

## РЕКУЛЬТИВАЦИЯ ПОЛИГОНА ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

ШАНИНА Е. В.

## АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена проблема рекультивации закрытого полигона твердых бытовых отходов. Раскрыты основные этапы рекультивации (технический и биологический). Проведен расчет затрат на реализацию каждого этапа с учетом природно-климатических условий и площади полигона.

**Ключевые слова:** полигон твердых бытовых отходов; утилизация; рекультивация; технический этап рекультивации; биологическая рекультивация; многолетние травы.

## RECUITIVATION OF THE RANGE OF SOLID HOUSEHOLD WASTE

SHANINA E. V.

## ABSTRACT

In article the problem of recultivation of the closed range of solid household waste is considered. The main stages of recultivation (technical and biological) are opened. Calculation of expenses for carrying out each stage taking into account climatic conditions and the range area is carried out.

**Keywords:** Range of solid household waste; utilization; recultivation; technical stage of recultivation; biological recultivation; long-term herbs.

Проблема обращения с твердыми бытовыми отходами с каждым годом становится все острее. Вокруг городов и других населенных пунктов в геометрической прогрессии появляются несанкционированные свалки. Для решения проблемы утилизации твердых бытовых отходов (ТБО) а так же отходов производства и потребления (V-IV классов опасности) строятся полигоны ТБО.

Современные полигоны ТБО проектируются таким образом, чтоб минимизировать воздействие на окружающую среду в период строительства и эксплуатации. Важную роль в проектной документации полигона играет раздел закрытия и рекультивации отработанного (стабилизированного) полигона.

Исследуемый полигон ТБО находится в 1,75 км северо-западнее села Ермаковское, (юг Красноярского края) на землях сельскохозяйственного назначения которые не используется для сельскохозяйственных целей на протяжении более 10 лет.

Полигон предназначен для приема ТБО от двенадцати населенных пунктов Ермаковского района и Природного парка «Ергаки». Так как численность обслуживаемого населения не более 48 тысяч человек, а объем принимаемых отходов менее 120 тыс. м<sup>3</sup> в год, то согласно п. 1.17 «Инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов» полигон относится к полигонам малой мощности, а значит, при захоронении отходов применяется траншейная схема складирования ТБО. Траншеи располагаются перпендикулярно направлению господствующих ветров. Для исследуемого полигона установлены следующие размеры рабочей карты (траншеи): глубина

4,86м, ширина поверху 18,72 м, понизу 9,00 м (для первого яруса) и глубина 4,86 м, ширина 13,72 м, поверху и 6,00 м понизу для второго яруса [1].

Расчетный срок эксплуатации данного полигона составляет около 20 лет (при объеме поступающих на полигон ТБО (со средней плотностью 0,2 т/м<sup>3</sup>), равном 30000 м<sup>3</sup>/год и его укладке на картах с уплотнением до 0,67 т/м<sup>3</sup> (послойно, тяжелыми бульдозерами, 2 проходками по одному следу)).

В период эксплуатации полигона предусмотрено благоустройство и озеленение территории. По периметру полигона высажены 133 шт. 5-8-летних сосен. На территории административно – хозяйственной зоны разбиты газоны из многолетних трав, общей площадью 6564 м<sup>2</sup>.

После окончания работы полигона планируется его закрытие и рекультивация.

Рекультивация закрытых полигонов – комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности восстанавливаемых территорий, а также на улучшение окружающей среды [2].

Рекультивация проводится по окончании стабилизации закрытых полигонов – процесса упрочнения свалочного грунта, достижения им постоянного устойчивого состояния. Срок процесса стабилизации, согласно «Инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, (таблица 5)» составляет 2 года для рекультивации под пашни, сенокосы при посеве многолетних трав.

Работы по рекультивации полигона могут начинаться как в период эксплуатации, так и после его закрытия.

Рекультивацию полигона проводят в два этапа: технический и биологический.

Технический этап рекультивации состоит из следующих операций:

1. Исследования состояния свалочного грунта и его воздействия на окружающую среду.
2. Подготовка (разравнивание) площадки рекультивации, в том числе формирование откосов.
3. Нанесение технологических слоев и потенциально-плодородных почв.
4. Восстановление (построение новой) инфраструктуры: прокладка дорог, гидротехнических и других сооружений.

