемого экрана необходимо предусмотреть сооружение системы активной дегазации свалочной толщи полигона.

Основное назначение этой системы:

- экологически безопасное термическое обезвреживание биогаза на полигоне ТКО, образующегося на полигоне твердых коммунальных отходов;
- предотвращение неконтролируемых субгоризонтальных миграций газа;
- исключение ситуаций с возникновением избыточного давления в отдельных точках массива отходов (непосредственно под поверхностным перекрытием), следствием которых часто бывает разрушение перекрытия и спонтанные выбросы свалочного газа, создание пожароопасных ситуаций.

Инва. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							С-0223-ИОС7.1	Лист
										11
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата					



### 2.3 Система сбора и обезвреживания свалочного газа на полигоне

На спланированной поверхности осуществляется устройство системы газоотведения, устройство рекультивационного покрытия, препятствующего поступлению атмосферных осадков в тело полигона и выходу свалочного газа (биогаза) из тела полигона в атмосферный воздух, устройство плодородного слоя. Принципиальная схема газоудаления представлена ниже:

- 1) сбор газа из тела полигона;
- 2) перекрытие поверхности полигона непроницаемым слоем из геосинтетических материалов и грунтов;
- 3) транспортировка собранного газа на установку утилизации
- 4) очистка собранного газа
- 5) утилизация биогаза на газосжигательной (факельной) установке

Для сбора газа на полигоне выбрана система активной дегазации.

Среди наиболее удобных технологий для дегазации полигонов - голландская система дегазации «Multriwell» (либо аналог).

Для ускорения миграции газа из толщи тела полигона, на горизонтальных участках (с уклоном не более 30-40 ‰) устраиваются вертикальные дрены путём прокола свалочного тела. Поверх **вертикальных** дрен укладываются горизонтальные дрены: на горизонтальных с шагом 3м, на откосах – с шагом 6 м.

Затем газ собирают в горизонтальной сети труб и соединяют с механическим компрессором, который создает постоянное пониженное давление в сети трубопроводов и под геомембраной. Газ, образуемый в теле полигона, попадает в сеть трубопроводов, после чего под действием компрессора подаётся на газосжигательную установку для окончательного уничтожения вредных компонентов и соединений.

Перед началом установки системы дегазации поверхность полигона должна быть выровнена и спрофилирована. Удаляются все неровности поверхности, создаётся гладкая поверхность для нанесения новых верхних слоев. В процессе работ обеспечивается достаточный уклон во всех направлениях поверхности для организации поверхностного стока. Поверхность отходов накрывается слоем минерального грунта, достаточного для того, чтобы выдержать вес тяжелого оборудования, используемого для установки вертикальных дрен. После монтажа вертикальных дрен, на свалочном теле намечают газосборные площадки и производят раскладку горизонтальных дрен.

Вертикальные дрены доставляются на полигон скрученными в рулоны и погружаются в толщу отходов на откосах полигона с помощью навесного гидравлического оборудования «Стичер», установленного на гусеничный экскаватор (например, Komatsu PC600LC-6).

Горизонтальные дрены вручную раскатываются по подготовленной поверхности полигона в пределах намеченных газосборных площадок.

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №					<b>C-0223-ИОС7.1</b>	Лист
								12
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата			

Основной трубопровод изготовлен из труб ПНД и доставляет свалочный газ в газо-сборные колодцы и затем – к газосжигательной установке.

### **Вертикальные дрены (V-Drains)**

Основным элементом системы дегазации являются вертикально установленные дрены, которые вставляются в тело полигона через каждые 3 метра. Глубина установки - до 10 метров в данном проекте. Вертикальная дрена представляет собой пластиковый сердечник, упакованный в газопроницаемый геотекстиль (размеры поперечного сечения: 1,5 см x 10 см).

Вертикальные дрены доставляются на полигон скрученными в рулоны и погружаются в отходы с помощью гидравлического оборудования, установленного на гусеничный экскаватор.

Мощности данного экскаватора достаточно для плавного погружения вертикальных дрен до необходимой глубины. Достигнув требуемой глубины, навесное оборудование возвращает рабочий орган, осуществляющий прокол в исходное положение, оставляя вертикальные дрены внутри отходов. Вертикальные дрены вручную отрезают примерно на 0,5 метра выше уровня поверхности. Затем экскаватор может быстро перейти к следующей вертикальной дрене в сетке 3 x 3 метра. Поверхность приблизительно 2000 м<sup>2</sup> может быть пробита вертикальными дренами в течение рабочего дня и подготовлена для дальнейшей эксплуатации.

Чтобы предотвратить попадание атмосферного воздуха в систему дегазации через склоны полигона, расстояние между краем гидрокса и краем верхнего экрана должно составлять не менее 6 метров.

Геотекстиль обеспечивает свободный приток газа в пластиковый сердечник и предотвращает загрязнение сердечника твердыми частицами. Пластиковый сердечник позволяет свободно перемещать газ и жидкости по вертикали. Небольшое давление, создаваемое компрессором на газосжигательной установке, обеспечивает транспортировку свалочного газа на верхний уровень полигона.

### **Горизонтальный дренаж (H-Drains)**

Следующим шагом в сборе и транспортировке свалочного газа из тела полигона является применение горизонтального дренажа.

Горизонтальные дрены доставляются на полигон скрученными в рулоны и вручную раскатываются по подготовленной поверхности полигона (размеры поперечного сечения: 2 см x 40 см). Горизонтальные дрены изгибаются на поверхности. Открытые структуры как вертикальных, так и горизонтальных дрен в сочетании с давлением, созданным компрессором, расположенным на газосжигательной установке, обеспечивают плавный поток свалочного газа. Горизонтальные дрены транспортируют собранный газ из тела полигона к центральной линии каждого поля Multriwell, где газ поступает на следующий этап в системе. Обзор положения горизонтальных дрен представлен в графической части проекта.

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

						<b>C-0223-ИОС7.1</b>	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата		13

Горизонтальный дренаж устанавливается поверх вертикальных дрен, которые торчат из тела полигона ( $h = 0,5$  м) и горизонтально изгибаются на поверхности. Открытые структуры как вертикальных, так и горизонтальных дрен в сочетании с давлением, созданным компрессором, расположенным на газосжигательной установке, обеспечивают плавный поток свалочного газа. Собранный газ из тела полигона транспортируется к перфорированной трубе, откуда газ попадает в газосборный колодец.

#### **Основной трубопровод площадок (перфорированная труба)**

Горизонтальный дренаж доставляет газ от вертикальных дрен к перфорированным трубам, которые транспортируют свалочный газ дальше к газосборным колодцам. Основным трубопроводом площадок изготовлен из труб ПЭ 100 ГАЗ SDR17 110x6.6 **ГОСТ Р 58121.2-2018**. Длина основного трубопровода площадки зависит от размера газосборной площадки. В типичной площадке (примерно 40 x 70 м) длина основного трубопровода площадки составит около 2 x 35 м. Концы основного трубопровода на краю площадки закрыты. Основные трубопроводы площадок соединены с газосборными колодцами в центре площадок. Расположение основных трубопроводов площадок представлено графической частью проекта.

