ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО—КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ
ФГУП ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
БЛАГОУСТРОЙСТВА И ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО СБОРУ, ОЧИСТКЕ И ОТВЕДЕНИЮ СТОЧНЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

МОСКВА
2003

gost.e-ecolog.ru

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ И ЖИЛИЩНО—КОММУНАЛЬНОМУ КОМПЛЕКСУ
ФГУП ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
БЛАГОУСТРОЙСТВА И ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ

УТВЕРЖДАЮ
ДИРЕКТОР ФГУП
ФЕДЕРАЛЬНОГО ЦЕНТРА
БЛАГОУСТРОЙСТВА
И ОБРАЩЕНИЯ С ОТХОДАМИ
Д.С.ТУКНОВ

25 АПРЕЛЯ 2003Г.

РЕКОМЕНДАЦИИ

ПО СБОРУ, ОЧИСТКЕ И ОТВЕДЕНИЮ СТОЧНЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

МОСКВА
2003

УДК 628.4

Рекомендации по сбору, очистке и отведению сточных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов разработаны в соответствии с нормативными материалами по охране окружающей среды.

Разработаны отделом санитарной очистки городов и утилизации отходов Академии коммунального хозяйства им. К.Д. Памфилова (Абрамов Н.Ф.) и кафедрой охраны окружающей среды Пермского технического университета (Вайсман Я.И., Рудакова Л.В., Глушанкова И.С., Коротаев В.Н., Батракова Г.М., Максимова С.В.)

Рекомендации предназначены для работников жилищно-коммунального хозяйства и проектных, научных, учебных и природоохранных организаций.

Утверждены Государственным комитетом российской федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу 25 .04.2003

С предложениями и вопросами можно обращаться на кафедру охраны окружающей среды ПермГТУ

Тел. (34-22) 39-14-82,

Факс 39-17-72

E-mail: eco@ pstu.ac.ru

614000 Пермь, Комсомольский пр.,29[а]

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	4
1	Условия образования и характеристика сточных вод полигонов захоронения твердых бытовых отходов	5
2	Сбор сточных вод полигонов захоронения ТБО	15
3.	Очистка сточных вод полигонов захоронения ТБО	18
4.	Рекомендуемые технические решения и технологии очистки фильтрационных вод полигонов ТБО на различных этапах жизненного цикла	23
4.1.	Технологии очистки фильтрационных вод проектируемых полигонов и полигонов, находящихся на стадии активной эксплуатации	23
4.2.	Технологии очистки фильтрационных вод полигонов ТБО, находящихся на рекультивационном и пострекультивационном этапах эксплуатации	26
4.4.	Технологии очистки фильтрационных вод полигонов ТБО малых населенных пунктов	30
4.5.	Рекомендуемое оборудование и материалы для технологий очистки фильтрационных вод	31
5.	Критерии выбора технологии очистки фильтрационных вод для конкретных полигонов	35
6.	Мониторинг подземных и поверхностных вод в зоне влияния полигонов ТБО	37
	Литература	43
	Приложение 1	
	Приложение 2	
	Приложение 3	
	Приложение 4	

ВВЕДЕНИЕ

Негативное воздействие полигона захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) на водные объекты обусловлено фильтрационными водами (ФВ), образующимися за счет влажности отходов, инфильтрации атмосферных осадков через тело полигона, биохимических процессов деструкции ТБО[1,2,3,4].

Возрастающие требования к обеспечению санитарного состояния населенных пунктов и охране водных объектов приводят к необходимости разработки эффективных технологий по очистке фильтрационных вод полигонов ТБО.

Выбор технического решения и технологии очистки ФВ определяется химическим и микробиологическим составом сточных вод, этапом жизненного цикла полигона ТБО, мощностью объекта.

Рассмотрены условия формирования ФВ, определены основные факторы, влияющие на их состав, разработана методика прогноза изменения химического состава ФВ (по величине ХПК) на различных этапах жизненного цикла.

Особенности формирования ФВ, их сложный изменяющийся состав и объем, значительное отличие от промышленных и муниципальных сточных вод, создают сложности при принятии технических решений, проектировании и эксплуатации технологий очистки фильтрата.

Рекомендации по сбору, очистке и отведению ФВ полигонов ТБО основаны на результатах анализа отечественного и зарубежного опыта, собственных исследований и проектных разработок по очистке ФВ полигонов крупных и малых населенных пунктов, находящихся на различных этапах эксплуатации, и могут быть использованы при принятии технических решений, выборе технологий очистки ФВ полигонов ТБО.

Рекомендации содержат основные положения, которые следует соблюдать при разработке систем сбора и очистки сточных вод полигонов ТБО для обеспечения охраны водных объектов и предназначены специалистам, занимающимся проблемами проектирования, рекультивации и эксплуатации полигонов ТБО.

1. УСЛОВИЯ ОБРАЗОВАНИЯ И ХАРАКТЕРИСТИКА СТОЧНЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

1.1. На полигонах захоронения твердых бытовых отходов (ТБО) образуются несколько видов сточных вод:

- на участках захоронения отходов в результате инфильтрации атмосферных осадков, выделения отжимной воды и биохимических процессов разложения отходов образуются фильтрационные воды (ФВ);
- на территории хозяйственной зоны – поверхностный сток и хозяйственно-бытовые воды.

1.2. Концентрации загрязнений в поверхностном стоке с территории хоздвора принимаются по справочному пособию к СНиП 2.04.03-85 [5] и составляют: взвешенные вещества - 500 мг/л; нефтепродукты - 30 мг/л; $БПК_{полн.}$ - 30 мг/л; ХПК -150 мг/л; общая минерализация - 500 мг/л;

1.3. Хозяйственно-бытовые сточные воды образуются на территории хозяйственной зоны и соответствуют по составу городским хозяйственно-бытовым сточным водам: взвешенные вещества – 100-300 мг/л, $БПК_{полн.}$ – 120-300 мг/л, аммонийный азот – 30-50 мг/л.

1.4. Объем и химический состав ФВ формируется под влиянием геологических, гидрогеологических, метеорологических, топографических и климатических факторов, морфологии и условий складирования ТБО.

1.5. Объем ФВ полигона ТБО определяется уравнением водного баланса полигона ТБО.

Схема водного баланса полигона, находящегося на стадиях эксплуатации и рекультивации представлена на рис.1.

Основное уравнение водного баланса полигона ТБО имеет вид:

$$ФВ = АО + К \pm БХ - И - БГ - ПС - О \quad (1)$$

ФВ - накопление фильтрационных вод;

АО - атмосферные осадки;

К - рециркуляция воды;

БХ - разница между биохимически образуемой и потребляемой водой;

И - испарение с поверхности;

БГ - вынос воды биогазом;

ПС - поверхносный сток;

О - вода, скапливаемая в отходах.

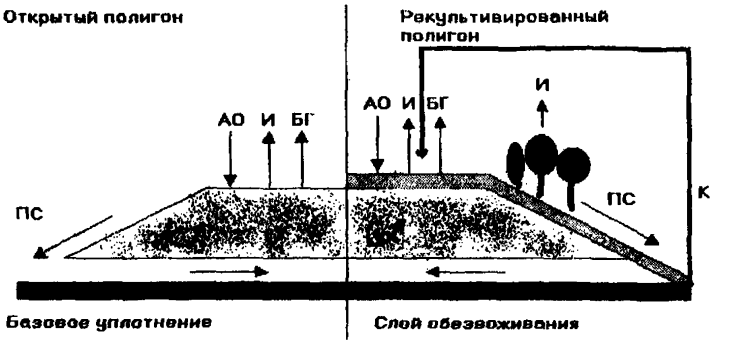

Рис.1. Водный баланс полигона ТБО

Наибольшее влияние на водный баланс оказывают климатические усл вия, первоначальная влажность отходов и вода, образующаяся при биохим ческих процессах.

Объем поверхностного стока в зависимости от площади полигона с ставляет 1- 5 % от количества атмосферных осадков.

1.6. При краткосрочном прогнозировании объемов фильтрационн х вод существенную роль в водном балансе играют такие параметры как б химическое образование воды и аккумулирующая способность полиго. При долгосрочном прогнозировании (через несколько десятилетий депо рования отходов) объем фильтрационных вод может быть рассчитан на осн ве климатического водного баланса, то есть по разнице - (АО – И).

В ориентировочных расчетах объема ФВ пользуются формулой, раз ботанной В.В. Разнощиком, Н.Ф. Абрамовым [2].

Фильтрат не образуется при складировании ТБО влажностью менее 52 в климатических зонах, где годовое количество атмосферных осадков пре вышает не более чем на 100 мм количество влаги, испаряющейся с поверхн сти. Такая зависимость математически описывается следующим выражени ем:

$$V = 0{,}01 \cdot (h - 100) \cdot F + 0{,}01\ Q \cdot (W - 52), \qquad (2)$$

где V- годовой объем фильтрационных вод, тыс.м^3/год

h- средняя региональная норма стока, мм/год,

100 – снижение нормы стока за счет испаряющей поверхности полигона, мм/год

Q – среднегодовое поступление ТБО, тыс.м^3 /год

W – среднегодовая влажность отходов, %.

F – площадь полигона, га

Площадь полигонов для складирования ТБО зависит от количества ж телей населенного пункта и высоты складируемых отходов. Ориентиров ные значения площади полигонов приведены в Приложении 1.

1.7. Более точный расчет объема фильтрационных вод с учетом площ ди складирования; массы накопленных ТБО; гидрологических и климатическ х

условий – количества осадков, испаряемой влаги; этапа жизненного цикла полигона может быть произведен по методике разработанной специалистами кафедры охраны окружающей среды ПермГТУ [6].

1.8. Основными факторами, влияющими на химический и микробиологический состав ФВ полигонов, являются морфология твердых бытовых отходов, условия складирования, предварительная сортировка и обработка, этап жизненного цикла полигона.

1.9. Морфологический и химический состав, а также некоторые физико-химические свойства отходов типичного полигона захоронения ТБО представлены в табл.1.

1.10. Все отходы подразделяются на следующие виды:

- биодеградируемые, к которым относятся пищевые, садово-парковые отходы, бумага, древесина, некоторые виды текстиля, составляющие в среднем 60-80% от массы ТБО;
- отходы, подвергающиеся химической деструкции – черные и цветные металлы, пластмассы;
- балластные – камни, стекло, строительные материалы.

Из фракции биодеградируемых в зависимости от скорости и полноты разложения выделяют три группы:

- быстро разлагаемые - пищевые отходы, трава, листья;
- средне разлагаемые - целлофан, принтерная и лощеная бумага, офисная и журнальная бумага, бумажная посуда, садово-парковые отходы;
- медленно разлагаемые - гофрированный картон, газеты, древесина.

1.11.На стадии активной эксплуатации полигона (10-30 лет) можно выделить следующие фазы биодеструкции ТБО: аэробную, анаэробную – гидролиз, ацетогенез и активный метаногенез.

1.12.Стабилизация биохимических процессов начинается после 30-40 лет с начала депонирования отходов и обычно совпадает с рекультивационным этапом жизненного цикла полигона.

1.13. В аэробной фазе (pH=6,5-7,2) (на глубине до 50 – 80 см), длящейся несколько месяцев, протекает гидролиз и окисление пищевых отходов. Большинство металлов подвергаются коррозии с кислородной деполяризацией. Кислоты, образующиеся при окислении органических соединений, способствуют растворению металлов и переходу их в фильтрат.

Окисление и разложение отходов в аэробных условиях сопровождается выделением тепла, и температура тела полигона может достигать 80° С. Рост температуры и присутствие антимикробных соединений абиотического происхождения приводят к гибели или инактивации патогенных микроорганизмов, личинок насекомых. Обычно на аэробной стадии в связи с ее непродолжительностью образуется незначительное количество фильтрата.

1.14. В ацетогенной фазе (pH=4,5–6,5), длящейся от 1года до 4 лет, происходит дальнейший распад быстро и средне разлагаемых фракций ТБО, основными продуктами которого являются уксусная и пропионовая кислоты, углекислый газ и вода, приводящие к значительному снижению величины pH

Таблица 1.