Биологический этап рекультивации в зависимости от дальнейшего целевого использования территорий закрытого полигона включает следующие мероприятия по восстановлению нарушенных земель: агротехнические и фитомелиоративные.

Рекультивацию территории закрытого полигона проводит организация, эксплуатирующая полигон, получив предварительно разрешение на проведение работ в органах санитарно-эпидемиологического надзора и Министерства природы с участием предприятия, выполняющего дальнейшее целевое использование земель.

Технический этап рекультивации проводится непосредственно самим предприятием, осуществляющим захоронение отходов. Тогда

как биологический этап, как правило, проводят специализированные субподрядные организации (учреждения) коммунального, сельскохозяйственного или лесохозяйственного профиля за счет средств предприятия, проводящего рекультивацию.

Технический этап рекультивации включает следующие процессы: стабилизацию, выполаживание и террасирование, сооружения системы дегазации, создание рекультивационного многофункционального покрытия, передачу участка для проведения биологического этапа рекультивации.

Важным процессом технического этапа рекультивации является формирование верхнего рекультивационного слоя полигона, который состоит из слоя подстилающего грунта и насыпного слоя плодородной почвы. Исследование почвенного состава территории показали, что в качестве искусственного подстилающего слоя (слабопроницаемое покрытие) могут быть использованы суглинки толщиной не менее 200 мм и коэффициентом фильтрации не более 10 м<sup>3</sup>см /с.

Согласно [3] высота рекультивационного слоя, включающая высоту подстилающего и плодородного слоя почвы определяется в первую очередь целевым использованием территории и климатическими условиями территории (таблица 1).

Таблица 1

Высота верхнего рекультивационного слоя

| Вид рекультивации      | Высота рекультивационного слоя, см |  |                       |          |
|------------------------|------------------------------------|--|-----------------------|----------|
|                        | высота подстилающего слоя          | высота насыпного слоя плодородной почвы по зонам, см |                       |          |
|                        |                                    | южная  | средняя               | северная |
| Посев многолетних трав | 15-20                              | 15   | 15                    | 15       |
| Пашня                  | 15-20                              | 25-30  | 20-25                 | 15-20    |
| Кустарники             | 20                                 | 25-30  | 20-25                 | 15-20    |
| Деревья*               | <u>20</u><br>10-15                 | <u>30-40</u><br>10-15                                | <u>25-30</u><br>10-15 | 20-25    |

\* – в числителе – высота слоя в посадочной яме, в знаменателе – высота слоя на рекультивируемом участке

Как правило, плодородным грунтом является ранее снятый при строительстве поверхностный слой земли и до закрытия полигона, хранящийся в местах временного складирования. Завоз грунта производится самосвалами, а планировка поверхности до нормативного угла наклона – бульдозерами.

По окончании технического этапа участок передается для проведения биологического этапа рекультивации закрытых полигонов.

Биологический этап рекультивации продолжается 4 года и включает следующие работы: подготовку почвы, подбор ассортимента много-

летних трав, посев и уход за посевами. Видовое разнообразие многолетних трав определяется «Инструкцией по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов, (приложение 5)».

Так как исследуемый полигон расположен во второй климатической зоне, то для его рекультивации оптимальным будет высадка следующих видов многолетних растений: Мятлик луговой, Мятлик обыкновенный, Пырей ползучий, Костер безостный, Клевер белый, Клевер красный, Люцерна желтая, Донник белый, Тимофеевка луговая.

На первом этапе биологической рекультивации подготавливают почву к посадке многолетних трав. Для этого проводят дискование почвы на глубину до 10 см с одновременным внесением минеральных удобрений. Далее проводят боронование и предпосевное прикатывание почвы.

Количество вносимого удобрения при рекультивации зависит от компонентного состава, времени внесения и фазы развития растения. Так оптимальные нормы внесения удобрений приведены в таблице 2 [3].