#### **Щебень**

Общие трубопроводы площадок помещаются в траншеи (сечением 0,4 x 0,4 м), заполненные щебнем из неразлагаемых водой горных пород (например, гравийным), фракция 20-40, М1000. Траншеи должны быть подготовлены до размещения горизонтальных дрен. Щебень способствует притоку газа к основным трубопроводам площадок. Важно, чтобы основные трубопроводы площадок были полностью окружены щебнем. Поэтому, до размещения трубопроводов, дно траншей должно быть подготовлено слоем щебня толщиной около 200 мм. После укладки горизонтальных дрен и устройства перфорированных труб производится окончательная засыпка щебнем.

#### **Геотекстиль**

Для защиты гравийной траншеи укладывается геотекстиль. Ширина материала должна составлять 1,8 метра для укрытия дна и стенок траншеи, 1,3 м для укрытия верха (учитываются выпуски по 0,5 м с каждой стороны). Общая длина геотекстиля равна длине траншей перфорированных труб.

#### **Газосборный колодец**

Основные трубопроводы площадок доставляют свалочный газ в газосборные колодцы. Газосборные колодцы устанавливаются в яму глубиной 1 м и диаметром 0,8 м на песчаную подушку толщиной 100 мм. Засыпка ямы производится щебнем, аналогичным щебню для засыпки траншей. Газосборные колодцы транспортируют свалочный газ из основных трубопроводов площадок на внешнюю поверхность, где газ попадает в следующий трубопровод для дальнейшей транспортировки. Для предотвращения попадания газа в

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

						<b>C-0223-ИОС7.1</b>	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата		14

окружающую среду, место, где колодец проходит через мембрану экрана, должно быть загерметезировано. Это достигается путем приварки экрана к колодцу.

Газосборный колодец изготовлен из ПНД и содержит:

- Основной корпус из трубы ПЭ 100 SDR13,6 диаметр 200, длина 2000 мм подземная часть и 500 мм надземная, итого 2500 мм;
- 2 соединения для трубопроводов диаметром 110 мм (соответственно, одно в верхней и одно в нижней части колодца.);
- Верхнюю крышку колодца;
- Перфорированную нижнее основание, позволяющую конденсату проникать обратно в тело полигона.

Конструкция газосборного колодца приведена в графической части проекта С-0223-ИОС7.1.

### Трубопроводы газа

Проектными решениями предусматривается прокладка трубопроводов транспортировки свалочного газа по поверхности так как при эксплуатации наблюдаются хаотичные просадки свалочного тела полигона. Поверхностная прокладка позволяет своевременно обнаруживать и устранять возникающие проблемы в системе дегазации (провисание труб, утечки и пр.), а также следить за уклонами труб.

Дальнейшая транспортировка свалочного газа идет по сети транспортных труб ПНД SDR17 со следующими диаметрами:

- От газосборных колодцев до коллектора: труба ПЭ 100 ГАЗ SDR17 110x6.6 **ГОСТ Р 58121.2-2018**; Ду110 мм. Эти трубы должны быть уложены с минимальным уклоном 2% к газосборным колодцам, чтобы конденсат самотёком мог возвращаться обратно в колодцы.
- От коллекторов до главного газопровода (ведущего к газосжигательной установке): труба ПЭ 100 ГАЗ SDR17 160x9.5 **ГОСТ Р 58121.2-2018**; Ду160 мм.

Эти трубы должны укладываться с минимальным уклоном 2% по направлению к главному трубопроводу, для обеспечения стока конденсата. Удаление конденсата производится при помощи сифонов.

- Главная труба для сбора газа, пересекающая полигон и соединяющаяся с компрессором и газосжигательной установкой: труба ПЭ 100 ГАЗ SDR17 280x16.6 **ГОСТ Р 58121.2-2018**. Эта труба пересекает верхнюю часть полигона и имеет уклон от вершины полигона к его краям. Минимальный наклон 2% должен сохраняться для обеспечения сброса конденсата в один из сифонов в начале или в конце газопровода.

Более подробное расположение трубопроводов - см. графическую часть проекта. Трубы размещаются на внешней поверхности полигона, что обеспечивает визуальный осмотр, легкий ремонт и техническое обслуживание. Климатические условия могут привести к замерзанию конденсата внутри труб. Для защиты от замерзания устраивается система обогрева трубопроводов.

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

						<b>С-0223-ИОС7.1</b>	Лист
							15
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата		

Все наземные трубопроводы устраиваются на металлических стойках, регулируемых по высоте. Чтобы избежать разрушения от неравномерных просадок полигона, труба имеет возможность смещаться на опорах вдоль своей оси. Стойки устанавливаются с шагом 5 метров. Конструкция опоры – см. графическую часть проекта С-0223-ИОС7.1.

#### Манифолды (коллекторы)

С газосборных площадок газ поступает в газосборные колодцы (тип СР), а затем в трубопроводы ПНД Ду110 мм. Эти трубы сгруппированы и соединены с коллекторами, распределенными по наружной поверхности (см. графическую часть проекта ГТП-26/2020-ИОС 7.1. Из коллекторов газ поступает в трубы ПЭ 100 ГАЗ SDR17 160x9.5 **ГОСТ Р 58121.2-2018** для дальнейшей транспортировки. Коллекторы состоят из корпуса (изготавливается из полимерного материала, что снижает, по сравнению с металлическим, риск кражи оборудования), труб ПНД и запорной арматуры. Коллекторы оснащены клапанами на каждой входящей и исходящей трубе, что позволяет детально контролировать потоки газа и давления от каждой отдельной площадки сбора биогаза.

Коллекторы могут оснащаться 4-мя или 6-ю соединениями для линий ПНД Ду110 мм (в данном проекте используются манифолды с 4-мя выходами) и 1 соединением для линии ПНД Ду 160 мм. В случаях, когда количество входящих линий меньше 4-х, неиспользуемые соединения должны быть заглушены.



Инов. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

**С-0223-ИОС7.1**

Лист

16





*Фото коллектора на шесть соединений для примера*

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

**C-0223-ИОС7.1**

Лист
17

### Сифоны

Свалочный газ насыщен водой при выходе из тела полигона. Из-за падения температуры в этот момент в трубах будет образовываться конденсат. Газосборная система спроектирована таким образом, что конденсат будет либо:

- 1) возвращаться в тело полигона через перфорированное дно газосборных колодцев;
- 2) собираться в самых низких точках главного газопровода, для чего устанавливаются сифоны.

### Система очистки свалочного газа

Для предотвращения выброса вредных веществ (например, соединений серы) в атмосферу при сжигании свалочного газа, газ перед подачей на газосжигательную установку требуется очистить от вредных примесей. Для этого применяется угольный фильтр.

Система очистки свалочного газа активированным углем состоит из нескольких узлов.