Морфологический состав и физико-химические свойства отходов типичного полигона захоронения ТБО

Фракция отходов	Доля фракции, % (средняя по России)	Химический состав фракции (в расчете на сухие ТБО)	Молярная масса, кг/кмоль	Зольность, % к массе сухих ТБО	Плотность, кг/м^3	Теплоемкоеть Дж/кг□К
Пищевые отходы	16	$C_{320..3}H_{570..9}O_{188.4}N_{14,9}S$	7674	5,0	1400	1715
Бумага	32	$C_{580,6}H_{952..3}O_{440..8}N_{3,49}S$	15045.96	6,0	1500	1260
Садово-парковые отходы	20	$C_{424.8}H_{635.9}O_{253.8}N_{6.41}S$	9916.04	5,0	1450	1360
Дерево	10	$C_{1321}H_{1904}O_{855,6}N_{4.6}S$	31542	1,5	1500	1360
Ткань, текстиль	5	$C_{978.8}H_{1396}O_{416..8}N_{70,2}S$	20825.2	2,5	1300	1310
Кожа	2,5	$C_{404.4}H_{634,9}O_{58.1}N_{57.2}S$	7250.1	10	900	
Резина	2,5	$C_{454,9}H_{69,4}N_1S$	5574	10	940	1590
Пластик	2	$C_{3,5}H_{5,0}O_1S$	63,075	10	920-1040	1300-2300
Черные и цветные металлы	2	Fe, Cu, Ni, Cr, Pb и др.		-	7800-9000	630-880
Стекло	6			-	2400	1160
Прочие	2			-	-	
Биодеградируемая фракция	78	$C_{350.4}H_{480}O_{20}N_{5,7}S$		68		

фильтрата и ускорению процессов деструкции, гидролиза древесины, целлюлозы, некоторых видов пластмасс, синтетических волокон.

В кислой среде активные металлы (цинк, железо, никель, хром, кадмий и др.) способны окисляться ионами водорода. Ионы металлов могут образовывать устойчивые комплексные соединения с органическими соединениями, а также осаждаться в виде карбонатов, фосфатов.

ФВ в этот период характеризуются высокими значениями ХПК и БПК (десятки и сотни тысяч мг O_2/дм^3) и концентрацией ионов тяжелых металлов (до 70 мг/ дм^3);

1.15. На стадии активного метаногенеза (до 30 лет с момента депонирования) протекает ферментативное разложение образованных в ацетогенной фазе кислот, которое сопровождается значительным выделением газов (метан, углекислый газ, меркаптаны, аммиак и др.) и повышением pH среды (7,2-8,6). На этой стадии происходит разложение 50-70% целлюлозы и гемицеллюлозы с образованием биогаза и соединений гумусовой природы, полифенолов и др.

В фильтрационных водах снижается содержание органических веществ (ХПК = 3000-4000 мг/л, $БПК_5$ =100-400 мг/л) и увеличивается доля биорезистентных компонентов (ПАВ, хлорорганические соединения, гуматы металлов и гуминовые соединения), о чем свидетельствует уменьшение соотношения $БПК_5$ / ХПК на порядок;

1.16. В стабильной фазе метаногенеза (до 100 лет) снижаются скорость и величина эмиссии метана, при этом основным источником загрязнения окружающей среды становятся ФВ. На этой стадии в щелочной среде протекают ферментативный гидролиз лигнина с образованием ароматических и жирных кислот, дальнейшая биодеградация целлюлозы и химическая деструкция трудно разлагаемых фракций ТБО (полимерных материалов).

Фильтрационные воды характеризуются высоким содержанием биорезистентных компонентов, повышенной минерализацией (до 7000 мг/дм^3).

1.17. Химический состав фильтрационных вод типичного полигона в зависимости от этапа биодеструкции ТБО характеризуется показателями, представленными в табл.2., табл.3.

1.18. Изменение химического состава фильтрационных вод в зависимости от этапа биохимической деструкции ТБО можно представить схемой, представленной на рис.2.

1.19. При разработке эффективных технологий очистки ФВ конкретного полигона, а также при проектировании новых объектов, оценке потенциального воздействия фильтрата на природные водные объекты необходимо прогнозировать количественные изменения состава сточных вод на различных этапах биодеструкции ТБО.

1.20. Изменение химического состава фильтрата в течение жизненного цикла полигона может быть оценено по методике, основанной на кинетическом анализе анаэробного разложении целлюлозосодержащих фракций ТБО.

Таблица 2

Характеристика фильтрационных вод полигона по показателям, зависящим от этапов биодеградации ТБО

Показатель	Фаза ацетогенеза		Метановая фаза	
	Среднее значение	Диапазон концентраций	Среднее значение	Диапазон концентраций
pH	6.1	4.5-7.5	8.0	7.5-9.0
$БПК_5$,мгO_2/ дм^3	13000	4000-40000	180	20-550
ХПК, мгO_2/ дм^3	22000	6000-60000	3000	500-4500
$БПК_5$/ХПК	0.58	-	0.06	-
SO_4^{2-} мг/ дм^3	500	70-1750	80	10-420
Ca^{2+} мг/ дм^3	1200	10-2500	60	20-600
Cl^- мг/ дм^3	50	100-1000	2500	1000- 5000
NH^+_4,мг/ дм^3	750	30-3000	250	50-500
Mg^{2+} мг/ дм^3	470	50-1150	180	40-350
Fe (об.),мг/ дм^3	120	20-1700	15	3-180
Mn^{2+} мг/ дм^3	25	0.3-65	0.7	0.03-45
Zn^{2+} мг/ дм^3	50	0,1-120	0,6	0,03-4.0

Таблица 3

Химический состав фильтрационных вод полигона

Показатель	Среднее значение	Диапазон концентраций	Показатель	Среднее значение	Диапазон концентраций
Na^+ мг/ дм^3	1350	50-4000	Co^{2+}мкг/дм^3	55	0.5-140
K^+ мг/ дм^3	1100	10-2500	Cd^{2+}мкг/ дм^3	6	4-950
$N_{орг.}$, мг/ дм^3	600	10-4250	Ni^{2+}мкг/ дм^3	200	20-2050
NO_3^-мг/ дм^3	3	0.1-50	Cr^{3+} мкг/ дм^3	300	30-1600
NO_2^- мг/ дм^3	0.5	0-25	Cu^{2+}мкг/ дм^3	80	4-1400
$N_{общ.}$мг/дм^3	1250	50-5000	Hg^{2+}мкг/ дм^3	10	0.2-50
$P_{общ.}$ мг/ дм^3	6	0.1-30	Фенол мкг/ дм^3	5,2	10 – 15000
As^{3+}мкг/дм^3	160	5-1600	Углеводороды мг/ дм^3	1,1	0,1 - 200
Pb^{2+}мкг/дм^3	90	8-1020	Хлорорганические соединения, мкг/ дм^3	20	10-150

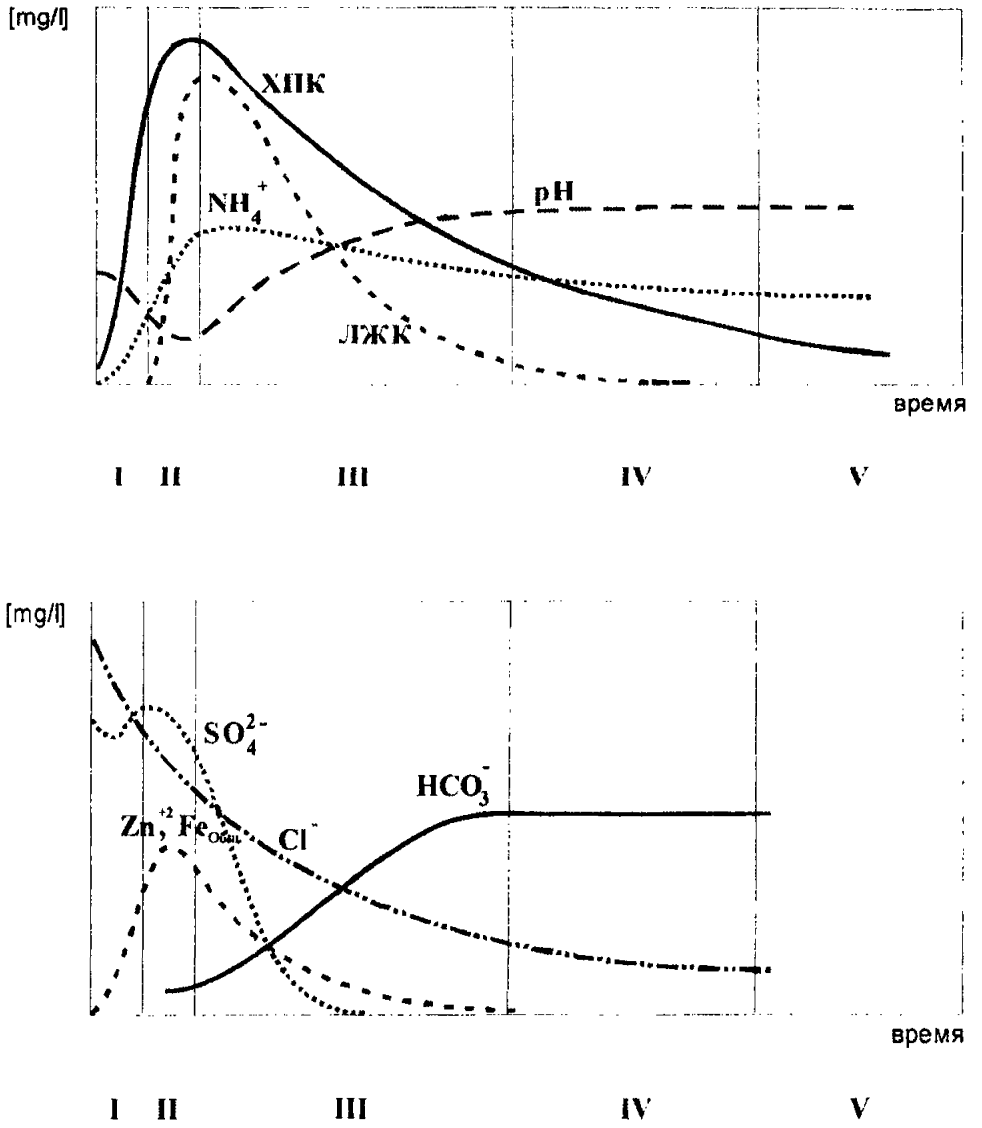

Рис. 2. Изменение химического состава фильтрационных вод на различных этапах деструкции ТБО.

I - фаза аэробной деструкции и гидролиза,
II - фаза ацетогенеза,
III - фаза активного метаногенеза,
IV - фаза стабильного метаногенеза,
V- фаза ассимиляции.

Формирование фильтрата описывается двумя последовательно протекающими реакциями и изменение состава фильтрата во времени можно определить на основе интегрального кинетического уравнения последовательной реакции первого порядка:

$$n_\tau = n_o \cdot \frac{k_1}{k_2 - K_1}(e^{-k_1 \cdot \tau} - e^{-k_2 \cdot \tau}) \qquad (3)$$

где n_o– первоначальное содержание твердой глюкозы в1 тонне сухих отходов (кмоль/т сух.ТБО);

K_1 – константа скорости реакции в фазе ацетогенеза.

K_2 – константа скорости реакции в фазе метаногенеза.

Зная объем образующегося фильтрата $Vф$ ($м^3$ / т сухих ТБО) можно оценить величину ХПК в ФВ:

$$ХПК = \frac{n_\tau \cdot M \cdot 1{,}07}{V_ф} \cdot 1000 \text{ (г } O_2/м^3) \qquad (4)$$

Основные положения методики прогноза изменения состава ФВ представлены в Приложении 2.