Таблица 2

Нормы внесения удобрений при рекультивации

| Минеральные удобрения | Нормы внесения, кг/га действующего вещества |           |
|-----------------------|---|-----------|
|                       | Основное допосевное внесение                | Подкормка |
| Азотные               | 40-60                                       | -         |
| Фосфорные             | 60-90                                       | 60-80     |
| Калийные              | 60-80                                       | 40-60     |
| Древесная зола        | 400-800                                     | -         |

Затем производится посев подготовленных семян.

Травосмесь может состоять из двух, трех и более компонентов. Количество трав в травосмеси варьируется в зависимости от природно-климатических особенностей местоположения полигона ТБО, то есть необходимо учесть морозо- и засухоустойчивость растений. Кроме того, необходимо обеспечить максимальную задернованность территории рекультивируемого полигона, учесть долговечность и быстроту отрастания после скашивания. Нормы высева семян многолетних трав регламентируются [2, 3]. При посеве травосмеси из двух компонентов норма высева снижается на 35%, а при посеве трехкомпонентной травосмеси – на 50% от нормы высева по видам трав.

Дальнейшие действия в первый год биологического этапа рекультивации полигона ТБО заключаются в уходе за посевами, представляющими собой стандартные агротехнические мероприятия:

1. полив из расчета обеспечения 35-40% влажности почвы (повторность полива зависит от погодных условий);

2. скашивание биомассы на высоте 10-15 см;

3. подкормка минеральными удобрениями;

4. боронование на глубину 3-5 см.

В последующее второй, третий и четвертый годы биологического этапа рекультивации уход за многолетними травами одинаков. Он заключается в своевременной подкормке (в весенний период вносятся азотные удобрения, а далее подкормка проводится комплексным минеральным удобрением в расчете 140-200 кг/га действующего начала), бороновании, скашивании травы (на высоту 5-6 см) и поливе (не менее 200 м<sup>3</sup>/га воды одновременно).

Через 4 года после посева трав рекультивация

полигона считается завершенной, а его территория передается соответствующему ведомству для осуществления работ по целевому их использованию, сельскохозяйственного назначения, т.е. для выпаса скота.

В данной работе приведен расчет стоимости технического и биологического этапов рекультивации в ценах 2014 года. Так как рекультивацию стабилизированного полигона планируется проводить через 20 лет, то следует принять во внимание коэффициент инфляции и другие изменения, происходящие в экономике и правовом законодательстве.

#### Расчет стоимости рекультивации

После завершения работы полигона планируется его рекультивация. Рекультивация траншей (их на полигоне 12) будет проводиться по мере их обработки и стабилизации.

В работе приведен усредненный расчет стоимости рекультивационных мероприятий (устройство верхнего изолирующего слоя закрытого участка полигона твердых бытовых отходов) для 1 траншеи площадью 3200 м<sup>2</sup>. Грунт для подстиляющего слоя и укрепления откосов планируется брать на территории полигона, таким образом, его стоимость будет равна нулю. В тоже время, проектом рекультивации запланирована закупка плодородного слоя почвы, так как снятого ранее с территории полигона недостаточно.

Стоимость технического этапа рекультивации в расчете на 1 траншею составит 1122800 руб:

1) Необходимый объем грунта для устройства всего верхнего изолирующего слоя:

1. Для устройства подстиляющего слоя – 3200 м<sup>2</sup> x 0,2 м = 640 м<sup>3</sup>. Дополнительно для выполаживания поверхности и укрепления откосов требуется 198 м<sup>3</sup>;

2. Для устройства слоя плодородной почвы – 3200 м<sup>2</sup> x 0,25 м = 800 м<sup>3</sup>.

3. Таким образом, необходимый объем грунта для устройства верхнего изолирующего слоя составляет 1638 м<sup>3</sup>.

2) Стоимость плодородной почвы (земли) по рыночным ценам составляет 600,00 руб. за 1 тонну, при этом удельный вес 1 м<sup>3</sup> земли составляет около 1400 кг. Таким образом, стоимость 1 м<sup>3</sup> грунта для устройства слоя плодородной почвы будет составлять 840,00 руб.