№ п.п.	Описание
1	2
1	<p><b>Газоосушитель</b> из нержавеющей стали.</p> <p>Для осушки и подогрева свалочного газа.</p> <p>Температура на входе 20 °С.</p> <p>Температура на выходе 10 °С.</p> <p>Образование конденсата 24 кг/ч</p>
2	<p><b>Сборная емкость для конденсата</b> из нержавеющей стали.</p> <p>Для сбора конденсата.</p> <p>Макс. / мин. Рабочая температура -10 / 70</p> <p>Макс. Рабочее избыточное давление 0,5 бар.</p>
3	<p><b>Фильтр с активированным углем</b> из нержавеющей стали</p> <p>Активированный уголь находится на ситовидной рабочей поверхности, что обеспечивает равномерное прохождение газа через фильтрующий слой.</p> <p>Объем фильтрующей массы 8 м<sup>3</sup>.</p>
4	<p><b>Внутренние трубопроводы</b> из нержавеющей стали для каждого из элементов угольного фильтра, расположенного между входом и выходом свалочного газа.</p>

Главный узел системы – фильтр с активированным углем.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

**C-0223-ИОС7.1**

Лист

18

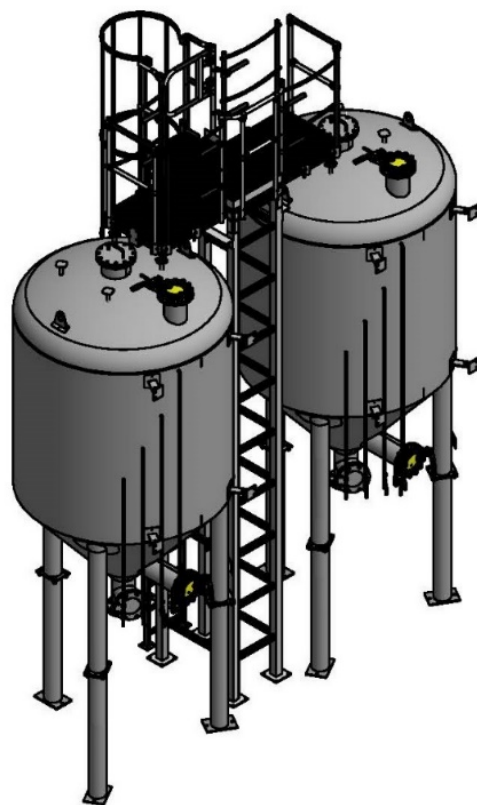
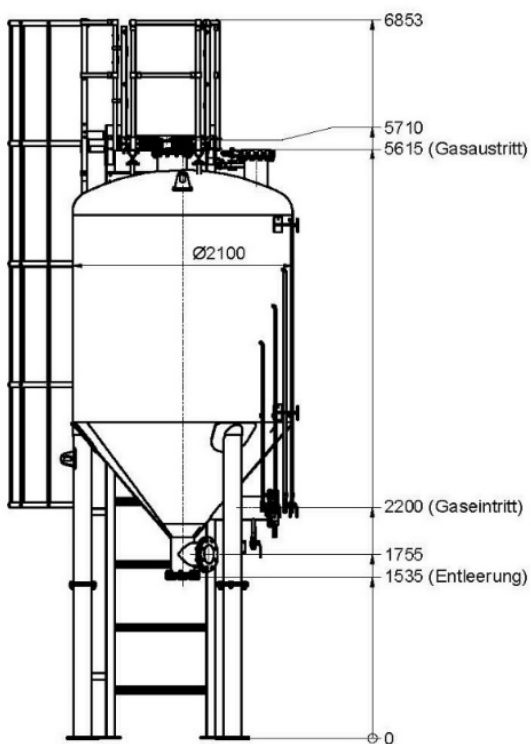
Для очистки свалочного газа от вредных веществ используется один фильтр с активированным углем с производительностью 1500 м³/ч. С этой целью используется процесс адсорбции посредством специального активированного угля.

Свалочный газ проходит через фильтр с активированным углем по направлению снизу вверх.

Свежий активированный уголь заполняется сверху, а использованный выгружается снизу.

В зависимости от загруженности (износа) и температурного режима, активированный уголь обладает способностью очищать свалочный газ эффективностью до 100% от вредных веществ, задерживая их на своей пористой поверхности и, таким образом, отделяя их от газового потока.

При очистке свалочного газа угольный фильтр задерживает вредные вещества на своей поверхности, при этом адсорбирующая способность активированного угля постепенно снижается.



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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

**C-0223-ИОС7.1**



## Технические характеристики фильтра с активированным углем

Наименование	Значение	Единица
1	2	3
<b>Общие характеристики</b>		
Свалочный газ	55 - CH <sub>4</sub> 45 - CO <sub>2</sub> 500 - H <sub>2</sub> S 20 - Si	об. % об. % ppm мг/м <sup>3</sup>
Расход газа	1500	станд. м <sup>3</sup> /ч
Температура на входе	21	°С
Отн. влажность (на входе)	50	%
Макс. рабочее избыточное давление	0,18	бар
Мин. рабочее избыточное давление	-0,18	бар
Мин. рабочая температура	- 10	°С
Макс. рабочая температура	42	°С
Падение давления	14	мбар
<b>Активированный уголь</b>		
Объем заполнения	8	м <sup>3</sup>
Загрязненность (при номинальных параметрах)	9	% масс. доли
<b>Установка</b>		
Рабочая масса брутто	7002	кг
Материал	нержавеющая сталь	

**Основные характеристики системы сбора и утилизации биогаза**

Установка по переработке газа предназначена для сбора, безопасной транспортировке и сжигания полученного газа.

Базовое оборудование утилизации биогаза включает в себя следующие компоненты:

- Газонагнетательная установка биогаза;
- Факел для сжигания биогаза с низким уровнем выбросов;
- Установка обеспечения контроля с необходимыми компонентами для мониторинга взрывобезопасности.

Все части оборудования, соприкасающиеся с газом, выполнены из нержавеющей стали.

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

**C-0223-ИОС7.1**

Лист

20

Биогаз подается при помощи газонагнетательной установки, которая создает давление ниже атмосферного (отрицательное давление). Далее обрабатываемый газ подается на факельную горелку, обеспечивающую низкий выброс и управляемый процесс горения.

Дополнительный газовый анализатор непрерывно контролирует состав биогаза и отключает установку до момента формирования взрывоопасной смеси.

Выделенный биогаз подается по всасывающей магистрали в ёмкость сбора конденсата, стоящую в системе охлаждения газа. Далее биогаз, содержащий влагу, обезвоживается в сепараторе конденсата, так что его можно утилизировать без образования конденсата. Собранный конденсат направляется назад на полигон дренажным насосом.

#### Газонагнетательная установка биогаза

Газонагнетательная установка формирует, как было указано выше, отрицательное давление биогаза. При помощи газонагнетательной установки биогаз транспортируется по трубопроводу к установке утилизации биогаза. Газонагнетательная установка оснащена пламегасителем, что в случае взрыва препятствует распространению пламени в системе.

Газонагнетательная установка оснащена устройством плавного пуска.