1.21. ФВ неблагоприятны в санитарно-эпидемиологическом отношении, так как содержат различные физиологические группы микроорганизмов, в том числе патогенные и яйца гельминтов. Микробиологическая оценка степени загрязнения ФВ проводится по показателям:

- сапрофитные микроорганизмы (мезофильные сапрофитные аэробы и факультативные анаэробы, выращиваемые при $t = 37 \pm 0{,}5\ ^0C$ в течение 24 ч и при $t = 20 - 22\ ^0C$ в течение 48 ч, общее микробное число (ОМЧ);
- лактозоположительные кишечные палочки (ЛКП);
- число бляшкообразующих единиц (БОЕ) фагов кишечных палочек;
- индекс стафилококков;
- патогенные микроорганизмы (сальмонеллы и шигеллы).

2. СБОР СТОЧНЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ТБО

2.1. Сбор сточных вод полигонов ТБО должен осуществляться с помощью дренажной системы.

2.2. Дренажная система полигона выполняет следующие функции:

- собирает избыточную влагу складируемых отходов и инфильтрат атмосферных осадков, препятствуя их неконтролируемому сбросу в гидрографическую сеть;
- обеспечивает организованный отвод фильтрата полигона на очистные сооружения; снижает действующее гидростатическое давление на поверхности противофильтрационного экрана;
- предохраняет защитный слой пленочного противофильтрационного экрана от размыва поверхностным стоком на территориях, еще не занятых отходами, за счет дробления водосборной площади участка захоронения отходов на более мелкие фрагменты.

2.3. Система отвода сточных вод включает горизонтальный дренаж. Схемы конструкции основания тела полигона представлена на рис.3 .

2.4. Горизонтальный дренаж предназначен для отвода сточной воды, просочившейся к основанию полигона, за его пределы в контрольно-регулирующий пруд и на очистные сооружения. Горизонтальный дренаж состоит из регулярной сети рядовых дрен, равномерно располагаемых в основании полигона под острым углом к горизонталям спланированного рельефа и центральной дрены. При уклоне поверхности экрана 0,03 допустимое расстояние между рядовыми дренами не должно превышать 50 м, при уклоне 0,04 – 32 м, при уклоне 0,05 – 23 м. Схема рядовой дрены представлена на рис. 4. Для предотвращения просачивания фильтрата под дреной закладывается водоупорный слой глинистого грунта толщиной 0,5 м.

2.5. Отвод фильтрата осуществляется с помощью дренажного коллектора. По длине коллектора устанавливаются колодцы по ТП 902-09-22.84.(см. рис.5)

2.6. На эксплуатируемых и рекультивируемых полигонах при отсутствии дренажной системы для сбора фильтрационных вод целесообразно использование водоотводных устройств: нагорных каналов, дамб, расположенных по внешнему контуру полигона. Возможно использование кольцевой дрены, вдоль ограждающей дамбы и устроенной в выемке естественного водоупорного слоя основания свалки.

2.7. Сбор ливневых вод (поверхностного стока) с поверхности водозащитного покрытия рекультивируемой свалки осуществляется по закрепленным руслам (лотки-быстротоки, водоспуски и т.п.), обеспечивающие максимальный отвод стоков без размывов и сброс за пределы полигона (на рельеф, водотоки).

2.8. Система сбора и отвода должна обеспечивать самотечную подачу стоков из дренажного коллектора на очистные сооружения.

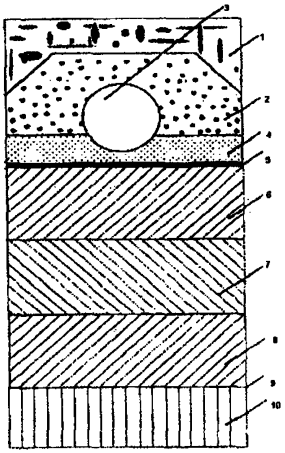

Рис. 3. Конструкция основания полигона.

1 – ТБО, 2- защитно-дренажный слой (песчано-гравийная смесь и щебень крупных фракций),3 – дренажная труба для сбора фильтрата, 4- защитный слой (песчаная подушка), 5 – противофильтрационный экран, 6,7,8 – минеральные водонепроницаемые слои (количество 1-3, мощность каждого слоя 25 см), 9- спланированная поверхность подстилающих коренных пород, 10 - коренные породы.

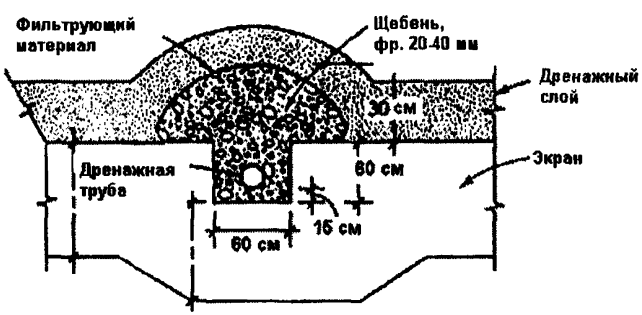

Рис.4. Типовая схема конструкции дренажа

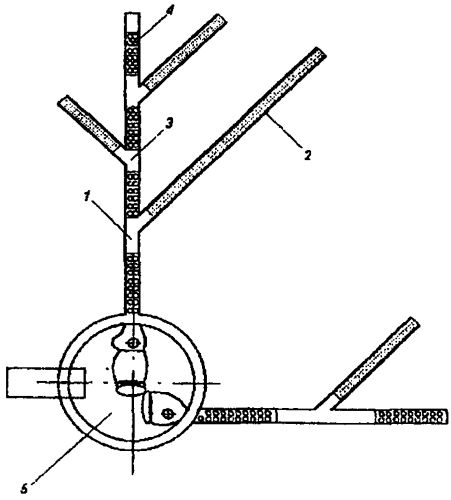

Рис.5.Соединение дренажных коллекторов и дрен для сбора фильтрата на полигоне ТБО.
1 – дренажный коллектор; 2 –дрена с перфорацией; 3–угол примыкания дрены к коллектору 60^0; 4–перфорированный участок коллектора; 5–сборный колодец

2.9. Для усреднения состава и предварительной очистки ФВ целесообразен отвод фильтрата из тела полигона в контрольно-регулирующий пруд.

2.10. Целевое назначение контрольно-регулирующего пруда:

- накопление всех видов сточных вод полигона (фильтрата, загрязненных ливневых и хозяйственно-бытовых);
- усреднение состава стоков и равномерная подача их на очистные сооружения;
- первичная очистка стоков в результате длительного отстаивания, естественных физико-химических и биохимических процессов.

2.11. Контрольно-регулирующий пруд должен иметь противофильтрационную защиту. Конструкция фильтрационного экрана пруда может быть аналогична конструкции противофильтрационной защиты основания полигона ТБО [5,8].

3. ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТБО

3.1. Особенностями фильтрационных вод полигонов захоронения ТБО являются

- сложный химический состав, представленный органическими и неорганическими примесями и изменяющийся на каждом этапе жизненного цикла полигона;
- высокое содержание токсичных компонентов и биорезистентных примесей;
- присутствие в воде различных групп микроорганизмов, в том числе патогенных;
- значительное отличие от промышленных и муниципальных сточных вод;
- зависимость объема и состава фильтрационных вод от площади полигона, количества складируемых отходов, уровня атмосферных осадков.

Перечисленные особенности ФВ создают трудности при разработке технологии их очистки.

3.2. Для очистки ФВ могут быть использованы комплексные технологии, сочетающие механические, биохимические и физико-химические методы - коагуляцию, флокуляцию, сорбцию на активных углях (АУ), микро- и ультрафильтрацию, обратный осмос, озонирование, электрохимическое окисление, ультрафиолетовое излучение.

3.3. Выбор технологий и сооружений для очистки фильтрационных вод осуществляется в соответствии со следующими принципами:

- применение технических решений и технологий, обладающих высокой эффективностью, соответствующих этапу жизненного цикла полигона, технико-экономическим возможностям и адекватных климатическим условиям района размещения полигона;
- маневренность в управлении процессом очистки при изменении состава сточных вод в результате сезонных колебаний и этапа жизненного цикла полигона;
- использование низкоэнергозатратных и малотрудоемких технологий;
- использование в технологии очистки доступных и дешевых материалов – отходов производств, обладающих коагулирующими, ионообменными или сорбционными свойствами.

3.4. При выборе технологии очистки фильтрационных вод необходимо учитывать этап жизненного цикла полигона и мощность объекта. В связи с этим все полигоны целесообразно разделить на следующие группы:

- вновь строящиеся полигоны;
- полигоны, находящиеся на стадии активной эксплуатации;
- полигоны, находящиеся на стадии закрытия, рекультивации и пострекультивации - срок эксплуатации более 30 лет.

В зависимости от объема складированных отходов полигоны подразделяются на полигоны крупных и малых населенных пунктов (число жителей менее 50 000 чел.).

Для каждой выделенной группы необходима разработка соответствующей технологии очистки фильтрата.

3.4. Этап жизненного цикла полигона и стадия биодеградации отходов могут быть определены по индикаторным показателям загрязнения фильтрационных вод:pH, соотношению величин $БПК_5$/ХПК, содержанию ионов железа (общее) и цинка (II).

3.5. ФВ на ацетогенной фазе биодеструкции ТБО характеризуются следующими значениями индикаторных показателей:

pH = 4,5 – 6,5 ,

$БПК_5$/ХПК = 0,8-0,6;

содержание ионов железа (общее) - 50- 100 мг/дм ^{3} ,

ионов цинка (II) – до 70 мг/дм ^{3}.

3.6. ФВ на метаногенной фазе биодеструкции ТБО характеризуются следующими значениями индикаторных показателей:

pH = 7,5 – 8,5 ,

БПК/ХПК = 0,6-0,06;

содержание ионов железа (общее) - 5-10 мг/дм ^{3} ,

ионов цинка (II): – 0,1- 3 мг/дм^3

3.7. Для проектируемых полигонов оценка изменения концентрации органических веществ в фильтрате может быть проведена по разработанной методике прогноза состава ФВ с учетом морфологического состава ТБО и объема фильтрационных вод.

3.8. Обоснованный выбор технологической схемы очистки ФВ в соответствии с предъявляемыми санитарными требованиями к качеству очищенной воды может быть реализован при сопоставлении химического состава ФВ на каждом этапе жизненного цикла полигона и соответствующих этому составу методов очистки.

(см. табл.4.)

Таблица 4

Химический состав фильтрационных вод и соответствующие методы их очистки

Фаза	Основные примеси и показатели качества ФВ	Способ очистки
ФАЗА ОКИСЛЕНИЯ И ГИДРОЛИЗА (1-3 года с момента депонирования ТБО)	Органические соединения: глюкоза, аминокислоты, глицерин, кислоты жирного ряда, пептиды, аммиак, летучие кислоты, ХПК > 10000 мг/л, $БПК_5$ >6000 мг/л $БПК_5$/ХПК> 0,6	Коагуляция, последовательная анаэробная и аэробная очистка
	Неорганические соединения: pH =4-6, Солесодержание до 1000мг/л, ионы тяжелых металлов – цинка, железа, хрома (до 80 мг/л)	Щелочная обработка с осаждением металлов в виде гидроксидов, фильтрация через известняк, мраморную крошку, шлак
	Микробиологические примеси	Хлорирование, УФИ, озонирование
ФАЗА АЦЕТОГЕНЕЗА (от 3 до 10 лет с момента депонирования ТБО)	Органические соединения: Летучие кислоты – уксусная, пропионовая, масляная и их производные, альдегиды и кетоны (C_2-C_6), бензойная кислота и ее производные, спирты (C_2-C_6), высокомолекулярные продукты кислотного гидролиза целлюлозы, ПАВ. ХПК > 6000 мг/л, $БПК_5$ >3000 мг/лБ $БПК_5$/ХПК> 0,5	Коагуляция с флокуляцией, последовательная анаэробная и аэробная очистка
	Неорганические соединения: pH =5-6, ион аммония > 300 мг/л Солесодержание до 2000мг/л, ионы тяжелых металлов – цинка, железа, хрома (до 70 мг/л).Ионы металлов в виде комплексов с органическими лигандами.	Электро- и гальванокоагуляция, ультрафильтрация, ионообменные и сорбционные методы очистки

Продолжение таблицы 4.

