

ТОО «EcoJer»

РАБОЧИЙ ПРОЕКТ
Рекультивация площадки складирования твердых
промышленных отходов
Карагандинского литейного завода
ТОО «Asia FerroAlloys»
(корректировка)

Общая пояснительная записка

2022 г

УТВЕРЖДЕН:

Генеральный директор
Штеер Е.В.



РАБОЧИЙ ПРОЕКТ
Рекультивация площадки складирования твердых
промышленных отходов
Карагандинского литейного завода
ТОО «Asia FerroAlloys»

(корректировка)

Общая пояснительная записка

Директор
ТОО «EcoJer»



Нуриева В.И.

2022 г

Земельным законодательством Республики Казахстан определены ответственность и обязанности землепользователей по сохранности, используемой ими земли. В целях предотвращения деградации земель, загрязнения территорий отходами производства землепользователи обязаны применять технологии производства в соответствии санитарным и экологическим требованиям, не причинять вреда здоровью населения и окружающей среде, не допускать ухудшения санитарно-эпидемиологической и экологической обстановки.

Рабочий проект ««Рекультивация площадки складирования твердых промышленных отходов Карагандинского литейного завода ТОО «Asia FerroAlloys» (корректировка)» выполнен в соответствии с техническим заданием на проектирование и с действующими нормами и правилами, обеспечивающими пожарную, санитарную и экологическую безопасность при соблюдении мероприятий, предусмотренных настоящим проектом.

Содержание	
Содержание.....	4
Введение.....	6
1.Общие сведения.....	8
1.1 Природно-климатические условия.....	9
1.2 Краткое описание горнотехнических и гидрогеологических условий района.....	10
1.3 Почвенный покров.....	11
1.4 Растительность.....	12
1.5 Животный мир.....	13
1.6Существующее положение участка рекультивации.....	14
2. Рекультивация нарушенных земель.....	16
2.1Характеристика нарушенных земель, подлежащих рекультивации.....	16
2.2 Физико-химическая характеристика нарушенных земель.....	17
2.3 Выбор направления рекультивации.....	20
2.4 Технический этап рекультивации.....	21
2.5 Биологический этап рекультивации.....	24
3 Календарный план проведения работ по рекультивации.....	29
4. Техничко-экономические показатели.....	32
5 Охрана труда и промсанитария.....	33
5.1Общие требования безопасности.....	33
5.2Безопасность при проведении технического этапа рекультивации.....	33
5.3 Мероприятия по производственной санитарии при проведении посевных работ.....	35
5.4Мероприятия по производственной санитарии.....	35
5.5Мероприятия по пожарной безопасности.....	36
6 Контроль за ведением работ по рекультивации.....	38
Список использованных источников.....	40
Приложения:	41
Приложение А Лицензия МОС и ВР РК на выполнение работ и оказание услуг в области охраны окружающей среды	42
Приложение Б Задание на проектирование	42
Приложение В Заключение ГЭЭ №1-10/1703 от 26.12.2000 г	43
Приложение Г Санитарно-эпидемиологическое заключение №14 от 26.01.2001 г	46

Приложение Д Положение площадки складирования твердых промышленных отходов Карагандинского литейного завода ТОО «QazCarbon» (Каз Карбон)» на 3.11.2021 г.	48
Приложение Е Землеустроительные документы	49
Приложение Ж Акт обследования нарушенных земель	59
Приложение З Сметный расчет стоимости	61
Приложение И Результаты обследования грунтов	
Приложение М Письмо о количестве промышленных отходов	
Приложение О Расчет сменной производительности бульдозера Т-170	
Приложение П Графические приложения	

Введение

Настоящий рабочий проект Рекультивация площадки складирования твердых промышленных отходов Карагандинского литейного завода ТОО «Asia FerroAlloys» (корректировка)» (далее - Проект) выполнен ТОО «EcoJer», имеющим Лицензию МОС и ВР РК на выполнение работ и оказание услуг в области охраны окружающей среды № 02218Р от 15.09.2020 г. (приложение А), на основании задания на проектирование (приложение Б).

Проектная документация разработана в соответствии с требованиями «Инструкции по разработке проектов рекультивации нарушенных земель», утвержденной приказом и. о. Министра национальной экономики Республики Казахстан №346 от 17.04.2015 г., Земельного кодекса Республики Казахстан, Экологического кодекса Республики Казахстан.

Данным проектом предусматривается корректировка ранее разработанного в 2021г. рабочего проекта «Рекультивация площадки складирования твёрдых промышленных отходов Карагандинского литейного завода ТОО «QazCarbon» (корректировка)», выполненного ТОО «EcoJer» (заклучения ГЭЭ приложение В).

Основаниями для корректировки ранее разработанного проекта являются:

- оформление дополнительного земельного участка с целевым назначением
- изменение объемов образующихся отходов на предприятии.