#### *Факел*

Факел сжигает обработанный биогаз при температуре свыше 1000 °С. Также, предполагаются защитные устройства, такие, как быстродействующие запирающие клапаны, устройства контроля превышения температуры, устройства контроля пламени и пр. непрерывно обеспечивают безопасное сгорание газа.

#### *Газоанализаторная система*

В состав биогаза входит в основном метан (CH<sub>4</sub>), диоксид углерода (CO<sub>2</sub>), азот (N<sub>2</sub>) и кислород (O<sub>2</sub>). В его состав также входит небольшое количество сероводорода и следы галогенизированных углеводородов. При определенной пропорции смесь кислорода (O<sub>2</sub>) и метана (CH<sub>4</sub>) становится взрывоопасной. Для предупреждения возникновения такого события, кроме защитных мер, установка должна быть оснащена газоанализаторной системой.

Анализаторная система подключается к газовой системе полигона через измерительный фильтр отбора биогаза и трубопровод отбора проб.

Содержание метана и кислорода в биогазе измеряется при помощи двух анализаторов. При превышении либо низком содержании O<sub>2</sub> или CH<sub>4</sub> установка выключается. Таким образом, смеси, способные к взрыву, в установке не образуются

В целях предупреждения образования взрывчатой смеси из-за неисправности измерительной газовой трубы, в шкафу анализатора предусматривается вентилятор непрерывного действия. Также в установке осуществляется контроль потока воздуха, и в случае неисправности вентилятора подача биогаза прекращается, установка сжигания выключается.

#### *Управление установкой*

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							C-0223-ИОС7.1	Лист
										21
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата					

Управление установкой включает в себя все необходимые элементы переключения и отображения на панели контроля и управления нагнетательной и факельной станцией. На панель выводятся предупреждения и сигналы тревоги. Все необходимые аналоговые и цифровые сигналы передаются на терминал в шкафу управления.

Всего на систему сбора биогаза необходимо:

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата	<b>C-0223-ИОС7.1</b>			

п/п	№ в ЛС Р	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	2	3	4	5	
<b>1.Установка системы дегазации</b>					
<b>Устройство дрен для сбора биогаза</b>					
1		Устройство дрен вертикальных (СТО 56910145-2021) (стичер 30-50т) (1622 шт, 15+0,5 м).	п. м.	25141	
2		Анкерные пластины для вертикальных дрен	шт	1703	
3		Устройство горизонтальных дрен на площадках	п.м	5750	
4		Устройство горизонтальных дрен на склонах	п.м	12000	
5		Дренирующая прокладка Multriwell Н-типа 800x800 мм	шт	750	
<b>Прокладка дренажных труб</b>					
6		Разработка траншей для укладки дренажных труб (группа грунта 1) экскаватором с объёмом ковша 0,5 м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	123	
7		Укрытие дна и стенок траншей Канваланом 250 СТО 8397-004-69093357-2013	м <sup>2</sup>	918	коэффициент расхода 1,15
8		Укрытие верха траншей Канваланом 250 СТО 8397-004-69093357-2013	м <sup>2</sup>	663	коэффициент расхода 1,15
9		<b>Прокладка трубы ПЭ 100 ГАЗ SDR17 110x6.6 ГОСТ Р 58121.2-2018 (перфорированная)</b>	п. м.	510	
10		Монтаж соединительных муфт SDR17 для труб Ø 110 мм (электросварных)	шт	43	
11		Установка заглушек на трубы ПЭ 100 ГАЗ SDR17 110x6.6)	шт	15	
12		Засыпка траншей гравийным щебнем фр. 20-40 (марка 1000)	м <sup>3</sup>	117	
<b>Прокладка газопроводов из одиночных полиэтиленовых труб</b>					
13		<b>Труба ПЭ 100 ГАЗ SDR17 110x6.6 ГОСТ Р 58121.2-2018</b>	п. м.	145	
13.1		Отвод 90 к трубе ПЭ 100 ГАЗ SDR17 110x6.6	шт	1	
13.2		Соединительные муфты электросварные для труб Ø 110 мм	шт	27	
14		<b>Труба ПЭ 100 ГАЗ SDR17 160x9.5 ГОСТ Р 58121.2-2018</b>	п. м.	48	
14.1		Соединительные муфты электросварные для труб Ø 160 мм	шт	10	
15		<b>Труба ПЭ 100 ГАЗ SDR17 280x16.6 ГОСТ Р 58121.2-2018</b>	п. м.	640	
15.1		Отвод 45 к трубе ПЭ 100 ГАЗ SDR17 280x16.6	шт	6	
15.2		Отвод 90 к трубе ПЭ 100 ГАЗ SDR17 280x16.6	шт	12	
15.3		Устройство траншей экскаватором (V=0,5м <sup>3</sup> ) под укладку футляра глубиной 1,0 с обратной засыпкой	м <sup>3</sup>	41	
15.4		Устройство песчаной подушки под укладку трубопровода (под футляр)	м <sup>3</sup>	2,8	
15.5		Укладка трубы стальной - футляр Ø630x9	п. м.	28	
<b>С-0223-ИОС7.1</b>					Лист
<b>С-0223-ИОС7.1</b>					23
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.



п/п	№ в ЛС Р	Наименование работ	Ед. изм.	Кол-во	Примечание
1	2	3	4	5	
19.4		Засыпка ямы песком ср. крупности, Кф не менее 3м/сут	м <sup>3</sup>	1,5	
<b>Монтаж фасонных изделия для подключения факела</b>					
20		<b>Труба ПЭ 100 ГАЗ SDR17 200x11.1 ГОСТ Р 58121.2-2018</b>	п. м	<b>15</b>	
20.1		Отвод 45 к трубе ПЭ 100 ГАЗ SDR17 200x11.1	шт	<b>1</b>	
20.2		Отвод 90 к трубе ПЭ 100 ГАЗ SDR17 200x11.1	шт	<b>2</b>	
20.3		Втулка под фланец ПЭ100 SDR 17 Ø 200	шт	<b>2</b>	
20.4		Фланец с ПП покрытием Ду 200	шт	<b>2</b>	
20.5		Прокладка резиновая Ø 200	шт	<b>2</b>	
20.6		Болты, гайки и шайбы для фланца Ø 200	комплект	<b>2</b>	
20.7		Хомут стальной с резиновым уплотнителем для труб Ø 200	шт	<b>3</b>	
<b>Опоры</b>					
21.1		Установка блоков ФБС 12-5-6	шт	<b>278</b>	
21.2		Проволока вязальная, 4мм, ГОСТ 3282-77 (0,099кг/п.м.)	п. м	<b>1112</b>	
<b>2. Завод по термической обработке биогаза, в составе:</b>					
22		<b>Монтаж газосжигательной установки производительностью 1500 м<sup>3</sup>/ч. Вес – 3000 кг</b>	шт	<b>1</b>	
23		Монтаж угольного фильтра. Вес 4500 кг.	шт	<b>1</b>	
24		Монтаж контейнера с оборудованием. Вес 6000 кг.	шт	<b>1</b>	

### Газосжигательная установка

С помощью компрессора, через системы трубопроводов, газ, выходящий из тела полигона, доставляется к газосжигательной установке, расположенной в западной части полигона. Свалочный газ прошедший процесс горения в газосжигательной установке утрачивает неприятные запахи и полностью обезвреживается.