ФАЗА АКТИВНОГО МЕТАНОГЕНЕЗА (От 10 до 30 лет с момента депонирования ТБО)	Органические соединения: **Трудноокисляемые**: гуминовая кислота, фенолы, крезолы, ксилолы, сквален, танин, полифенолы, алкилбензолы, бензол, метилнафталин, ПАВ тетрахлорэтилен, трихлорэтилен, хлорфенолы **Ингибирующие -**, дихлорметан, дихлорэтан, четыреххлористый углерод, хлороформ, ХПК > 2000 мг/л, БПК >200 мг/л, БПК/ХПК> 0,1	Реагентная коагуляция, электро- или гальванокоагуляция, озонирование с последующей биохимической очисткой, озонирование с последующей сорбционной очисткой, сорбция на углеродсодержащих материалах различной пористой структуры, биосорбционные фильтры, биологические пруды
	Неорганические соединения: РН=7,2 –8,5 , ионы аммония до 500 мг/л, хлориды до 5 г/л, ионы тяжелых металлов до 2-5 мг/л,	Ионный обмен с использованием природных ионитов, ультрафильтрация, обратный осмос.
ФАЗА СТАБИЛЬНОГО МЕТАНОГЕНЕЗА (до 100 лет с момента депонирования ТБО)	Органические соединения: Гуминовые и фульвокислоты, ароматические кислоты и их производные, полифенолы, фенол, продукты разложения лигнина, производные фталевой кислоты, хлорфенолы ХПК <1000 мг/л, БПК <200мг/л БПК/ХПК> 0,02	Сорбционные и биосорбционные методы
	Неорганические соединения: рН 7,5 –8, ионы аммония – 100-200 мг/л, солесодержание 2000мг/л, ионы тяжелых металлов – менее 1мг/л	Ионообменные методы с использованием дешевых материалов, отходов производств-металлургического шлака, шлака ТЭЦ, керамзита, природных глин, диатомита.

4. РЕКОМЕНДУЕМЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ТБО НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

4.1.Технологии очистки ФВ проектируемых полигонов и полигонов, находящихся на стадии активной эксплуатации.

4.1.1. Для проектируемых полигонов наиболее перспективными являются блочно-модульные технологические схемы очистки ФВ, позволяющие управлять процессом при изменяющемся в зависимости от этапов деструкции отходов составе сточных вод.

4.1.2. На первом этапе эксплуатации полигонов при ацетогенной фазе биодеструкции отходов ФВ характеризуются высоким содержанием ионов тяжелых металлов и органических веществ, способных к биохимической деструкции.

На этом этапе технологические схемы очистки ФВ должны содержать блок очистки от ионов тяжелых металлов, взвешенных, коллоидных частиц и блок биохимической очистки. Можно рекомендовать следующие основные стадии очистки:

- коагуляция примесей ФВ путем фильтрации воды через слой мраморной крошки или шлака, извести или доломита при величине pH 7,5 –8,5;
- анаэробная очистка ФВ в метантенках, денитрификаторах;
- аэробная очистка в аэротенках, нитрификаторах;
- осветление воды в отстойниках с применением флокулянтов или очистка от взвешенных примесей на скором песчаном фильтре.

При высоких значениях ХПК (более 15000 мг/дм^3) ФВ перед стадией анаэробной очистки должны подвергаться аэробной стабилизации.

4.1.3. Биохимическую очистку можно осуществлять в сооружениях как с активным илом, так и с иммобилизированной микрофлорой (биореакторах).

4.1.4. Доочистку воды рекомендуется физико-химическими и биологическими, выбор которых будет зависеть от остаточной концентрации примесей в очищенной воде, требований к качеству воды и экономических возможностей :

- биологические многокаскадные пруды;
- очистка в биосорбционном фильтре с последующей доочисткой в биологическом пруду;
- озонирование воды или УФ-обработка с последующей адсорбцией на многослойном фильтре, содержащем различные марки активных углей АУ (или углеродсодержащие отходы), способные к сорбции высоко- и низкомолекулярных примесей и ионообменный материал, например, диатомит, для извлечения ионов тяжелых металлов;
- очистка воды методами микро-, ультрафильтрации и обратного осмоса.

Концентрат, образующийся при ультрафильтрации и обратном осмосе можно обрабатывать небольшими дозами озона для разрушения биорезистентных и окрашенных примесей и воду, обогащенную кислородом, направлять частями на стадию аэробной очистки и в сборник неочищенной воды, что будет способствовать интенсификации процессов очищения.

Предложенные схемы очистки представлены на рис.6.

4.1.5. На этапах метаногенеза и гумификации отходов в ФВ будут накапливаться биорезистентные примеси, гуминовые соединения, уменьшаться концентрация ионов металлов и снижаться эффективность биохимической очистки.

В этом случае, используя имеющиеся сооружения, можно изменить их функциональную направленность, очередность операций. Так, фильтр с коагулянтом может быть заменен многослойным адсорбционным фильтром, содержащим шлак, недожог – отход, образующийся при сжигании окорки древесины в лесоперерабатывающей или целлюлозно-бумажной промышленности, некондиционные АУ (отсев) для очистки ФВ от окрашенных и биорезистентных примесей. Регенерация загрузки может быть осуществлена за счет биоокисления сорбированных примесей.

При использовании в технологии озона целесообразно проводить озонирование воды перед стадией биохимической очистки для разрушения окрашенных и биорезистентных примесей.

На этом этапе при значительном снижении значений ХПК и $БПК_5$ в ФВ основной стадией биохимической очистки является аэробное окисление примесей в аэротенках.

4.1.6. Доочистку ФВ проводят теми же методами. При использовании озонирования для доочистки дозы озона определяются в соответствии с физико-химическими показателями фильтрационных вод.

Использование блочно-модульных технологий очистки ФВ позволяет управлять процессом на протяжении всего жизненного цикла полигона. Применение таких схем экономически оправданно ,т.к. не требует значительных дополнительных капитальных затрат при изменении технологии очистки в соответствии с составом ФВ.

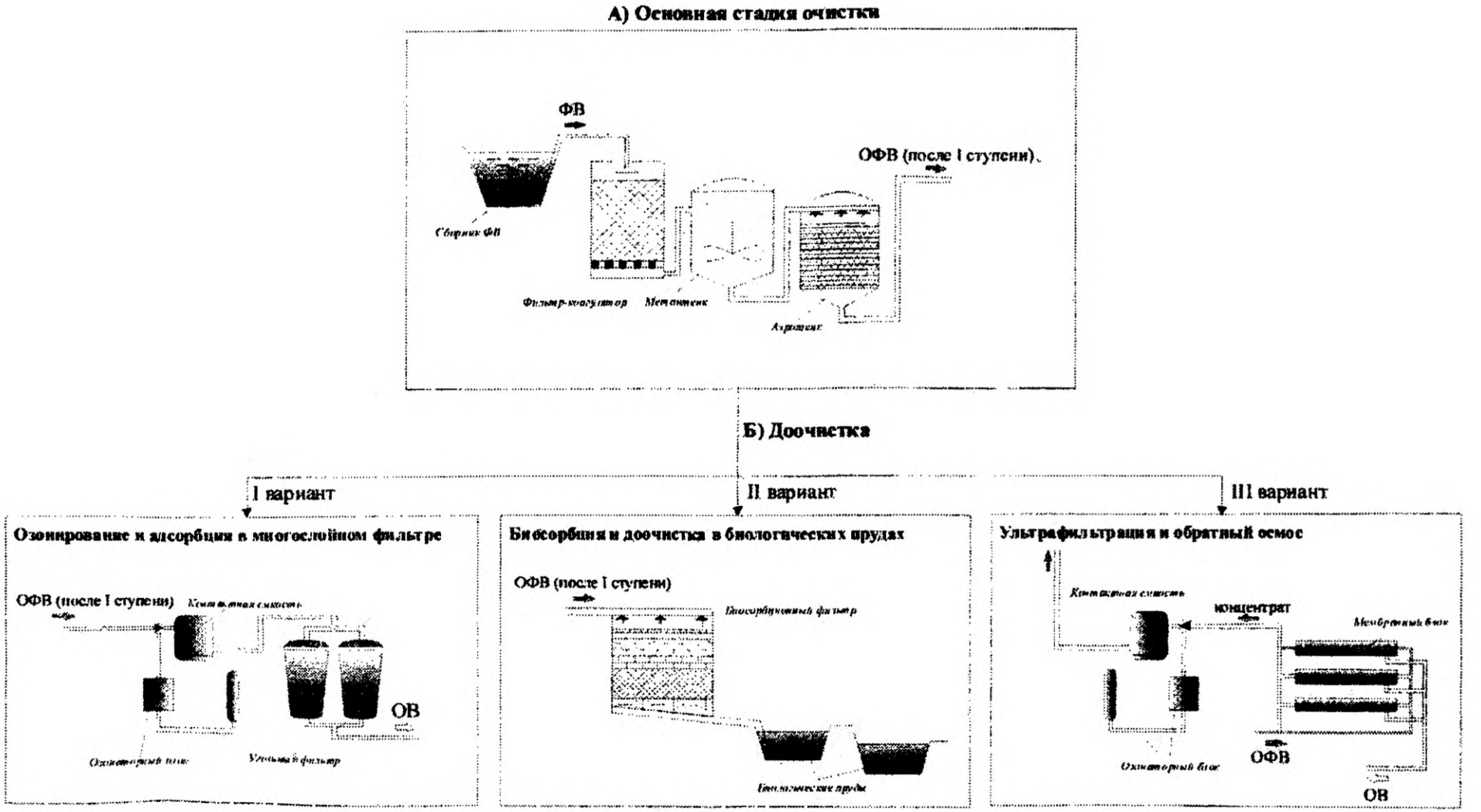

Рис.6. Варианты схем очистки ФВ проектируемых полигонов

4.2. Рекомендуемые технологии для очистки ФВ полигонов ТБО находящихся на рекультивационном и пострекультивационном этапах эксплуатации

Закрытие действующих полигонов и свалок ТБО может быть обусловлено исчерпанием их проектной мощности или антисанитарным состоянием.

Предлагаются варианты комплексных технологий с использованием биосорбционных, электрохимических и биологических методов очистки, выбор которых будет зависеть от объема образующихся ФВ, их концентрации, гидрогеологических особенностей площадки, экономических возможностей Заказчика.

4.2.1. *1 вариант.* Технологию можно рекомендовать для очистки ФВ объемом 50-100 тыс. $м^3$/год, при этом производительность сооружений при 6-месячной работе составит 100- 300 $м^3$/сут. Климатические условия работы – температура не ниже 10°С.

Технологическая схема очистки, представленная на рис.7, состоит из сборника-усреднителя, 2-х многослойных биосорбционных фильтров и 2-х ступенчатого биологического пруда. ФВ в течение года накапливаются в сборнике- усреднителе, а затем подаются на очистку в биосорбционный фильтр. Очищенная вода проходит доочистку в аэробном 2-х ступенчатом биологическом пруде.

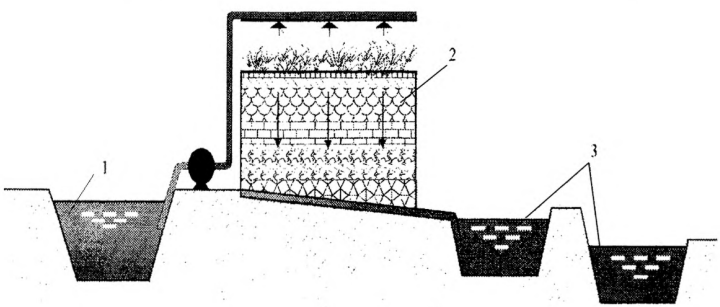

Рис. 8. Технологическая схема очистки.
1- сборник-усреднитель, 2- биосорбционный фильтр, 3- двухступенчатый биологический пруд.