Согласно ранее разработанному проекту заполнение котлована должно было осуществляться в течение 14 лет. Однако, в связи с изменением объемов образования промышленных отходов, по состоянию на 3.11.2021 г. заполнение свободной площади котлована до проектной отметки с учетом площади дополнительного земельного участка рассчитано на 62 лет (приложение Д).

Настоящий проект предусматривает изменение сроков проведения технического этапа и биологического этапа рекультивации.

По состоянию на 3.11.2021 г. земельный участок площадки складирования твёрдых промышленных отходов подлежащий дальнейшему проведению рекультивации, представляет собой котлован неправильной геометрической формы, частично заполненный производственными отходами. Площадь котлована –85,5524га, глубина 6-10м.

Складирование отходов в котловане осуществляется на основании следующих договоров об аренде земельных участков: №58593 от 03.01.2019г., №59140 от 01.03.2019г., №64123 от 19.11.2020г., №66597 от 16.08.2021г. (приложение Е). Складируемые в котлован промышленные отходы предприятия (горелая формовочная смесь, горелая земля, шлам обогащения угля, пустая порода обогащения угля, бедный шлак селикомарганца, бедный шлак ферросилиция, золошлаковые отходы, литейный шлак, огнеупорный битый кирпич) выполняют роль рекультивационного слоя.

Для обоснования проектных решений специалистами ТОО «EcoJer»

совместно с представителями заказчика и представителями уполномоченного государственного органа по земельным отношениям произведено полевое обследование участка, в результате которого был составлен Акт обследования нарушенных (подлежащих нарушению) земель (приложение Ж).

Настоящий проект разработан с целью приведения нарушенных земель в состояние пригодное для дальнейшего использования, в соответствии с требованиями экологического и земельного законодательств.

Проектом предусматриваются следующие решения:

- определение срока заполнения котлована рекультивируемого участка до проектной отметки с учетом изменения площади участка;
- проведение посева многолетних трав на рекультивируемой площадке.

Всего сумма затрат на проведение основных работ по рекультивации составит 36464,724 тыс. тенге в ценах на 2035 год (приложение 3).

Настоящий проект разработан в соответствии с требованиями действующих нормативных документов:

- Земельный Кодекс РК от 20.06.2003 г. №442-11 (с изменениями и дополнениями по состоянию на 08.01.2022 г.).
- Экологический кодекс РК от 02.01.2021 г. №400-VI (с изменениями и дополнениями по состоянию на 27.12.2021 г.).
- Инструкция по разработке проектов рекультивации нарушенных земель, утвержденная приказом №346 от 17.04.2015 г.;
- ГОСТ 17.5.3.04-83 «Общие требования к рекультивации земель»;
- ГОСТ 17.5.3.05-84 «Охрана природы. Рекультивация земель. Общие требования к землеванию»;
- ГОСТ 17.5.1.02-85 «Классификация нарушенных земель для рекультивации»;
- «Научно-методическое указания по мониторингу земель РК», Мин-сельхоз РК, Алматы, 1993 г.
- другими законодательными актами РК.

1 Общие сведения об объекте

Карагандинский литейный завод был образован на базе одного из крупнейших предприятий СССР - Карагандинского завода отопительного оборудования, основанного в начале 60-х годов XX века.

Предприятие выпускало широкий ассортимент продукции: чугунные отопительные радиаторы, отопительные котлы различных модификаций, тормозные колодки, ванны, мойки, шары и цилиндры, мелющие и другие изделия промышленного и бытового назначения. Объем выпускаемой продукции достигал 90 тысяч тонн в год. Продукция завода поставлялась во все союзные республики, а также в 19 зарубежных стран.

В настоящее время ТОО «Asia FerroAlloys», используя отходы металлургии и переработки угля как рекультивационный материал, несет обязательства по проведению работ по рекультивации не действующей площадки складирования твёрдых промышленных отходов Карагандинского литейного завода на основании договоров об аренде земельных участков: №58593 от 03.01.2019г., №59140 от 01.03.2019г., №64123 от 19.11.2020г., №66597 от 16.08.2021г.

Основным видом деятельности ТОО «Asia FerroAlloys» является:

- производство ферросплавов;
- производство продукции коксовых мелочей;
- обогащение каменного угля;
- производство литейной продукции из чугуна и стали.

Производственные объекты предприятия расположены на промышленной площадке, расположенной в черте г. Караганды.

Промышленная площадка располагается в северной части г. Караганды (Новый Майкудук). Селитебная зона расположена на расстоянии 500 м на юг и юго-восток в виде жилой многоэтажной застройки. В остальных направлениях находится промышленная зона: с северной стороны примыкает завод Стройпластмасс, на северо-востоке - завод КНИУИ, на западе ряд мелких промплощадок и железнодорожный узел.