**Согласно расчёту, необходима одна установка мощностью 1500 м<sup>3</sup>/ч.**

#### Технологические решения

Высокотемпературная газосжигательная установка обеспечивает безопасное и экологически чистое сгорание газа.

Газ, поступающий в установку, смешивается с воздухом для горения и сжигается при температурах в диапазоне 1000-1200 градусов Цельсия. Время пребывания газа в установке более 0,3 секунд. Это обеспечивает полное сгорание метана, что соответствует российским и международным нормам и стандартам.

Система газосжигания оснащена полностью автоматизированным управлением и запускается/останавливается автоматически. Запуск цикла высокотемпературной

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата	<b>C-0223-ИОС7.1</b>	Лист
							25

вспышки начинается, как только выдается команда пуска (внешняя). Компрессор и газосжигательная установка должны соответствовать диапазону мощности **300 - 1500** м<sup>3</sup> / час. Этого будет достаточно, чтобы справиться с общим объемом добытого газа.

#### Изготовление и основные характеристики

Технические характеристики газосжигательной установки должны удовлетворять следующим техническим параметрам:

- Расчетный поток факела– **1 500 м<sup>3</sup>/час;**
- **Максимальный расход газа– 1 500 м<sup>3</sup>/час;**
- Минимальный расход газа – 300 м<sup>3</sup>/час;
- Максимальное давление – 0 мбар (изб);
- Минимальное давление – -80 мбар (изб);
- Максимальная температура газа на выпускном фланце – 35 °С;
- Минимальная температура газа на выпускном фланце – >0 °С;
- Максимальная концентрация CH<sub>4</sub> -50% по объему;
- Минимальная концентрация CH<sub>4</sub> -30% по объему;
- Максимальная концентрация O<sub>2</sub> -6% по объему;
- Минимальная концентрация O<sub>2</sub> -0% по объему;

В качестве санитарно-гигиенической оценки эффективности газосжигательного оборудования необходимо принимать показания химического анализа биогаза на основании данных объекта-аналога.

**В данном проекте применяется факел, аналогичный тому, что используется в настоящее время на полигоне ТКО «Ядрово».**

#### Фундамент

Компрессор и газосжигательная установка размещаются на бетонной фундаментной плите.

#### Геомембрана

Для предотвращения выхода газа в атмосферу верхняя поверхность полигона должна быть герметизирована с помощью непроницаемого слоя. Для этой цели используется геомембрана

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

Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата

**C-0223-ИОС7.1**

Лист

26

## ПЕРЕЧЕНЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОГО ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОБЪЕКТОВ СИСТЕМЫ ГАЗООТВЕДЕНИЯ

Мониторинг биогаза на полигонах ТКО является частью общего мониторинга, который сопровождает захороненные отходы на протяжении всего жизненного цикла. Минимальный период мониторинга составляет 30 лет с момента прекращения приема отходов.

На закрытых полигонах мониторинг загрязнения атмосферы компонентами биогаза проводится каждые шесть месяцев дважды в сутки в течение 7-10 дней подряд. Мониторинг миграции биогаза проводится также в период замерзания грунта и насыщения его водой.

Биогаз проверяется на содержание метана, сероводорода, винил хлоридов, бензола, толуола, ксилола.

Мониторинг атмосферного воздуха на территории свалки и в зоне ее влияния производится с помощью газоанализаторов или датчиков на поверхности рабочего тела и с помощью сети контрольных скважин, оснащенных приборами для обнаружения CH<sub>4</sub>.

Измерение газа в строениях проводится в помещениях, расположенных в верхней и нижней точке склона, с наружной части фундамента на уровне земли, вблизи трещин или отверстий в фундаменте и в полах. Измерения проводятся в строениях, имеющих подвалы, расположенных за пределами санитарно-защитной зоны полигона.

Контроль осадки поверхности осуществляется с помощью вешек осадки. Вешки осадки устанавливаются на боковых откосах (не менее 3 вешек) и в узлах 30 - метровой координатной сетки на поверхности полигона. Контроль положения вешек осуществляется два раза в год.

Подавление растительности свидетельствует о необходимости принятия мер по ремонту или восстановлению системы дегазации. Осмотр растительности ведется не реже одного раза в год в период максимальной вегетации в течение 10—15 лет после закрытия полигона.

По результатам мониторинга полигона ТКО ежегодно составляется краткий информационный отчет, содержащий оценку состояния полигона и выполнения нормативных требований к санитарному захоронению ТКО, состояния объектов окружающей природной среды и изменения, произошедшие за истекший период наблюдений, оценку эффективности инженерных сооружений, рекомендации по коррекции режима эксплуатации полигона и наблюдательной сети.

### Сведения о системе обогрева трубопроводов

В связи с тем, что часть трубопроводов проходят по поверхности, для предотвращения замерзания внутри них конденсата в зимнее время, устраивается система обогрева.

Система электрического обогрева предназначена для поддержания заданных в ТЗ температур путем компенсации тепловых потерь, с целью защиты их от замерзания при

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

						<b>C-0223-ИОС7.1</b>	Лист
							27
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата		



малом расходе продукта или при остановке его прокатки в штатных условиях функционирования.

Тепловой расчет системы обогрева, выбор материалов теплоизоляции, характеристик оборудования и марок нагревательных секций производился в соответствии со СНиП 41-03-2003 (п.п.6.3,6.4). Электрическая кабельная система обогрева является эффективным решением, поскольку обеспечивается высокая точность поддержания мощности обогрева; управление обогревом легко поддается автоматизации и не требуется постоянный контроль со стороны обслуживающего персонала. Системы управления обогревом, главным звеном которых являются терморегуляторы, обеспечивают высокую точность уровня поддерживаемой температуры и обеспечивает экономию электроэнергии за счет автоматического регулирования мощности. Электрообогрев с использованием нагревательных секций легко устанавливается и обеспечивает равномерность обогрева объектов. В системе применены нагревательные элементы с использованием нагревательных секций LONGLINE KSKX, YSMR, KXH30-CR. Мощности нагревательных секций выбраны в соответствии с расчетными величинами тепловых потерь.

Электрическая система обогрева состоит из следующих основных частей:

- греющих элементов - нагревательных секций, монтируемых на поверхности обогреваемого объекта;
- соединительных коробок, предназначенных для подключения греющих элементов к силовой сети;
- датчиков температуры, измеряющих температуру поверхности трубопровода;
- шкафа управления (ШУ), обеспечивающих подачу питания к нагревательным секциям и управление обогревом.