Сборник- усреднитель глубиной 4-5 м представляет собой анаэробный пруд, в котором могут протекать процессы самоочищения ФВ: в верхних слоях до 1,5 м - аэробные процессы, в более глубоких слоях – нитрификация и метаногенез. Под действием сульфатредуцирующих бактерий в анаэробных условиях возможно восстановление сульфат – иона до сульфид - иона, приводящее к связыванию ионов тяжелых металлов в труднорастворимые со-

единения. Сборник должен быть оборудован противофильтрационным экраном.

В качестве дополнительного экрана наряду с применяемыми водоудерживающими глинистыми минералами для этих целей можно использовать карбонатсодержащие отходы содового производства, шлаки металлургических производств, ТЭЦ, которые содержат оксиды кальция и кремния, обладающие ионообменными и осветляющими свойствами, прокаленные гальваношламы, карбонизированные нефтешламы и др., что будет способствовать процессам очищения.

Биосорбционный фильтр работает в течение вегетационного периода (апрель- сентябрь).

Биосорбционный фильтр рекомендуется эксплуатировать в режиме капельного биофильтра с гидравлической нагрузкой 2 –3 $м^3/м^2$ сит. и спринклерной системой орошения, окислительная мощность – 0,25-0,35 мг O_2/ $см^3$ сут.

Способность загрузочных материалов к саморегенерации в результате биохимического окисления сорбировавшихся примесей позволяет использовать его многократно. Окислительная мощность и соответственно объем загрузки должны быть достаточными для шестимесячной работы фильтра без регенерации.

Для повышения эффективности очистки ФВ от минеральных примесей на поверхности биофильтра целесообразно высаживание солеустойчивых злаковых (ячмень, овес, костер безостый) или бобовых растения (люцерна).

В биосорбционном фильтре происходит очистка ФВ от органических примесей на 75-80% по величине ХПК, от взвешенных веществ – на 96-98%.

Расчет биологических прудов производится в соответствии со СНиП 2.04.038-85. Дно экранируется слоем глины толщиной 15 – 20 см для предотвращения фильтрации стоков в подземные воды. Пруды оборудуются байпасными каналами и шиберами для возможности отключения их для технического обслуживания (очистка пруда, посадка растений), должны иметь обваловку для предотвращения попадания осадков, размыва посадок и нарушения режима очистки. Для обеспечения движения воды по всему сечению пруда предусматривается рассеивающие водовыпуск и водовпуск.

Каждый пруд выполняет свою роль в процессах минерализации органических веществ очищаемых вод. Первый пруд – альго-бактериальный. Главное его назначение – деструкция органических загрязнений с помощью сапрофитных бактерий, утилизация биогенных элементов комплексом микроводорослей. Дополнительная аэрация в нем не предусматривается, т.к. достаточное количество кислорода обеспечивается за счет процессов фотосинтеза микроскопических водорослей. Для ускорения процесса запуска пруда в него вносят адаптированный комплекс микроводорослей (АКМ) различных систематических групп.

Из альго-бактериального пруда стоки поступают в смешанный пруд, где с помощью зоопланктона и высшей водной растительности происходит дальнейшая минерализация органических веществ. При этом достигается степень

очистки ФВ, позволяющая сбрасывать их в открытый водоем. Степень очистки по ХПК составляет 95-97%, по солесодержанию – 85-90 %.

Для повышения эффективности очистки можно рекомендовать выпуск очищенных в прудах вод через специально обустроенный выпускной канал или гидроботаническую площадку, по периметру которой высаживать солеустойчивые растения: рогоз, козья ива и др.

При проведении процесса необходим периодический контроль (2 раза в месяц) очищенной воды по показателям ХПК, $БПК_5$, ионам тяжелых металлов после биосорбционного фильтра и при выпуске в водоем .

4.3.2. *2 вариант.* Для ФВ, имеющих концентрацию по ХПК не более 1000 мгO_2/дм^3 можно предложить схему очистки, представленную на рис.9, состоящую из пруда – усреднителя, гальванокоагулятора и биологического 2-х ступенчатого пруда.

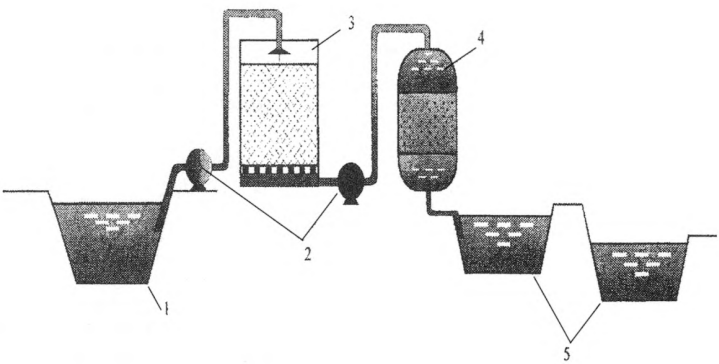

Рис.9. Технологическая схема очистки фильтрационных вод
1 – пруд- накопитель, 2 – система подачи воды, 3- гальванокоагулятор, 4- песчаный фильтр.

В качестве токообразующих элементов рекомендуется использовать металлический скрап (железные или алюминиевые стружки) и углеродсодержащий материал (преимущественно, отходы производства – отсевы при получении активных углей, недожог, образующегося при сжигании окорки древесины в деревоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности и др.).

Сооружения целесообразно эксплуатировать в вегетационный период.

В гальванокоагуляторе под действием образующихся гальванопар происходит окисление анодных составляющих (металлический скрап), гидролиз солей, образование гидроксидов металлов, обладающих коагулирующим действием, что обеспечивает очистку ФВ от высокомолекулярных, коллоидных и окрашенных примесей. Эффективность очистки по ХПК составляет 60-70 %.

Микротоки, образующиеся в поле гальванопары, губительно действуют на микрофлору сточных вод, в том числе патогенную, обеспечивая глубокое обеззараживание воды.

Очистка воды в двух последовательно работающих гальванокоагуляторах с загрузками из железного скрапа и недожога и алюминиевого скрапа и недожога обеспечивает дополнительную очистку воды от хлорид-ионов за счет образования гидроксохлоридов алюминия ($(AlOH)Cl_2$, $(Al(OH)_2Cl)$.

Для интенсификации процессов окисления и гидролиза и повышения эффективности очистки ФВ целесообразно аэрирование загрузки.

При работе гальванокоагулятора должна быть предусмотрена периодическая промывка загрузки противотоком очищенной водой (не реже 1 раза в неделю). Промывные воды могут быть направлены в сборники ФВ. Содержащиеся в них гидроксиды железа или алюминия, будут способствовать дополнительной очистке воды.

Вода перед выпуском в водоем должна пройти дополнительную очистку в биологических прудах.

Степень очистки по ХПК в очистных сооружениях составляет 95-97%, по ионам тяжелых металлов – 98–99 %.

Использование в качестве загрузочных материалов отходов производств значительно снижает эксплуатационные затраты и себестоимость очистки.

4.3. Рекомендуемые технологии очистки фильтрационных вод малых населенных пунктов

Одной из сложных и не решенных к настоящему времени проблем является очистка ФВ свалок и полигонов малых населенных пунктов (число жителей менее 50 тыс. чел.). Объем ФВ таких полигонов не превышает 5000 - 7000 $м^3$/год. Отсутствие квалифицированного персонала, экономические сложности часто не позволяют создавать на таких полигонах сложные стационарные системы очистки.

4.3.1. В таких условиях наиболее целесообразно использование для очистки биологических многокаскадных прудов.

При отсутствии системы водоотведения и сбора ФВ, что характерно для не обустроенных полигонов малых населенных пунктов, они скапливаются в естественных углублениях рельефа местности на территории прилегающей к объекту захоронения ТБО.

При разработке технологических схем очистки целесообразно использование образованных водоемов в качестве элементов схемы после проведения работ по их облагораживанию (формирование откосов и укрепление берегов за счет высаживания прибрежной растительности – различных видов ивы): наиболее загрязненные водоем, располагающийся в непосредственной близости к свалке, можно использовать в качестве пруда-накопителя. Последующие водоемы после обустройства и посадки водных растений можно использовать в качестве биологических прудов.

4.3.2. Для повышения эффективности очистки между прудами целесообразно создавать дамбы, содержащие пористые, фильтрующие материалы: торф, металлургический шлак, отходы производств и др. Фильтрующие дамбы обеспечат дополнительную очистку воды от взвешенных веществ, ионных примесей.

4.3.3. Дополнительную очистку ФВ можно обеспечить, организуя выпуск очищенных вод через протяженные извилистые выпускные каналы или гидроботанические площадки.

4.3.4. Для очистки ФВ небольших полигонов ТБО можно рекомендовать использование заглубленных или подземных многослойных биосорбционных фильтров, содержащих сорбционными и ионообменные материалы. Целесообразно для этих целей использовать отходы производств, имеющиеся на территории населенного пункта -- опил, кора, шлак, зола, образующаяся при сжигании каменного угля и др.

4.4. Рекомендуемое оборудование и материалы для технологий очистки фильтрационных вод

4.4.1. В технологических схемах очистки ФВ целесообразно использовать типовое оборудование.

4.4.2. Расчет основных аппаратов (пруды-накопители-усреднители, отстойники, смесители, аэротенки, метантенки, сорбционные фильтры, биофильтры, биологические пруды, дозаторы) рекомендуется проводить в соответствии со СНиП 2.04.03-85 [9] и справочным пособием [7].

4.4.3. Выбор основных технологических параметров (дозы коагулянта, флокулянта и извести; высота слоя сорбента; доза озона и мощность озонаторной установки; проницаемость, селективность, площадь и число мембранных элементов) осуществляется на основе предварительных экспериментальных исследований в соответствии с физико-химическими показателями фильтрационных вод.

4.4.4. При использовании сорбционного метода очистки или доочистки рекомендуется использовать в качестве сорбентов отходы производств, обладающих сорбционными свойствами (шлак, зола, кора, недожог, древесный уголь, некондиционные фракции АУ и т.д).

4.4.5. При использовании мембранных технологий очистки фильтрационных вод рекомендуется использовать серийно выпускаемые ультрафильтрационные и обратноосмотические мембраны.

4.4.5. При использовании нестандартного оборудования в технологии очистки ФВ необходимо проведение исследовательских и проектных работ.

4. КРИТЕРИИ ВЫБОРА ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ ФВ ДЛЯ КОНКРЕТНОГО ПОЛИГОНА

Выбор технологии очистки ФВ для конкретного полигона может быть осуществлен по методике, основанной на системном анализе с элементами динамического программирования [10] и «Методических рекомендаций по оценке эффективности инвестиционных проектов», Москва,2000 [11].

Основные этапы выбора технологии:

1. Создание банка данных по возможным технологиям очистки. При построении технологических схем, предполагается, что очистные сооружения состоят из блоков, через которые вода проходит последовательно. Каждый блок оказывает влияние на качество очищенной воды, причем показатели воды при выходе из одного блока являются входными для следующего.
2. Разработка критериев выбора технологии.

2.1. Эколого-технологический критерий – эффективность очистки ($Э_о$).

Граничные условия, накладываемые на показатели эффективности, будут зависеть от требований к качеству воды:

- использование для технологических нужд (оборотное водоснабжение, подача воды на площадку складирования отходов для предотвращения пожаров и ускорения процессов биодеструкции),
- выпуск воды в открытый водоем.

Эффективность очистки должна оцениваться по следующим основным показателям: взвешенные вещества, ХПК, солесодержанию, ионы тяжелых металлов.

Показатели качества воды на выходе из каждого блока будут определяться параметрами ведения процесса и эффективности применяемого метода (например, от дозы озона, сорбционной или ионообменной емкости материалов, выбора ультрафильтрационных или обратноосмотических мембран, окислительной мощности микрофлоры активного ила в аэротенке или биосорбционном фильтре и др.)