Земельный участок рекультивируемой площадки складирования твёрдых промышленных отходов расположен в Северной промзоне в 1,8 км северо-западнее площадки бывшего Сталелитейного завода на территории бывших биопрудов между ТЭЦ-3 и заводом «Стройпластмасс».

В связи с увеличением производственной мощности предприятия, ввода в эксплуатацию новых производственных объектов и, как следствие, увеличением объема промышленных отходов, возникла необходимость оформления аренды дополнительного земельного участка с целевым назначением складирования твердых промышленных отходов с дальнейшей рекультивацией земель площадью 65,1012га.



Рисунок 1.1 – Схема размещения объекта рекультивации

1.1 Природно-климатические условия

Климат района резко континентальный с большими годовыми амплитудами температуры воздуха. Среднегодовая температура воздуха $+2-2,5^{\circ}\text{C}$. Зима холодная и продолжительная с устойчивым и снежным покровом, с часто наблюдавшимися сильными ветрами и метелями. Средняя температура самого холодного месяца января составляет $-23,3^{\circ}\text{C}$. Абсолютный минимум доходит до -35°C -40°C . Лето короткое и жаркое. Наиболее теплый месяц – июль. Средняя месячная температура воздуха $+20,4^{\circ}\text{C}$. Абсолютный максимум наблюдается в июле $+40^{\circ}\text{C}$.

Среднее количество атмосферных осадков, выпадающих за год по г. Караганде, равно 299 мм.

По сезонам года осадки распределяются неравномерно, наибольшее количество их выпадает в теплый период года (май-сентябрь) – 195 мм, за холодный – 104 мм.

Скорость ветра, повторяемость превышения которой составляет 5% - 5,5 м/сек.

Количество дней с ветром в году составляет 280 – 300.

Наименьшая относительная влажность бывает в летние месяцы (46-53%), наибольшая – зимой (61-78%). Среднегодовая величина относительной влажности составляет 62%. Наиболее высокий дефицит влажности наблюдается в теплое время с мая по сентябрь.

Туманы бывают преимущественно в холодное полугодие. Среднее число их в зимние месяцы 2-8. При туманах обычно наблюдаются изморозь и гололед.

Характерной особенностью зимних месяцев являются метели. Метели наблюдаются довольно часто и бывают продолжительными, иногда при

сильных ветрах и низкой температуре воздуха. Число дней с метелями составляет в среднем 30-40

В теплый период года в сухую погоду, а иногда и зимой, при отсутствии снежного покрова при сильном ветре наблюдаются пыльные бури.

1.2 Краткое описание горнотехнических и гидрогеологических условий района

В геологическом строении района размещения предприятия участок складывается неогеновыми глинами мощностью 6 м, которые перекрывают каменноугольные отложения представленные аргиллитами, алевролитами угольных пластов, песчаников, желто-белых мергелей.

Гидрографическая сеть представлена нижним течением р. Кокпекты, левого притока р. Нуры. Русло р.Кокпекты находится от рассматриваемого промышленного объекта на расстоянии 6 км к северо-западу.

Река Кокпекты имеет круглогодичный сток и не имеет прямого сообщения с промплощадкой ТОО «Asia FerroAlloys». Сток реки формируется весной и осенью за счет паводков в остальные времена года за счет грунтового питания. К северо-западу от предприятия на расстоянии 4 км протекает маловодная р.Солонка, приток р.Кокпекты.

Водоносный горизонт аллювиальных среднечетвертичных-современных отложений рек Кокпекты. В состав водоносного горизонта входят отложения русел и пойм, первых и вторых надпойменных террас. Преобладают пески и гравелистые пески с незначительными включениями гальки. Мощность водоносного горизонта изменяется в широких пределах от 2 до 3-5, редко до 8 м. Глубина залегания статического уровня 0,7-5,2 м. Дебиты скважин составляют до 1,1-6 л/сек при понижениях до 2-3 м. Преобладают гидрокарбонатные натриевые и гидрокарбонатные кальциевые воды с минерализацией 0,5-0,7 г/дм³.

Водопроницаемый локально-водоносный горизонт среднечетвертичных современных аллювиальных и аллювиально-пролювиальных отложений долин реки Солонки водовмещающие породы представлены песками и глинистыми песками в толще глин и суглинков. Общая мощность редко превышает 4-5 м. Уровень подземных вод залегает на глубине от 1 до 5 м, часто 2-3 м. Дебиты скважин составляют 0,02-0,8 л/сек при понижениях до 1-1,5 м. По минерализации подземные воды от пресных до солоноватых (0,9-8,6 г/дм³), по химическому составу преимущественно сульфатно-гидрокарбонатные натриевые и кальциевые.