Таблица 8 - Основные характеристики системы обогрева

Диаметр трубы внеш	110 мм	160мм	280мм
Материал трубопровода	ПНД	ПНД	ПНД
Протяженность, м	145	48	640
Продукт	Газ		
Размещение трубопровода	На открытом воздухе		
Среда	Не агрессивная		
Толщина теплоизоляции	60 мм	60 мм	80 мм

- Минимальная температура эксплуатации: -35 С
- Температура поддержания продукта: + 5 С

**Сведения об эксплуатации установки в пострекультивационный период**

Организации, обслуживающие объект размещения отходов в пострекультивационный период, будут определены посредством проведения открытых

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

						<b>C-0223-ИОС7.1</b>	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата		28

торгов в форме конкурса по окончании проведения технического этапа рекультивации и биологического этапа рекультивации соответственно.

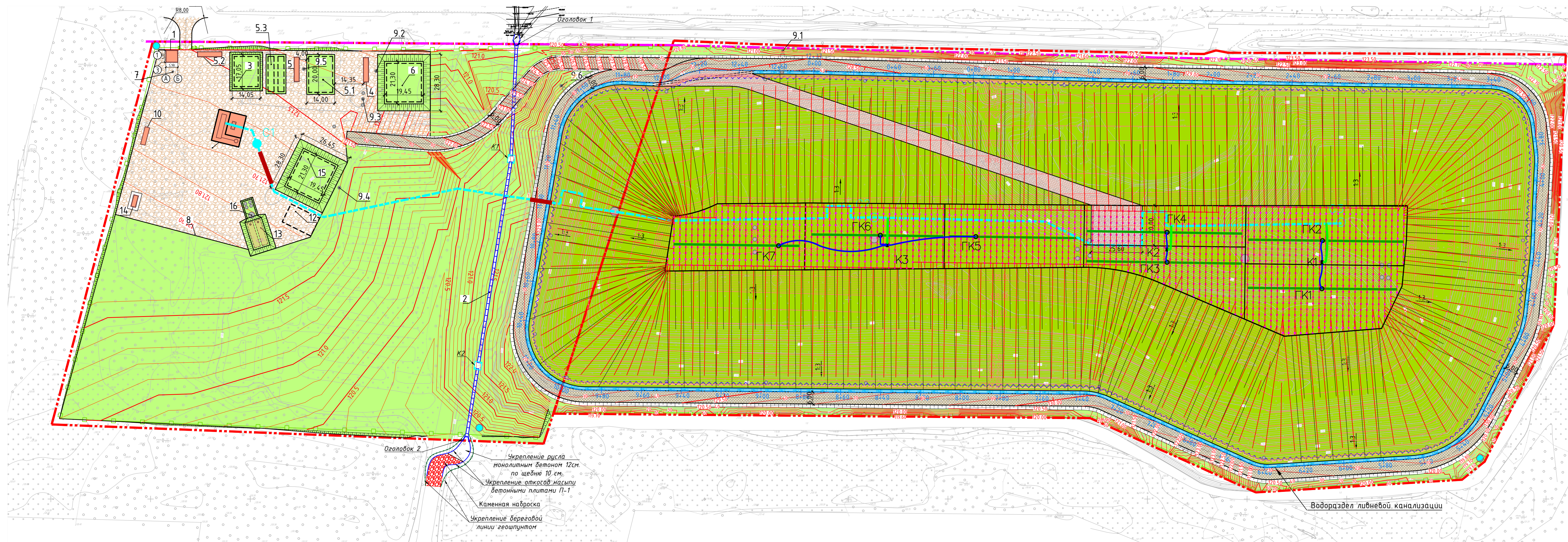
Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							<b>C-0223-ИОС7.1</b>	Лист
			Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата		29

## ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

1. Федеральный Закон "Об охране окружающей среды" от 10.01.2002 г. №7-ФЗ.
2. Методика расчета количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от полигонов твердых бытовых и промышленных отходов. Издание дополненное и переработанное - М.,2004.
3. Рекомендации по расчету образования биогаза и выбору систем дегазации на полигонах захоронений твердых бытовых отходов (Государственный комитет РФ по строительству и жилищно-коммунальному комплексу, Москва, 2003г.)
4. Технологический регламент получения биогаза с полигонов твердых бытовых отходов. Отдел санитарной очистки городов АКХ им. К.Д. Памфилова, Москва 1990.
5. Армишева Г.Т., В.Н. Кортаев, Кривошеин В.Г., Снижение экологической нагрузки при обращении с твердыми бытовыми отходами за счет использования горючих компонентов // Научные исследования и инновации. –2010. – №3 : Управление движением отходов производства и потребления. – с 3.
6. Рекомендации по сбору, очистке и отведению сточных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов, Москва 2003.
7. Вайсман, О.Я. Управление метаногенезом на полигонах твердых бытовых отходов/О.Я. Вайсман, С.В. Максимова, Я.И. Вайсман. – Москва 2003. – 231 с.
8. СП 320.1325800.2017 «Полигоны для твердых коммунальных отходов. Проектирование, эксплуатация и рекультивация»

Инв. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №							Лист
			<b>С-0223-ИОС7.1</b>						
Изм.	Кол.уч.	Лист	Недок.	Подпись	Дата				