2.2. Технико-экономический критерий:

$$Э_к = S - ЭУ = p \cdot \Sigma(S_{ik} + S_э) - ЭУ \qquad (3)$$

Где S - приведенные годовые экономические затраты;

p- коэффициент эффективности капиталовложений – величина, обратная времени окупаемости установки (10-15 лет),

S_{ik} - стоимость капитальных затрат блока технологической схемы,

$S_э$ - стоимость эксплуатационных затрат блока технологической схемы.

Для снижения эксплуатационных затрат в технологиях рекомендуется использовать дешевые материалы и отходы производств, обладающие сорбционными, коагулирующими и др. эксплуатационными свойствами.

$ЭУ$ – предотвращенный экологический ущерб, тыс. руб./год, который рассчитывается по формуле:

$$ЭУ = ЭУ_{уд} \cdot \Sigma M_{пр} \cdot K_э \qquad (4)$$

где $ЭУ_{уд.}$- показатель удельного ущерба водным ресурсам, наносимого единице приведенной массы загрязняющих веществ ($М_{пр}$) в год для водного объекта

$К_э$ – коэффициент экологической ситуации и экологической значимости состояния водных объектов.

$$М_{пр} = \Sigma m_i \cdot К_{эi} \qquad (5)$$

где m_i – фактическая масса i-го загрязняющего вещества с одинаковым коэффициентом относительной экологической опасности - $К_{эi}$

2.3. Простота обслуживания.

При выборе схем очистки целесообразно ориентироваться на средний профессиональный уровень персонала.

3. Выбор оптимального варианта.

Выбор оптимального варианта осуществляется с учетом технико-экологических и технико-экономических критериев.

Для примера, представлено применение методики для выбора блоков очистки Фв из нескольких возможных вариантов:

- Коагуляция (1 вариант - реагентная коагуляция с использованием в качестве коагулянта – сульфата алюминия, 2-ой вариант: фильтрационная коагуляция);
- биохимическая очистка (первый вариант: метантенк, аэратенк, отстойник, сбраживание ила на иловых площадках, 2-ой вариант: метантенк-биореактор, биореактор с иммобилизованной микрофлорой, отстойник);
- физико-химическая доочистка ФВ (1 вариант - озонирование с доочисткой на углеродсодержащих материалах (отходы производств), 2-ой вариант - биосорбционный фильтр (загрузочные материалы – отходы производств - недожог, шлак, кора) и доочистка в биологических двухкаскадных прудах.

В табл.5 приведены ориентировочные значения технико-экологического критерия и исходные данные для расчета капитальных и основных эксплуатационных затрат для каждого блока очистки ФВ по представленным вариантам.

Таблица 5.

Ориентировочные значения технико-экологического критерия и
исходные данные для расчета годовых приведенных экономических затрат для каждого блока очистки ФВ.

Способ очистки	Исходные данные для расчета капитальных и эксплуатационных затрат	Эффективность очистки, Э, %					
		ХПК		Взвешенные вещества		Ионы тяжелых металлов	
		Исх. конц., мг O_2/дм^3	Э,%	Исх. конц., мг/дм^3	Э,%	Исх. конц., мг/дм^3	Э,%
Коагуляция							
Реагентная коагуляция	Резервуары - коагулятор и отстойник, реагентное хозяйство, реагенты, энергозатраты	10000	50	1500	95	100	90
Фильтрационная коагуляция	Фильтр, загрузочные материалы	10000	40	1500	85	100	85
Биохимический блок							
Использование метантенков, аэротенков, осаждения	Метантенк, аэратенк, аэратор, отстойник–флокулятор, флокулянт, иловые площадки, энергозатраты	5000- 6000	75	75-225	60	10-15	10
Использование биореакторов, осаждения	Анаэробный и аэробный биореакторы, отстойник – флокулятор, флокулянт, иловые площадки	5000- 6000	85	75-225	70	10-15	10
Блок физико-химической очистки							
Озонирование и сорбция	Озонаторная установка со вспомогательным оборудованием, контактные емкости, адсорберы, сорбенты, энергозатраты (15-17 кВт час на 1 кг озона)	750- 1500	99	18,0 – 67.5	99,5	9,0-13.5	99,8
Биосорбция и биопруды	Биосорбционный фильтр, загрузочные материалы, биопруды	750- 1500	80	18,0 – 67,5	99,5	9,0-13.5	90

6. МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНЫХ И ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ПОЛИГОНОВ ТБО

В соответствии с Законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (статья 18), СанПиН 2.1.7.722-98 «Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов», СанПиН 4630-88 «Охрана поверхностных вод от загрязнения» необходима организация мониторинга объектов размещения отходов, позволяющего контролировать их влияние на атмосферный воздух, поверхностные и подземные воды на территориях, прилегающих к полигону складирования.

Целью мониторинга является информационное обеспечение процессов управления полигоном на всех этапах его жизненного цикла, контроля соблюдения технологии санитарного захоронения ТБО и требований природопользования, установленных при отводе земельного участка.

Организация и проведение мониторинга объекта является обязанностью владельца полигона (физического или юридического лица, получившего лицензию на природопользование для санитарного захоронения ТБО).

ФВ - постоянный источник негативного воздействия полигонов захоронения ТБО на поверхностные и подземные воды, поэтому на протяжении всего периода эксплуатации, рекультивации и пострекультивации объекта необходимо проведение контроля состава фильтрационных вод, поверхностных и подземных вод в зоне влияния полигонов ТБО.

6.1. Контроль состава фильтрационных вод.

6.1.1. Контроль состава ФВ необходим для

- правильного выбора и регулирования системы водоотведения, сбора и очистки ФВ;
- определения этапа жизненного цикла полигона;
- оценки влияния ФВ на водные объекты ;
- решения вопросов санитарно-гигиенического контроля эксплуатации полигонов ТБО в соответствии с СанПиН 2.1.7.722-98.

6.1.2. Проведение контроля фильтрата целесообразно для полигонов захоронения ТБО емкостью свыше 250 тыс. $м^3$ - площадь от 5 га, высота складированных отходов от 5 м.[5]

6.1.3. Необходимо контролировать состав подземных фильтрационных вод (пункт контроля 1) , поверхностных скоплений фильтрата и мест сброса его в водные объекты после очистных сооружений (пункт контроля 2).

Для этих целей создается режимно-наблюдательная сеть – гидрогеологические наблюдательные скважины в теле полигона, колодцы, количество которых определяется площадью складирования ТБО, выпуски из коммуникаций гидротехнических сооружений, гидростворы. Пункты контроля должны быть обеспечены приспособлениями для отбора проб, проведения контрольных измерений в полевых условиях.

6.1.4. Конструкция скважины для наблюдения за составом ФВ в теле полигона должна соответствовать требованиям, предъявляемым к скважинам

узкого профиля (диаметром менее 220 мм), предназначенным для отбора проб пробоотборными устройствами и уровнемерами.

6.1.5. Контроль поверхностных скоплений фильтрата и мест сброса ФВ в водные объекты проводится в соответствии с требованиями экологического мониторинга полигонов ТБО.

6.1.6. Расположение пунктов контроля устанавливают с учетом состояния и перспективы развития полигона ТБО, этапов его освоения и на основании предварительных исследований, включающих:

- сбор и анализ сведений по гидрогеологическому и гидрологическому режиму территории размещения полигона ТБО;
- обследование топографических, геологических, гидрогеологических и гидрологических условий площадки.

6.1.7. Количество пунктов контроля и их оснащение определяется проектом строительства полигона с учетом этапов его освоения.

6.1.8. Перечень определяемых показателей физико-химического, микробиологического и патогенного состава фильтрата устанавливается с учетом:

- исходных гидрогеологических и гидрологических условий территории размещения места складирования и полигонов захоронения ТБО;
- проектов строительства, эксплуатации и рекультивации полигона;
- условий сбора, очистки и отведения очищенного фильтрата;
- расхода и качества воды водотока, принимающего очищенный фильтрат;
- требований нормативных документов [5, 12-16] и потребителей информации.

6.1.9. Контроль состава ФВ должен осуществляться по гидрологическим и гидрохимическим показателям - расход, содержание экзогенных химических веществ в представительной пробе и микробиологическим и паразитологическим показателям.

6.1.10. Выбор программы мониторинга ФВ зависит от типа пункта контроля и возможности проведения контроля в полевых или стационарных условиях; лабораторными методами, в автоматическом и автоматизированном режиме без передачи или с оперативной передачей информации.

6.1.11. Объемы контроля определяются полной и сокращенной программами.

Сокращенная программа контроля по гидрологическим и гидрохимическим показателям может проводиться в полевых (А) и лабораторных условиях (Б) в объеме, указанном в приложении 3. Программы контроля по микробиологическим и паразитологическим показателям приведены в приложении 4.

6.1.12. Периодичность проведения отбора и анализов проб и программы контроля по гидрологическим и гидрохимическим показателям представлены в таб. 6.

6.1.12. Периодичность и программы контроля по микробиологическим и паразитологическим показателям приведены в таб. 7. Программы контроля в

пунктах второго типа осуществляются перед выпуском сточных вод в водоприемники или водоток после очистных сооружений.

6.1.13. При отсутствии очистных сооружений поверхностные скопления ФВ контролируются по полной программе.

6.1.14. При обнаружении в пробе ФВ возбудителей инфекционных заболеваний, появлении дополнительных источников загрязнения, изменяющих расход, состав и условия сброса очищенного фильтрата, изменении условий принимающего водотока, периодичность проведения контроля и перечень показателей могут быть изменены в установленном порядке.

Таблица 6

Периодичность проведения контроля состава ФВ по гидрологическим и гидрохимическим показателям

Периодичность проведения контроля	Программы контроля по гидрологическим и гидрохимическим показателям для пунктов типа 1 и 2	
	1	2
Ежедекадно	Не проводится	Сокращенная программа Б
Ежемесячно	Сокращенная программа А	Не проводится
Ежеквартально	Сокращенная программа Б	Не проводится
Ежегодно (во 2 и 3 квартале)	Полная программа	Полная программа

Таблица 7

Периодичность проведения контроля ФВ по микробиологическим и паразитологическим показателям

Периодичность проведения контроля	Программы контроля по микробиологическим и паразитологическим показателям для пунктов типа I и II	
	I	II
Еженедельно	Не проводится	Сокращенная программа
Ежемесячно	Сокращенная программа	Не проводится
Ежегодно	Не проводится	Полная программа

6.15. Периодичность контроля, количество контролируемых показателей загрязнения ФВ определяется составом ФВ и может изменяться в зависимости от этапа эксплуатации объекта.

6.1.15. Обеспечение заинтересованных организаций систематической информацией по санитарно-эпидемиологическим показателям фильтрата и изменений этих показателей под влиянием хозяйственной деятельности, гидрогеологическим и гидрологическим условиям проводят в установленном порядке.

6.2. Мониторинг состояния поверхностных вод

6.2.1. Для оценки влияния полигона ТБО на поверхностные воды создается сеть гидрологических створов и пунктов наблюдения или используется имеющаяся, контролируемая лабораториями ЦГСЭН.

6.2.2. Размещение контрольных точек определяется направлением дренирования вод с территории объекта.

6.2.3.Перечень измеряемых показателей выбирается в соответствии с ИСО 5667-1 "Качество воды. Отбор проб. Ч.1." и СанПиН 2.17.722-98 [12], на основе результатов контроля состава ФВ и включает:

- органолептические показатели;
- показатели химического состава;
- санитарные показатели качества воды;
- микробиологические показатели.

6.2.4. Периодичность отбора проб определяется составом ФВ. На полигонах ТБО, на которых действует система водоотведения, сбора и очистки ФВ отбор проб для контроля может осуществляться 2 раза в год.

6.2. Мониторинг состояния подземных вод

6.3.1. Для оценки состояния качества подземных вод в зоне влияния свалки ТБО необходимо создание режимно-наблюдательной сети - гидрогеологических фоновых и наблюдательных скважин.