3) Для выполнения технического этапа рекультивации потребуется следующая специализированная техника:

1. Бульдозер – 1 ед. по 450,00 руб./час;
2. Экскаватор – 1 ед. по 333,00 руб./час;
3. Самосвал объемом кузова 8 м<sup>3</sup> – 1 ед. по 400,00 руб./час.

4. (стоимость работы техники договорная).

4) Для выполнения работ по отсыпке подстилающего слоя, выколаживанию поверхности и укрепления откосов самосвалу с объемом кузова 8 м<sup>3</sup> необходимо будет сделать 105 рейсов.

5) Максимально возможное количество рейсов при перевозке грунта с расстояния 2 км – 13 раз в день (фактические данные). Самосвал весь объем работ (819,46 м<sup>3</sup>) может выполнить в течение 42 смены.

6) Для завоза плодородной почвы потребуется 16,66 смен.

7) Стоимость одного часа работы механизированного комплекса составляет 1183 руб.

8) Затраты по устройству подстилающего слоя и работам по выколаживанию поверхности и укреплению откосов: 1183 руб. x 8 часов x 42 смены = 397488 руб.

9) Затраты по завозу плодородной почвы составят (без стоимости грунта): 400 руб. x 8 часов x 16,66 смен = 53312 руб.

10) Стоимость необходимого объема грунта для устройства слоя плодородной почвы: 800 м<sup>3</sup> x 840 руб. = 672000 руб.

11) Затраты по устройству слоя плодородной почвы: 672000 + 53312 = 725312 руб.

Таким образом, стоимость выполнения работ (технический этап рекультивации) по устройству верхнего изолирующего слоя закрытого участка полигона (1 траншеи) составит 1122800 руб.

#### *Стоимость биологической рекультивации*

Для выполнения работ требуется следующая специализированная техника:

1. Бульдозер – 1 ед. по 450,00 руб./час;
2. Культиватор. Борона. Сеялка. – 1 ед. по 540,00 руб./час;
3. Самосвалы объемом кузова 8 м<sup>3</sup> – 1 ед. по 400,00 руб./час. (стоимость работы техники договорная).

Необходимое количество удобрения и его стоимость: согласно данным таблицы 2 удобрения вносятся при посеве и подкормке. Рекомендуемые нормы внесения удобрений при посеве от 40 до 80 кг/га калия, азота, фосфора. Стоимость каждого из них от 80 до 140 руб/кг. Приняв среднюю норму 60 кг/га и стоимость 120 руб/кг получаем, что затраты на приобретения удобрения составят 6912 руб. Для подкормки вносят фосфорные и калийные удобрения с той же нормой – 4608 руб.

Стоимость семян многолетних трав (цена договорная) 80-140 руб/кг. Норма высева семян клевера, люцерны в лесостепных районах 12-14 кг/га. Эспарцета – 80 – 100 кг/га, донник – 15-20 кг. Средняя норма высева тимофеевки луговой в смеси с клевером 6-8 кг/га. При чистом посеве тимофеевки норма высева увеличивается до 10 кг. Норма высева овсяницы луговой в простых травосмесях составляет 10-14 кг на 1 га. Примерные нормы высева житняка при сплошном рядовом посеве лесостепи – 10-12 кг/га. При разбросном посеве норму высева следует увеличивать на 25-30%.

Т.о. затраты на закупку семян составят 8780,7 руб.

Стоимость всех работ первого года биологического этапа рекультивации составит 28627,5 руб.

Предварительные расчеты стоимости затрат на проведение рекультивации полигона твердых бытовых отходов при его закрытии показали, что наиболее затратным является технический этап рекультивации (более 98% от всех затрат).

#### **Список литературы**

1. Строительство межпоселенческого полигона ТБО в с. Ермаковское, Ермаковского района. Проектная документация. – Абакан, 2014. – 97 с.
2. Закрытие полигона, рекультивация и передача участка под дальнейшее использование [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://clean-future.ru> (дата обращения 06.04.2014).
3. Инструкции по проектированию, эксплуатации и рекультивации полигонов для твердых бытовых отходов. – М.: Министерство строительства Российской Федерации, 1996. – 38 с.