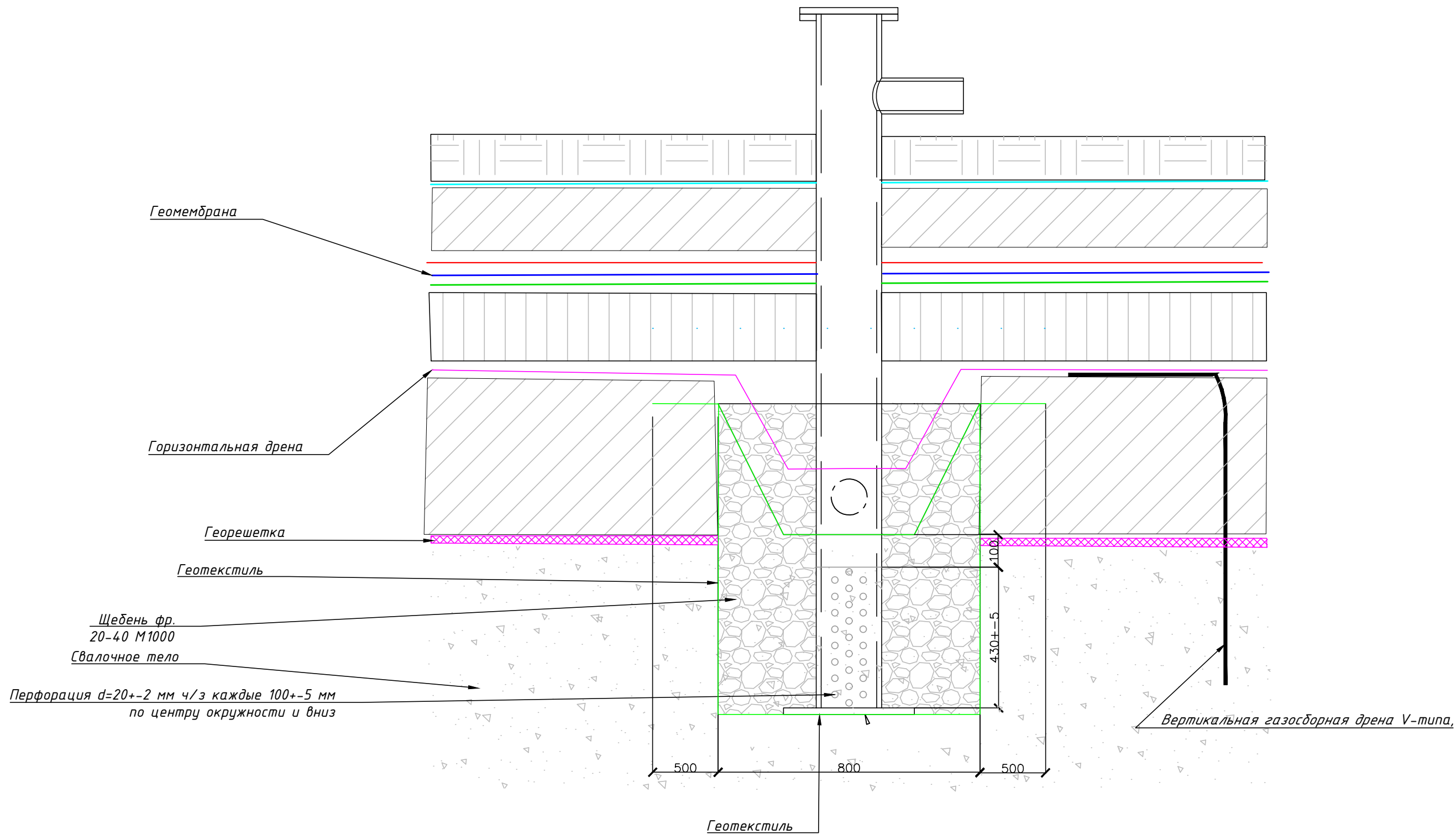
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- - - Граница земельных участков
- 1 Проектируемые здания и сооружения
- Ограждение
- Проектируемая армогрунтовая ПС
- Покрытия проездов и площадок
- Газонные покрытия
- Границы газосборных площадок
- труба ПНД 280мм
- труба ПНД 160мм
- труба ПНД 110мм
- Горизонтальные газодренажные трубопроводы ПНД110мм, с щелевой перфорацией, торцы заглушены
- Горизонтальные дрены
- вертикальный дренаж
- ГК Газосборный колодец
- К Коллектор газосборной системы
- С1 Сифон без насоса
- С1 Конденсатосборник
- Футляр

					<b>С-0223-ИОС7.1</b>					
					«Проектная документация на рекультивацию полигона твердых коммунальных отходов «Шатурский», городской округ Шатура».					
					Корректировка					
Изм.	Колуч.	Лист	№док	Подпись	Дата	Система сбора и утилизации биогаза		Стадия	Лист	Листов
Разраб	Перский							П	1	
Н.контр.	План газосборной системы М1:1000					АО «СИГНАЛ» Москва				
ГИП	Тяжелыцков									
					Формат: А0					

Имя, N подл., Подпись и дата, Взам. инв. N

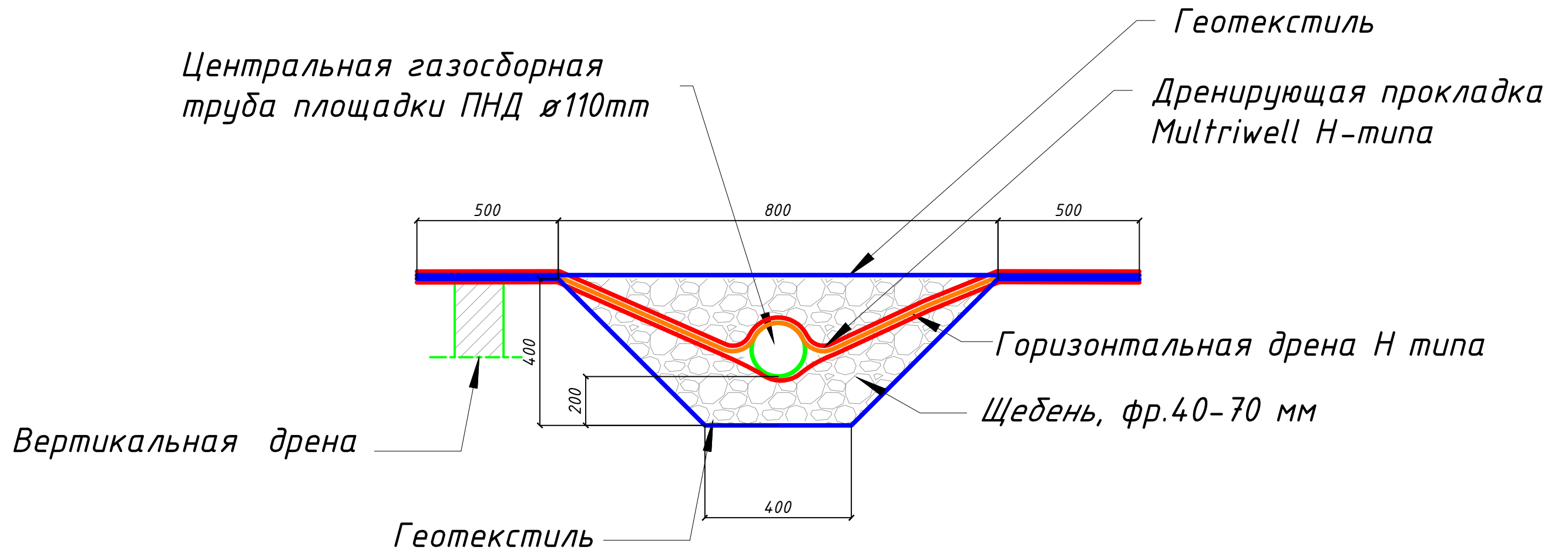




Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N
--------------	----------------	--------------

						<b>С-0223-ИОС7.1</b>			
						«Проектная документация на рекультивацию полигона твердых коммунальных отходов «Шатурский», городской округ Шатура».			
						Корректировка			
Изм.	Кол.уч.	Лист.	№ док.	Подпись	Дата	Система сбора и утилизации биогаза	Стадия	Лист	Листов
Разраб			Перский				П	2	
Н.контр.						Устройство газосборного колодца на террасе (тип СР)	АО «СИГНАЛ»		
ГИП			Тяжельников				Москва	2023	
							Формат: А0		