Слабопроницаемый локально-слабоводоносный горизонт нижне-верхнечетвертичных отложений делювиально-пролювиальных шлейфов, распространен на склонах сопок, в бортах речных долин, в логах. Представлены маломощными прослоями разнотернистых песков и супесей в суглинисто-глинистой толще.

Водоупорный неогенный комплекс. К комплексу отнесены глины

аральской и павлодарской свит, а также плиоцен нижнечетвертичные плотные суглинисто-глинистые отложения. Общая мощность водоупорных глин изменяется от 3 до 70 м, чаще 30-40 м.

Ранее были проведены гидрогеологические исследования Государственным институтом «Казводоканалпроект» (г. Алматы). На основании этих исследований сделаны следующие выводы:

1. В геологическом строение полигона утилизации отходов принимают участие четвертичные отложения, представленные суглинком, супесью, и подстилаемыми юрскими глинами.

2. Девонские отложения представлены песчаником и его корой выветривания.

3. Физико-механические характеристики грунтов суглинки, супеси непросадочные.

4. Юрские глины сильно набухающие. Величина свободного набухания 17-23%.

5. Грунтовые воды четвертичного водоносного горизонта залегают на глубине 0,5-4,0 м. Грунтовые воды девонского водоносного горизонта приурочены к эллювию и трещиноватой зоне песчаников. Вода обладает напором от 0,7 до 4 м от поверхности земли. Вода пресная, неагрессивная.

6. Нормативная глубина промерзания грунта 180 см.

1.3 Почвенный покров

Решающее значение в процессе формирования почв имеют почвообразующие или материнские породы.

Из древних пород, участвующих в процессах почвообразования, наиболее распространены третичные. Третичные породы представлены плотными пестрыми песчаными глинами, обогащенными сульфатами, хлоридами и карбонатами. Реже встречаются красноватые, серые и желтовато-серые пески и суглинки.

Более древние породы почти по всей территории перекрыты четвертичными наносами и современными отложениями, которые являются почвообразующими породами. Четвертичные образования представлены покровными суглинками, элювиальными и делювиальными отложениями, эоловыми наносами.

Основные почвообразующие породы в Карагандинской области - грубые щебенчато-галечниковые элювиальные наносы, результат отложения продуктов выветривания древних кристаллических и осадочных горных пород: гранитов, известняков, известковистых песчаников и мергелей, принадлежащих силурийскому, девонскому и каменноугольному периодам палеозоя.

Территория относится к подзоне умеренно-сухих степей с темно-каштановыми почвами. В районе развития мелкосопочника на склонах преобладают темно-каштановые малоразвитые почвы, на щебнисто-глинистых покровах сопков, холмов и увалов формируются серо-бурые пустынные почвы,

в межсопочных понижениях - темно-каштановые нормальные почвы. По берегам водоемов развиты солонцы луговые солончаковые, в северо-восточной части - солонцы луговые степные солончаковые. Состав почв преимущественно тяжело- и среднесуглинистый.

Темно-каштановые почвы области не вполне развиты. Это маломощные и щебенчатые разновидности, формирующиеся на грубом элювии. Только по наиболее выровненным участкам межсопочных понижений залегают нормально развитые темно-каштановые почвы. Наиболее часто встречаются их солонцеватые и карбонатно-солонцеватые разновидности.

Защепленность и недоразвитость также свойственны и светло-каштановым почвам. Среди них распространены солончаки и солонцы, резко выражена комплексность почвенного покрова.

Темно-каштановые почвы имеют коричнево-серый комковато-пороховатый, книзу комковато-ореховатый гумусовый горизонт. Обычно они щебенисто-суглинистые, на глубине подстилаются плотными коренными породами. В понижениях встречаются солонцеватые варианты темно-каштановых почв. Типичные каштановые почвы отличаются более светлой окраской гумусового горизонта.

Особенностью почвенного покрова зоны распространения каштановых почв является их комплексность и пятнистый характер распределения контуров разновидностей почв. Причина пятнистости в распределении растительности и почв - микрорельеф сухих степей, с которым связаны различия в степени увлажнения и солевом режиме грунтов.

Земли в районе проведения работ и на прилегающей к ним территории малоценны и для земледелия не используются. Почвы маломощны, обычно суглинистые или супесчаные с примесью обломочного материала и представляют собой, в основном, выгоны, засоренные камнями.

1.4 Растительность

Растительность в районе расположения объекта скудная и представлена редким типчаково-ковыльно-полынным травяным покровом (полынь, ковыль, типчак, солодка, карагана и др.).

Резко континентальный засушливый климат определяет преобладание в составе растительности изреженной полынной и солянково-полынной группировок, в составе которых злаки либо отсутствуют вообще, либо встречаются в незначительных количествах (ковыль, еркек).