6.3.2.Можно рекомендовать использование существующей сети контроля нецентрализованных источников водоснабжения населенного пункта.

6.3.3. Расположение контрольных точек для стационарных наблюдений за режимом и химическим составом подземных вод выбирается с учетом местоположения площадки захоронения ТБО, направления потока подземных вод, геологического строения территории и прогнозируемым направлением миграции фильтрационных вод свалки.

6.3.4.Фоновые скважины должны располагаться по току подземных вод выше объекта размещения отходов. Глубина фоновой скважины определяется глубиной залегания первого от поверхности водоносного горизонта.

6.3.5. Наблюдательные скважины, определяющие влияние свалки на подземные воды, располагаются по абсолютным отметкам, по направлению потока подземных вод ниже полигона и прогнозируемым направлением миграции фильтрационных вод свалки.

6.3.6. В случае залегания первого постоянного водоносного горизонта ниже 60м, бурение наблюдательных гидрогеологических скважин такой глубины не является целесообразным, так как при такой мощной зоне фильтрации загрязнение их фильтратом с поверхности полигона будет незначительным. Принять решение о бурении глубоких скважин можно только после изучения геолого-литологического разреза и фильтрационных свойств грунтов.

6.3.7. Конструкция скважины (рис. 10.) для наблюдения за качеством подземных вод выполняется в соответствии с требованиями, предъявляемыми к скважинам узкого профиля, предназначенным для отбора проб подземных вод пробоотборными устройствами и уровнемерами.

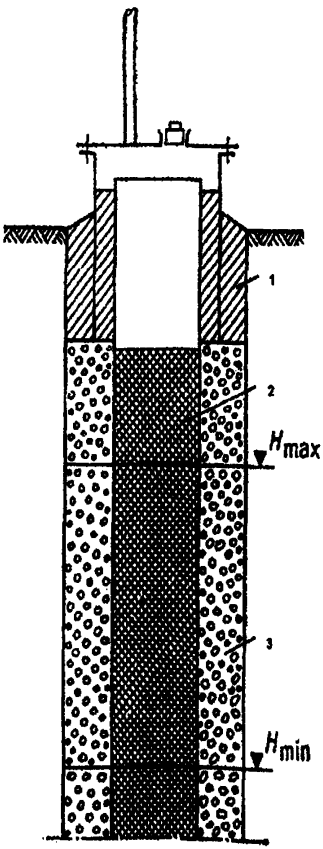

Рис.10. Конструкция типовой наблюдательной скважины
1-цемент (1,5 м), 2- фильтр, 3- засыпка

6.3.8.При проведении мониторинговых исследований состава подземных вод перечень измеряемых показателей выбирается в соответствие с ИСО 5667-1:1980 «Качество воды. Отбор проб. Часть1. Руководство по составлению программ отбора проб» и СанПиН 2.17.722-98 .

6.3.9. В перечень должны быть включены гидрогеологические характеристики подземных вод; показатели химического состава с учетом результатов контроля состояния фильтрационных вод мест размещения отходов .

6.3.10. Наблюдения проводятся путем периодического отбора проб воды из гидронаблюдательных скважин. Перед каждым отбором пробы проводится кратковременная прокачка скважины с помощью желонки или ручного насоса.

6.3.11. Периодичность отбора проб и наблюдение за уровнем грунтовых вод должны проводится – 2 раза в год.[17] Гидрохимические наблюдения целесообразно приурочить к сезонным колебаниям уровня грунтовых вод – весна – апрель, осень- сентябрь.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мирный А.Н., Абрамов Н.Ф. Санитарная очистка и уборка населенных мест. Справочник АКХ им. К.Д.Памфилова,М.,1997
2. Методические указания по расчету количественных характеристик выбросов загрязняющих веществ от полигонов твердых бытовых отходов. М.: АКХ им. К.Д. Памфилова, 1995.
3. Полигоны депонирования ТБО: Учебное пособие// Вайсман Я.И., Петров В.Ю., ПермГТУ, Пермь, 1996, 130 с.
4. Вайсман Я.И., Коротаев В.Н.,Петров Ю.В. Полигоны депонирования твердых бытовых отходов, ПермГТУ, Пермь, 2001, 150 с.
5. Инструкция по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. М. АКХ им. Памфилова, 1998,64 с.
6. Вайсман Я.И., Коротаев В.Н., Тагилова О.А., Тагилов М.А. и др. Методика расчета водного баланса полигонов захоронения твердых бытовых отходов ПермГТУ,Пермь,2002
7. СНиП 2.04.03-85 "Проектирование сооружений для очистки сточных вод" Справочное пособие.М.,Стройиздат,1990
8. СанПиН 2.1.7.727-98 Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов для твердых бытовых отходов.М., Минздрав России,1999
9. СНиП 2.04.03-85 «Канализация. Наружные сети и сооружения»
10. Найденко В.В., Кулаков А.П., Шеренков И.А. Оптимизация процессов очистки природных и сточных вод.М.:Стройиздат,1984.152 с.
11. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов, Москва,2000
12. Охрана поверхностных вод от загрязнения // СанПиН 4630-88.
13. Охрана природы. Гидросфера. Приборы и устройства для отбора, первичной обработки и хранения проб природных вод // ГОСТ 17.1.5.04-81.
14. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод // ГОСТ 17.1.3.06-82.
15. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков // ГОСТ 17.1.3.07-82.
16. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к отбору проб поверхностных и морских вод, льда и атмосферных осадков // ГОСТ 17.1.5.05-85.
17. Методические указания соответствуют «Положению об охране подземных вод» (ВСЕГИНГЕО. М.,1985) и разделам ИСО 5667/1, ИСО 5667/2, ИСО 5667/3, касающихся назначения и расположения контрольных точек, программ, методов замера расходов и отбора проб, требований безопасности, а также общих требований к консервации и хранению проб фильтрата.
18. МУК 4.2.671-97. Методы санитарно-микробиологического анализа питьевой воды.
19. МУК 4.2.668-97. Санитарно-паразитологические исследования воды.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЕ ЗНАЧЕНИЯ ПЛОЩАДИ ПОЛИГОНОВ ДЛЯ СКЛАДИРОВАНИЯ ТБО В ТЕЧЕНИЕ 15 ЛЕТ (ГА)

Средняя численность населения, тыс. чел.	Высота складирования ТБО, м						
	6	9	12	20	25	35	45
Малый населенный пункт							
2	0,7	0,5	-	-	-	-	-
5	1,5	1.1	-	-	-	-	-
10	3,0	2,1	1,5	-	-	-	-
15	4,6	3,0	2,4		-	-	-
20	6,0	4,1	3,0	2,0	-	-	-
30	9,1	6,2	4,7	2,8	-	-	-
Крупный населенный пункт							
50	15,2	10,3	7,6	4,7	-	-	-
100	-	-	12,5	8,5	6,7	-	-
250			31,0	21,0	16,0	12,2	-
500	-	-	61,0	41,0	31,0	23,0	18,0
750	-	-	91,0	61,0	46,0	34,0	26,0

Приложение 2

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗА ИЗМЕНЕНИЯ СОСТАВА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ТБО НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ ЕГО ЖИЗНЕННОГО ЦИКЛА

В качестве исходных данных для разработки методики прогноза состава ФВ полигонов ТБО были выбраны следующие параметры и допущения:

1. Моделировалась анаэробная стадия разложения отходов, как самая длительная и оказывающая наибольшее влияние на формирование состава ФВ.
2. Принималось, что анаэробному разложению подвергаются в основном целлюлозосодержащие отходы (бумага, садово-парковые отходы, дерево, ткань), т.к. они являются основной составляющей ТБО (более 70% от массы ТБО).
3. Считалось, что скорость процесса разложения отходов описывается кинетическим уравнением реакции первого порядка.
4. Константа скорости реакции в фазе ацетогенеза изменяется в пределах 0,25 – 0,4 в зависимости от влажности отходов и климатических условий.
5. Константа скорости реакции в фазе метаногенеза изменяется в пределах 0,02÷0,03 в зависимости от климатических условий.

В процессе разложения целлюлозы образуются летучие кислоты жирного ряда, биогаз и биомасса, представляющая твердые органические соединения гумусовой природы.

Анализ природы гуминовых веществ и их свойств позволил смоделировать основной фрагмент гумуса и установить его структурную формулу, на основании которой была определена химическая формула биомассы: $C_1H_{1,2}O_{0,5}N_{0,2}$.

Наиболее вероятные химические реакции, протекающие при анаэробном разложении целлюлозосодержащих отходов под действием гидролитических, ацетогенных и метаногенных бактерий, представлены в табл. 1.

В целом процесс биодеструкции целлюлозы можно представить следующей схемой:

$$n C_6H_{12}O_{6\,(т)} \rightarrow n\ C_6H_{12}O_{6\,(ф)} \rightarrow n C_2H_4O_{2(ф)} + n\ \text{биомасса} \rightarrow n CO_{2(г)} + n\ CH_{4(г)}$$

гидролиз ацетогенез метаногенез (1)

Количество целлюлозосодержащих соединений (число кмоль) в 1т ТБО можно представить в виде числа кмолей глюкозы, находящейся в твердом состоянии (n_o), и определить на основе морфологического состава ТБО по следующему соотношению:

$$n_O = \sum \frac{n_{ci}}{6 \cdot Mi} \cdot Xi \cdot 1000, \qquad (2)$$

где n_o– первоначальное содержание твердой глюкозы в1 тонне сухих отходов(кмоль/т сухихТБО);

Таблица 1.

Основные реакции анаэробного разложения ТБО

Фаза гидролиза	**Целлюлоза → глюкоза** $n(C_6H_5O_{10})_m + n\square(m\text{-}1)H_2O \square n\ mC_6H_{12}O_6$
Фаза ацетогенеза	**Глюкоза → уксусная кислота** $nC_6H_{12}O_6+0.4nNH_{3(г)}+nH_2O_{(ж)}\rightarrow 2nCH_{1.2}O_{0.5}N_{0.2(тв)}+2nCO_{2(г)}+$ $+ 4.4nH_{2(г)}+ nC_2H_4O_{2(ж)}$ **Глюкоза → пропионовая кислота** $nC_6H_{12}O_6+0.26nNH_{3(г)}\rightarrow 2.63nCH_{1.2}O_{0.5}N_{0.2(тв)}+0.74nCO_{2(г)}+$ $+1.445nH_2O_{(ж)}+0.875nC_3H_6O_{2(ж)} + 0{,}74\ nH_{2(г)}$ **Глюкоза→масляная кислота** $nC_6H_{12}O_6+0.31nNH_{3(г)}\rightarrow 1.58nCH_{1.2}O_{0.5}N_{0.2(тв)}+1.26nH_{2(г)}+$ $+0.79nC_4H_8O_{2(ж)}+1.26nCO_{2(г)}+1.1nH_2O_{(ж)}$ **Пропионовая кислота →уксусная кислота** $nC_3H_6O_2 + 2nH_2O_{(г)} \rightarrow nC_2H_4O_2 + nCO_2 + 3H_2$ **Масляная кислота→уксусная кислота** $nC_4H_8O_2 + 2nH_2O \rightarrow 2nC_2H_4O_2 + 2nH_2$
Фаза метаногенеза	**Уксусная кислота → метан** $n\ CO_2 + 4\ n\ H_2 \rightarrow n\ CH_4 + 2\ n\ H_2O$ $n\ C_2H_4O_2 \rightarrow nCO_2 + nCH_4$

n_{Ci} – число кмоль углерода в 1 кмоле фракции отходов;

M_i – молярная масса фракции отходов, (кг/кмоль);

X_i - доля целлюлозосодержащей фракции в ТБО.

В среднем в 1т сухих отходов содержится 3,9 – 4,2 кмоль глюкозы.