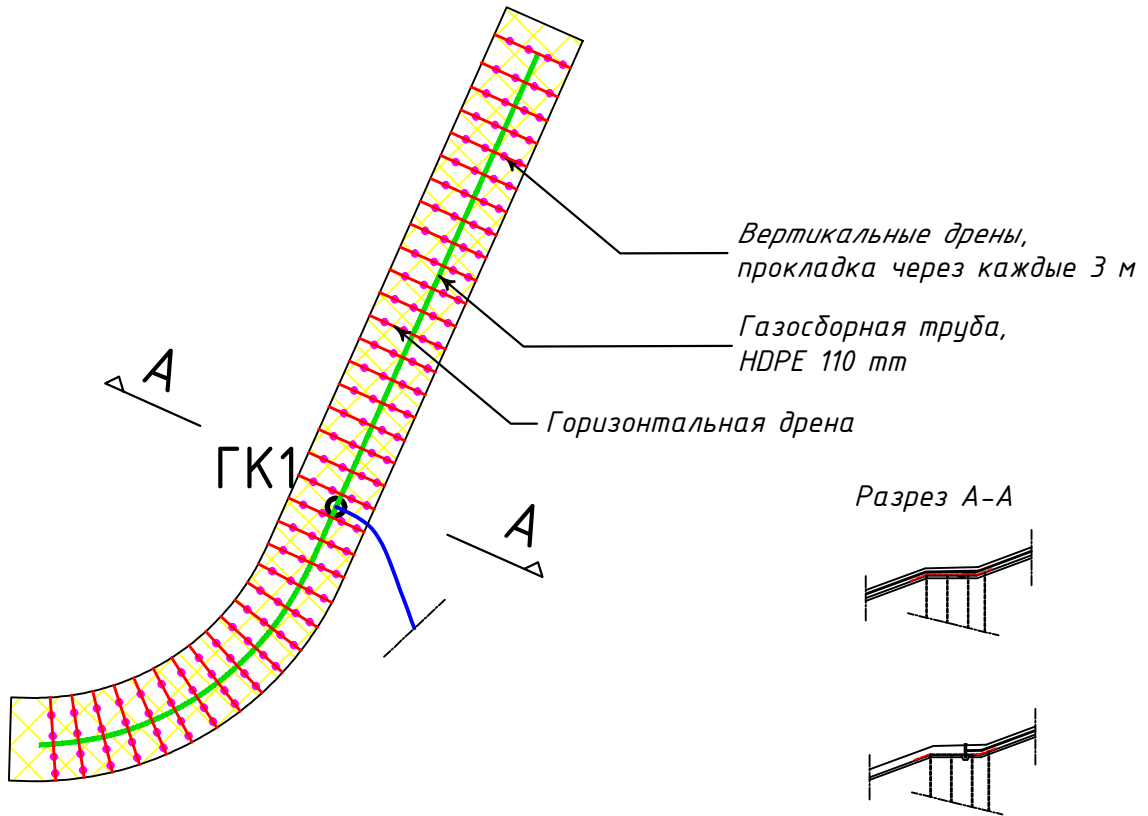
# Поперечное сечение газодренажной трубы



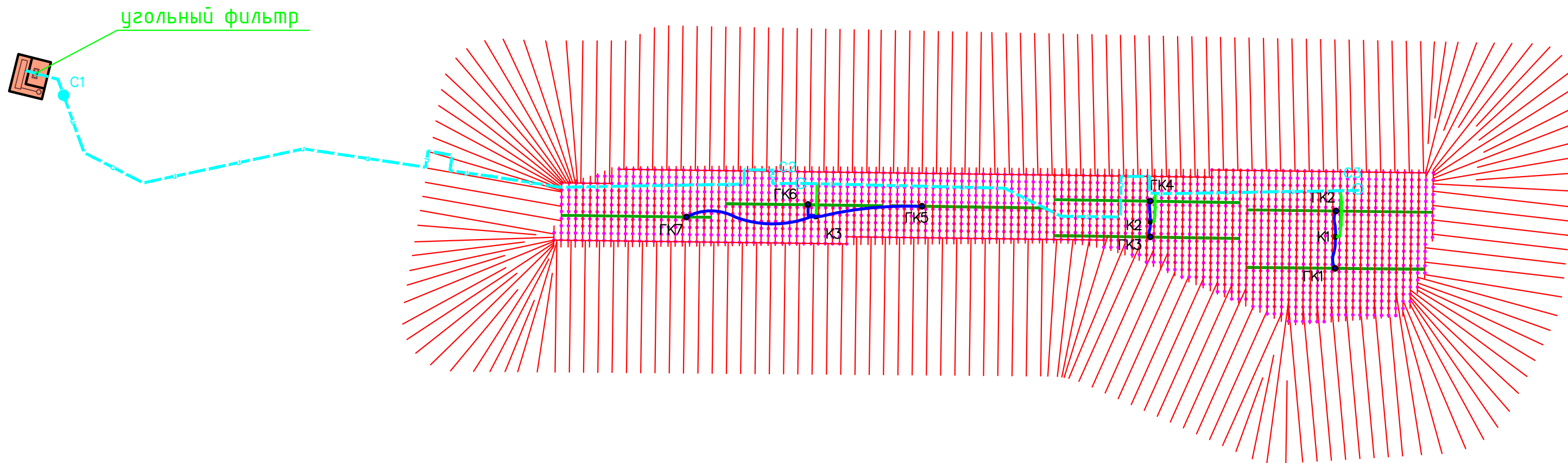
Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N

						<b>С-0223-ИОС7.1</b>				
						«Проектная документация на рекультивацию полигона твердых коммунальных отходов «Шатурский», городской округ Шатура».				
						Корректировка				
Изм.	Кол.уч.	Лист.	№ док.	Подпись	Дата	Система сбора и утилизации биогаза		Стадия	Лист	Листов
Разраб		Перский				Узел А. Схема соединения горизонтальных дрен Н-типа с газосборной трубой площадки		П	3	
Н.контр.						АО «СИГНАЛ»				
ГИП		Тяжельников				Москва				2023
						Формат: А0				

# Площадка СР: план и разрез



Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	С-0223-ИОС7.1						
			«Проектная документация на рекультивацию полигона твердых коммунальных отходов «Шатурский», городской округ Шатура». Корректировка						
Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Изм.	Кол.уч.	Лист.	№ док.	Подпись	Дата	
			Разраб	Перский					
			Н.контр.						
			ГИП	Тяжельников					
			Система сбора и утилизации биогаза				Стадия	Лист	Листов
			Площадка СР1: план и разрез				П	4	
							АО «СИГНАЛ»		
							Москва	2023	
							Формат: А0		



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | Границы газосборных площадок   |  | Манифолд (коллектор) газосборной системы |
|  | труба ПНД 280мм  |  | Сифон без насоса                         |
|  | труба ПНД 160мм  |  | Конденсатосборник                        |
|  | труба ПНД 110мм  |  | Горизонтальные дрены                     |
|  | Горизонтальные газодренажные трубопроводы ПНД110мм, с щелевой перфорацией, торцы заглушены |  |  |
|  | вертикальный дренаж  |  |  |
|  | Газосборный колодец  |  |  |

						<b>С-0223-ИОС7.1</b>			
						«Проектная документация на рекультивацию полигона твердых коммунальных отходов «Шатурский», городской округ Шатура».			
						Корректировка			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	Система сбора и утилизации биогаза	Стадия	Лист	Листов
Разраб		Перский					П	5	
Н.контр.						Принципиальная схема системы дегазации	АО «СИГНАЛ»		
ГИП		Тяжельников					Москва	2023	
						Формат: А0			

Инв. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N