Наращение сухости и континентальности сильно сказывается на развитии растительности. Резко выраженные процессы физического выветривания в сочетании с резкой континентальностью обуславливают слабое развитие растительности, которая развивается в основном весной и ранним летом. Во второй половине лета растительность высыхает, несколько оживая лишь поздней осенью во время осенних дождей. Однако рано начинающаяся зима прекращает рост на весьма продолжительное время.

Таким образом, растительность зоны характеризуется резкой сезонностью и своеобразным видовым составом, в котором преобладают типчак, солянки, кермек, различные виды полыней и эфемеров.

Главными элементами территории является травянистая растительность: полыни (*Artemisiamaritima*, *Artemisiacampestris*, *Artemisiaaustriaca*, *Artemisiafrigida*, *Artemisiapauciflora*), ковыль волосатик или тырса (*Stipacapillata*, *Stipasareptana*), типчак или бетеге (*Festucasulcata*), овсюг пустынный (*Avenafatua*), пырей ползучий или бидаек (*Agropyrumrepens*), мятлик (*Poa pratensis*), хвощ полевой (*EquisetumArvense*), выюнок полевой (*Convolvulusarvense*).

1.5 Животный мир

Животный мир Карагандинской области богат и разнообразен. На территории области обитают многочисленные виды грызунов, хищников, копытных животных, имеются разнообразные птицы, в озерах и реках водится большое количество рыбы. Хищники на территории области распространены повсеместно (волки, лисицы).

Почти повсеместно в области распространены зайцы, суслики, песчанки. В северных районах области распространены сурки, хорьки, барсуки. Излюбленным местом их расселения являются склоны сопок.

На территории области распространены следующие виды птиц: беркут, жаворонок малый, жаворонок белокрылый, жаворонок хохлатый, рябчик, дрофа, полевой воробей, сизый голубь, скворец, грач, серая ворона.

Из пресмыкающихся наиболее часто встречаются вараны, ящерицы и змеи (полозы, удавы, ужи, гадюки, щитомордники).

В состав ихтиофауны области входят: щука, окунь, налим, линь, карась, язь, плотва, лещ.

Из птиц здесь распространены беркуты, жаворонки (белокрылые, хохлатые, малые), рябчики, дрофы, воробьи, скворцы, грачи, вороны.

В степях распространено множество различных насекомых и пауков: кузнечики, саранча, жуки, каракурты, скорпионы, фаланги и др.

Для селитебной территории характерно присутствие синантропных видов, находящихся жилье или питание рядом с человеком. Наиболее распространенными из птиц являются: домовый воробей и сизый голубь. Кроме них водятся еще: полевой воробей, серая ворона.

Участок проведения работ территориально относится к землям г. Караганды и длительное время подвергался интенсивному производственному использованию. Непосредственно в районе проведения работ представители естественной фауны отсутствуют в связи с близостью к действующим промышленным объектам.

1.6 Существующее положение участка проведения рекультивационных работ

Рассматриваемая территория участка рекультивации представляет собой котлован неправильной геометрической формы глубиной 6-10 м, расположенный в промышленной зоне г. Караганда. Котлован размещен между комбинатом пластмасс и очистными сооружениями канала Иртыш-Караганда на бывшей территории биопрудов. Рельеф участка на момент проведения исследования - нарушен. Котлован образован дамбами из местного карьерного грунта высотой до 5м. Противофильтрационный экран имеется, представлен слоем связанного глинистого грунта с коэффициентом фильтрации 0,0056 метров в сутки, подтвержденным Протоколом испытаний, выданным Испытательным центром ТОО «Центргеоланалит» (приложение 17). Согласно п. 9.4. СН РК 1.04-15-2013 «ПОЛИГОНЫ ДЛЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ» коэффициентом фильтрации изолирующего слоя связанного глинистого грунта должен составлять не более 10-5 см в секунду, что соответствует 0,0086 метров в сутки. Таким образом устройство искусственных противофильтрационных непроницаемых экранов на участке проведения рекультивации не требуется. (п. 9.5. СН РК 1.04-15-2013)

По периметру котлована устроены валы, образованные суглинками, глинами с высокой проницаемостью, с коэффициентом фильтрации 0,0056 метров в сутки, подтвержденным Протоколом испытаний, выданным Испытательным центром ТОО «Центргеоланалит», высотой 1.5м. Устройство валов проводилось с целью защиты близлежащих территорий от загрязнения и подтопления паводковыми, поверхностными, талыми водами.

С учетом характера рельефа площадки, подлежащей рекультивации, представляющего собой участок возвышенности, скопление паводковых, поверхностных, талых вод имеет минимальный объем, который при повышении температуры атмосферного воздуха испаряется с поверхности.