Формирование ФВ может быть описано двумя последовательно протекающими реакциями и изменение состава фильтрата во времени можно определить на основе кинетического уравнения последовательной реакции первого порядка:

$$A \xrightarrow{k_1} B \xrightarrow{k_2} C \qquad (3)$$

$$n\ C_6H_{12}O_{6\ (ф)} \rightarrow n\ C_2H_4O_{2(ф)} \rightarrow n\ CO_{2(г)} + n\ CH_{4(г)}$$

$$dA/dt = k_1 A; \quad dB/dt = k_1 A - k_2 B \qquad (4)$$

где K_1 – константа скорости реакции в фазе ацетогенеза.

K_2 – константа скорости реакции в фазе метаногенеза.

Интегрирование уравнений (4) относительно компонента В, позволяет получить зависимость изменения числа молей компонента В во времени:

$$n_\tau = n_o \cdot \frac{k_1}{k_2 - K_1}(e^{-k_1 \cdot \tau} - e^{-k_2 \cdot \tau}) \qquad (5)$$

Зная n_τ в определенный момент времени и объем образующихся ФВ $V_{\phi\tau}$ ($м^3$/т сухих ТБО) определяют величину ХПК (г $O_2/м^3$) по формуле:

$$ХПК = \frac{n_\tau \cdot M \cdot 1{,}07}{V_\phi} \cdot 1000 \qquad (6)$$

где M – молярная масса промежуточного продукта В (уксусной кислоты), (г/моль).

На основе полученной модели был разработан программный продукт прогноза состава фильтрата. Пример использования программы представлен на рис. 1. Показано, что разработанная модель прогноза состава ФВ дает результаты, достаточные для принятия практических решений при выборе метода и технологии очистки ФВ.

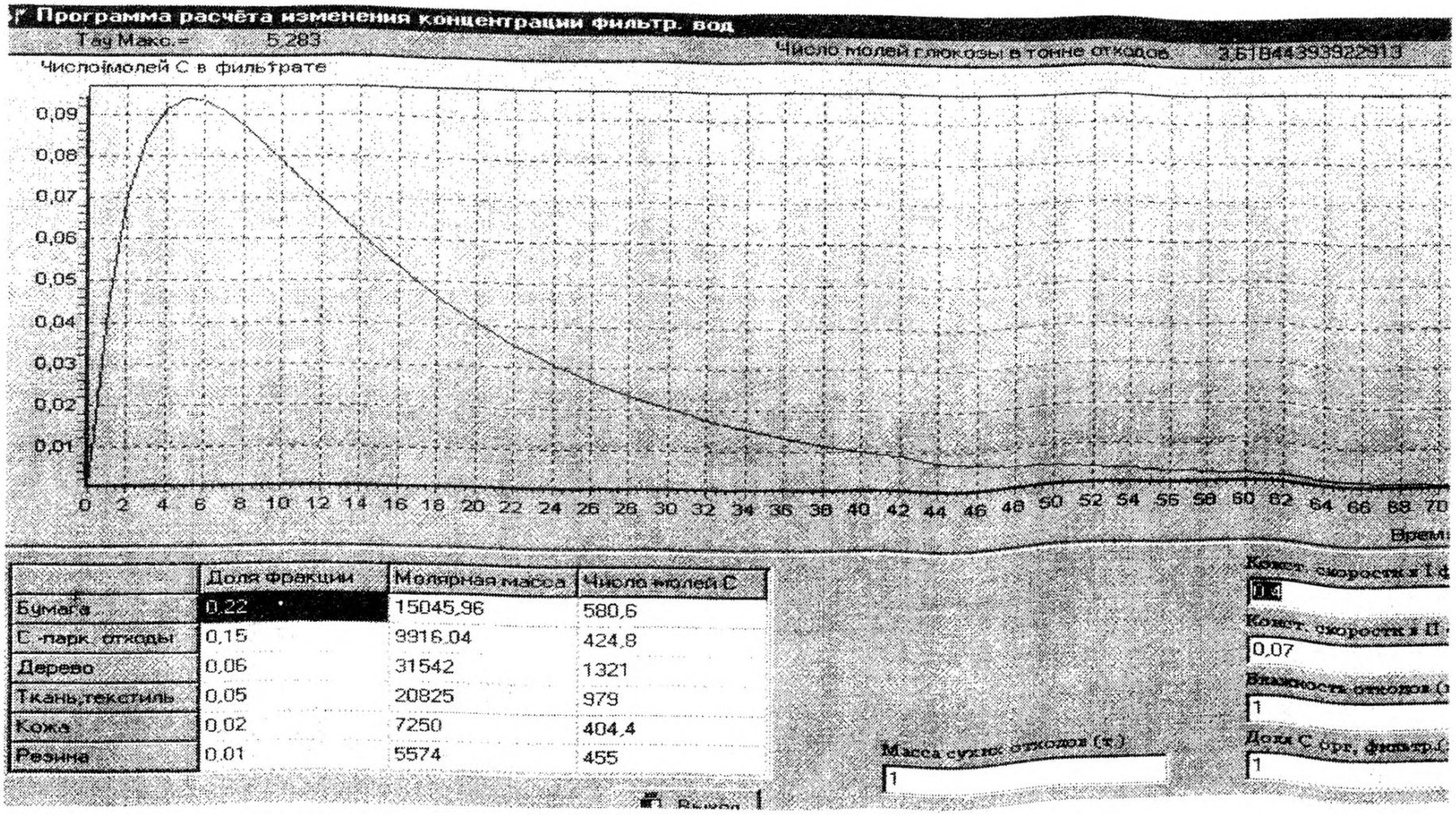

Рис.1 Изменение концентрации фильтрационных вод во времени

ПРОГРАММЫ КОНТРОЛЯ СОСТАВА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД ПОЛИГОНОВ ЗАХОРОНЕНИЯ ТБО

Программы контроля пунктов 1 по гидрологическим и гидрохимическим показателям

I Сокращенная программа:

А (полевые условия)

гидрологические показатели:

расход, л/сутки

гидрохимические показатели:

водородный показатель (pH), единицы pH

общее солесодержание, мг/л

Б (лабораторный анализ)

гидрохимические показатели:

азот аммонийный, мг/дм^3

азот нитратный, мг/ дм^3

водородный показатель (pH), единицы pH

общее солесодержание, мг/ дм^3

общий органический азот, мг/ дм^3

сульфаты, мг/ дм^3

химическое потребление кислорода (ХПК), мгO_2/ дм^3

хлориды, мг/ дм^3

II Полная программа

гидрохимические показатели:

дополнительно к показателям, определяемым по сокращенной программе Б

кадмий, мг/ дм^3

карбамидные соединения, мг/ дм^3

медь, мг/ дм^3

мышьяк, мг/ дм^3

общий органический углерод, мг/ дм^3

ртуть, мг/ дм^3

свинец, мг/ дм^3

фосфорорганические соединения, мг/ дм^3

хлорированные углеводороды, мг/ дм^3

цианиды, мг/ дм^3

Программы контроля пунктов 2 по гидрологическим и гидрохимическим показателям

I Сокращенная программа:

А (полевые условия)

гидрологические показатели:

расход, л/сутки

гидрохимические показатели:

водородный показатель (pH), единицы pH

общее солесодержание, мг/ дм^3

Б (лабораторный анализ)

азот аммонийный, мг/ $дм^3$
биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$), мг O_2/ $дм^3$
водородный показатель (pH), единицы pH
общее солесодержание, мг/ $дм^3$
сульфаты, мг/ $дм^3$
фосфаты, мг/ $дм^3$
химическое потребление кислорода (ХПК), мг O_2/ $дм^3$
хлориды, мг/ $дм^3$

II Полная программа

гидрохимические показатели:

дополнительно к показателям, определяемым по сокращенной программе Б
азот нитратный, мг/ $дм^3$
общий органический азот, мг/ $дм^3$
сульфиды (включая H_2S), мг/ $дм^3$
щелочность (свободная и общая), мг-экв/ $дм^3$

Программы контроля
по микробиологическим и паразитологическим показателям

I Сокращенная программа:

Индекс лактозоположительных кишечных палочек (ЛПКП)

II Полная программа

дополнительно к показателям, определяемым по сокращенной программе
Число сапрофитных бактерий в 1 $см^3$
Число колифагов в 1 $дм^3$
Индекс термотолерантных колиформных бактерий (ТТКБ)
Индекс энтерококков
Возбудители кишечных инфекций (сальмонелы, щигеллы, энтеровирусы и др.) в 1 $дм^3$
Жизнеспособные яйца и личинки гельминтов и жизнеспособные цисты кишечных простейших в 1 $дм^3$

Приложение 4

МЕТОДИКИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОГО, МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОГО И ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА ФИЛЬТРАЦИОННЫХ ВОД

Физико-химический состав фильтрационных вод

Показатели	Наименование методики	Литература	Номер международного стандарта
Азот аммонийный	Фотометрическое определение с реактивом Несслера	РД 118.02.3-90	*ИСО 5664*
Азот нитратный	Фотометрическое определение с салициловой кислотой	РД 118.02.2-90	*ИСО 7890-3*
Водородный показатель (pH)	Потенциометрическое определение	РД 118.02.2-90 с.251	*ИСО 10523*
Общее солесодержание	Гравиметрическое определение	РД 118.02.7-88	
БПК	Стандартный метод определения	РД 118.02.2.-85 РД 52.24.74-89	*ИСО 5815*
Кадмий	Фотометрическое определение	РД52.24.90-89 с.340	
Карбамидные соединения	Фотометрическое определение с 4-диметил-тиоаминобенз-альдегидом	[2] с.138	
Медь	Фотометрическое определение	РД 52.24.89-89 [1] с.482	*ИСО 8288*
Мышьяк	Фотометрическое определение с диэтилдитиокарбаматом	РД118.02.28-88	*ИСО 11969*
Общий органический азот	Фотометрическое определение окислением персульфатом калия	РД 52.24.13-84	*ИСО 11905*
Общий органический углерод	Газохроматографическое определение после «мокрого» сжигания	[2] с.65	
Ртуть	Фотометрическое определение с дитизоном	[1] с.763 [3] с.171	
Свинец	Фотометрическое определение с дитизоном	[1] с.798	

Сульфаты	Гравиметрическое определение	[1] с.893 [3] с.118	*ИСО 9280*
Сульфиды	Иодометрическое определение	[2] с.202	
Фосфаты	Фотометрическое определение восстановлением аскорбиновой кислотой	РД 52.24.33-86 [1] с.1050	*ИСО 6878*
Фосфорганические соединения	Газохроматографическое определение	[2] с.336 [4] с.74	
Хлориды	Меркуриметрическое определение	РД 52.24.54-88 РД 118.02.6-89	
Хлорированные углеводороды	Газохроматографическое определение	[2] с.323	
ХПК	Титриметрическое определение	РД 52.24.75-88 РД 118.02.1-85	*ИСО 6060*
Цианиды	Фотометрическое определение с пиридин-бензидиновым комплексом	[1] с.1178 [3] с.460	*ИСО 6703*
Щелочность	Потенциометрическое определение	[2] с.51	

Микробиологический и паразитологический состав фильтрационных вод

Показатели	НД на методы исследования
Возбудители кишечных инфекций	МУ №2285-81
Индекс ТТКБ	- « -
Число колифагов	- « -
Число сапрофитных бактерий	- « -
Индекс ЛПКП	- « -
Индекс энтерококков	- « -
Паразитологические показатели	МУК 4.2.668-97

Список литературы:

1. Унифицированные методы исследования качества вод. - М.,СЭВ, ч.1,1987.
2. Лурье Ю.Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод. М.Химия,1984.
3. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши/ Под ред. А.Д. Семенова. – Л.Гидрометеоиздат,1977.
4. Унифицированные методы исследования качества вод. М.СЭВ, ч.1, т.3,1985
5. Методы определения загрязняющих веществ в поверхностных водах. - Л.Гидрометеоиздат,1976.

Лицензия ЛР N030903 от 08.06.99
Формат 64x90/16. Объем 1,5 п.л.

gost.e-ecolog.ru

ского макета лабораторией ИСТ СТФ ПГТУ