Данный котлован был построен для складирования золошлаковых отходов Карагандинского сталелитейного завода, однако складирование отходов в нем не производилось, в связи с чем был передан Карагандинскому литейному заводу для складирования промышленных отходов с последующей рекультивацией.

В настоящее время работы по техническому этапу рекультивации осуществляет ТОО «Asia FerroAlloys» на основании договоров об аренде земельных участков: №58593 от 03.01.2019г., №59140 от 01.03.2019г., №64123 от 19.11.2020г., №66597 от 16.08.2021г. Данный вид работ осуществляется путем заполнения котлована отходами металлургии и переработки угля производства, используемыми в качестве рекультивационного материала.

В процессе работы на промышленной площадке ТОО «Asia FerroAlloys» образуются следующие виды отходов:

1. Горелая формовочная смесь. Расплавленный в плавильных агрегатах металл выпускается в заливочные ковши, из ковшей металл разливается в литейные земляные формы. Извлечение отливок из песчано-глинистых форм

и освобождение их от отработанной формовочной смеси происходит с помощью выбивающего оборудования. Выбитая сухая формовочная смесь (горелая формовочная смесь) направляется в смеси приготавительное отделение на магнитную сепарацию и сито. После чего часть горелой формовочной смеси (пригодная) повторно используется в технологическом процессе, отход (не пригодная горелая формовочная смесь) собирается в бункеры. Отход по мере накопления специальным транспортом вывозится в качестве рекультивационного материала на участок рекультивации (в котлован).

2. Горелая земля образуется при извлечении отливок из песчано-глинистых форм и освобождении их от отработанной формовочной смеси с помощью выбивающего оборудования. Отход накапливается в бункерах, по мере накопления специальным транспортом вывозится в качестве рекультивационного материала на участок рекультивации (в котлован).

3. Золошлак образуются в результате сжигания угля в котельной. Отход по мере накопления вывозится в качестве рекультивационного материала на участок рекультивации (в котлован).

4. Литейный шлак образуется в процессе литья в плавильных агрегатах. Отход собирается в бады (шлаковни) и специальным транспортом вывозится в качестве рекультивационного материала на участок рекультивации (в котлован).

5. Огнеупорный битый кирпич образуется при ремонте футеровки печей по мере выработки ресурса футеровки, а так же при ежегодных ремонтах печей котельных. Отход собирается в ёмкости и специальным транспортом вывозится в качестве рекультивационного материала на участок рекультивации.

6. Угольный шлам составляет до 25% от рядового угля. В процессе обогащения угля, соотношение в пульпе Ж:Т 3:1. Шламы обогащенного угля и шламы пустой породы поступает в радиальный сгуститель. С помощью насоса 602/1 (60 м³/ч) откачивают сгущенный продукт на карту обезвоживания шлама, расположенную на участке проведения рекультивации на территории бывших биопрудов. Длина шламопровода составляет 750 м. Карта обезвоживания состоит из карты осаждения шламов и карты накопителя воды. При поступлении шлама по трубопроводу Ø 157мм в карту осаждения шламов происходит осадка шлама, уровень воды свыше 50 см через отводную трубу сбрасывается в карту накопитель воды, откуда поступает в ЦОУ по обратной ветке трубопровода. Площадь карты осаждения шламов - 3,6га, площадь карты накопителя воды составляет – 1,4га. По мере заполнения карты осаждения шламов будет производиться осушение намытой площади, после чего обезвоженный влажный шлам с помощью экскаватора типа «Драглайн» будет загружаться в а/самосвалы грузоподъёмностью 40 тонн для транспортировки в качестве рекультивационного материала на место проведения отсыпки нарушенных площадей земельного участка.

7. Пустая порода обогащения угля образуется в результате обогащения угля в тяжелосреднем трехпродуктовом циклоне. В основном корпусе

происходит процесс смешивание угля с тяжелой средой, полученная смесь направляется в гидроциклон. В гидроциклоне происходит разделение материала на концентрат и пустую породу, далее пустая порода конвейером транспортируется в бункер временного хранения. Разгрузка бункера производится в автосамосвалы, далее вывозится на участок рекультивации в качестве рекультивационного материала.

8. Бедный шлак силикомарганца образуется при производстве силикомарганца как побочный продукт производства. переливается в специальные емкости для шлака, охлаждается и загружается в автосамосвалы для дальнейшей транспортировки на участок рекультивации, в качестве рекультивационного материала.

9. Бедный шлак ферросилиция образуется при производстве силикомарганца как побочный продукт производства. переливается в специальные емкости для шлака, охлаждается и загружается в автосамосвалы для дальнейшей транспортировки на участок рекультивации, в качестве рекультивационного материала.

В ноябре 2021 г. с привлечением специалистов ТОО «Құрылыс Темір» на рассматриваемом участке были проведены инженерно-геодезические изыскания с целью определения его остаточной емкости для заполнения рекультивационным материалом с учетом дополнительного земельного участка.

Согласно полученным данным по состоянию на 3.11.2021 г. (приложение Д)

площадь, подлежащая заполнению – 808 544 м², объемом 5 670 883 м³.

2 Рекультивация нарушенных земель

В соответствии со ст. 140 «Охрана земель» Земельного кодекса РК в качестве одного из основных требований к собственникам и землепользователям закреплено положение об обязанности рекультивации нарушенных земель, восстановлении их плодородия и других полезных свойств и своевременное вовлечение ее в хозяйственный оборот.

Рекультивация земель - это комплекс работ, направленных на восстановление продуктивности и народнохозяйственной ценности нарушенных земель, а также на улучшение условий окружающей среды.

Целью разработки рабочего проекта рекультивации земель является определение основных решений, обеспечивающих наиболее эффективное проведение мероприятий с минимумом затрат: установление объемов, технологии и очередности производства работ, определение сметной стоимости рекультивации.

В соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.3.04-83, работы по рекультивации нарушенных земель осуществляются в два последовательных этапа: технический и биологический. Первоначально, выполняется технический этап рекультивации. Вслед за техническим этапом рекультивации следует биологический этап.

В каждом конкретном случае определяются этапы рекультивации земель, с учетом следующих основных факторов: агрохимических свойств пород, природных и социальных условий, ценности земли, перспектив развития и географического расположения района нарушенного участка.

2.1 Характеристика нарушенных земель, подлежащих рекультивации

Рассматриваемый земельный участок представлен на основании: актов на право временного возмездного долгосрочного землепользования на земельный участок сроком на 49 лет (делимые), кадастровые номера земельных участков 09-142-018-409, 09-142-018-474, 09-142-018-496 соответственно площадью 7,4162 га, 13,0350га и 65,1012га; категория земель «земли населенных пунктов (городов, поселков и сельских населенных пунктов)»; целевое назначение: складирование твердых промышленных отходов с дальнейшей рекультивацией земель (приложение Е).

Таблица 2.1–Сведения о земельных участках

№ п/п	Кадастровый номер	Площадь, га	Целевое назначение	Основание
1	09-142-018-409	7.4162	Складирование твердых промышленных отходов с дальнейшей рекультивацией земель	Постановление Акимата г.Караганды №58/03 от 28.12.2018г. договор об аренде №58593 от 03.01.2019г.
2	09-142-018-474	13,0350	Складирование твердых промышленных отходов с дальнейшей рекультивацией земель	Постановление Акимата г.Караганды №71/01 от 18.11.2020г. договор об аренде №64123 от 19.11.2020г.
3	09-142-018-496	65,1012	Складирование твердых промышленных отходов с	Постановление Акимата г.Караганды №52/46 от

			дальнейшей рекультивацией земель	12.08.2021г. договор об аренде №66597 от 16.08.2021г.
--	--	--	--	--

Специалистами ТОО «EcoJer» было проведено полевое обследование, в ходе которого были выявлены фактические границы нарушенных земель, приняты направления рекультивации и основные проектные решения.

Рассматриваемая территория площадки представляет собой котлован неправильной геометрической формы глубиной 6-10 м и площадью 85,5524 га.

Площадь котлована, подвергнувшаяся заполнению промышленными отходами, получена расчётным путем, исходя из общей площади земельного участка согласно государственным актам и проведенных инженерно-геодезических изысканий незаполненной площади котлована. По состоянию на 3.11.2021 г. заполненная площадь составляет 4,698 га (частично засыпаны юго-западная и восточная стороны).

2.2 Физико-химическая характеристика нарушенных земель

Почвенное обследование земель участка рекультивации ТОО «Asia FerroAlloys», подлежащих рекультивации, проведено с целью определения характера нарушения земель и выбора направления рекультивации.

Ранее, в 2017 году, для агрохимической характеристики почв и грунтов были заложены разрезы и прикопки, отобраны образцы, которые в дальнейшем были проанализированы в лаборатории аналитических исследований испытательного центра ТОО «Центргеоланалит» (приложение Л).

Оценка пригодности почв и грунтов к биологическому этапу рекультивации была проведена в соответствии с требованиями ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель».

Почвенный покров рекультивируемой территории представлен темно-каштановыми неполно и малоразвитыми почвами, имеющими маломощный почвенный профиль, вследствие чего наблюдается аккумуляция основных питательных элементов в верхних горизонтах и их неравномерное распределение в целом по профилю.

В процессе обследования нарушенных территорий были проведены следующие работы:

- отбор проб грунтов с прилегающей территории,
- отбор проб рекультивационного слоя.

Результаты лабораторного исследования почв и грунтов участка рекультивации ТОО «Asia FerroAlloys», представлены в таблицах 2.2, 2.3.

Согласно результатам анализов исследуемые почвы и насыпной (ре-

культивационный) слой имеют слабощелочную реакцию среды (показатели рН 7,0-7,5). Почвенный профиль с поверхности имеет низкое содержание легкорастворимых (0,267%) и токсичных (0,227%) солей. Степень засоления слабая. В составе токсичных солей присутствуют гипс и карбонат кальция.

Валовое содержание азота колеблется от 0,03 до 0,016%, что соответствует зональным признакам темно-каштановых почв и свидетельствует о постепенно активизирующихся процессах почвообразования на данной территории.

Таблица 2.2 - Основные химические показатели состояния почв и грунтов участка рекультивации.

Разрез		Слой, см	Мех. частицы d<0,1, %	Валовый N, %	Подв. P, мг/100 г почвы	Подв. K, мг/100 г почвы	Обменные катионы, мг/100 г почвы		
							Na	Ca	Mg
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
р.1	почва	0-4	40,3	0,16	-	-	<0,0023	-	-
		4-11	-	0,16	-	-	<0,0023	-	-
		11-18	-	0,11	-	-	<0,0023	-	-
т.1	насыпн. слой	0-50	39,0	0,03	0,0024	0,013	<0,0023	126,0	23,6
т.2		0-50	20,0	0,08	0,0079	0,012	<0,0023	153,0	11,4
т.3		0-50	48,5	0,11	0,0055	0,013	<0,0023	271,0	28,9
т.4		0-50	66,1	0,08	0,0017	0,020	<0,0023	248,0	138,2

Таблица 2.3- Основные химические показатели состояния почв и грунтов участка рекультивации

Разрез		Слой, см	рН	CaSO ₄ *H ₂ O, %	CaCO ₃ , %	Ca(HCO ₃) ₂ , %	Сумма токсичных солей, %	Сухой остаток, %	Степень засоления
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
р.1	почва	0-4	7,2	0,54	1,25	-	0,227	0,267	Слабое
		4-11	7,0	1,045	1,5	-	0,186	0,214	Слабое
		11-18	7,5	2,489	1,64	-	0,302	0,353	Слабое
т.1	насыпн. слой	0-50	7,4	6,643	1,25	-	0,35	0,416	Слабое
т.2		0-50	7,2	18,355	2,75	-	0,215	0,479	Слабое
т.3		0-50	7Д	1,618	1,25	-	0,177	0,212	Слабое
т.4		0-50	7Д	2,233	9,26	-	0,25	0,248	Слабое

Подвижные формы фосфора и калия в пробах насыпного грунта имеют показатели 0,0017-0,0079 мг/100 г почвы и 0,012-0,020 мг/100 г почвы соответственно. Содержание обменных форм кальция и магния в пробах

насыпного слоя составляет 126,0-271,0 мг/100 г почвы и 11,4-138,2 мг/100 г почвы соответственно. Содержание обменных катионов натрия составляет менее 0,0023 мг/100 г почвы.

Данные показатели позволяют сделать вывод, что исследуемые почвогрунты на данный момент времени не подвержены процессам осолонцеватости, солончаковатости и выщелачивания, что является благоприятным фактором для роста растений.

Почвенный покров территории имеет среднесуглинистый и тяжелосуглинистый механический состав. По данным гранулометрического анализа видно, что на глубине 0-50 см от поверхности насыпного слоя основной размер частиц колеблется от 20 до 0,1 мм, с содержанием физической глины от 20,0 до 66,1%.

Также ТОО «Asia FerroAlloys» разработал и реализует программу «Производственного экологического контроля», в рамках которой осуществляются периодические наблюдения за состоянием объектов окружающей среды, в том числе и почвенного покрова. Согласно отчетам ПЭК превышение содержания металлов в почвенном покрове не установлено.

Исследуемые почвы и грунты обладают низким уровнем плодородия, однако, при применении средств мелиорации (органические и минеральные удобрения, специальный подбор растений, улучшающих свойства почвы и т.п.) возможно их использование в биологическом этапе рекультивации.

2.3 Выбор направления рекультивации

Настоящий раздел рекультивации площадки складирования твердых промышленных отходов выполнен в соответствии с требованиями ГОСТа 17.5.3.04-83

«Общие требования к рекультивации земель», Инструкцией о разработке проектов рекультивации нарушенных земель, утвержденной Приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан №346 от 17.04.2015 г.

Выбор направления рекультивации связан пригодностью их к дальнейшему использованию.

В соответствии с ГОСТ 17.5.1.02-85 возможны следующие направления рекультивации, приведенные в таблице 2.4:

Таблица 2.4 – Направление рекультивации согласно ГОСТу 17.5.1.02-85

Группа нарушенных земель по направлениям рекультивации	Вид использования рекультивированных земель
Земли сельскохозяйственного направления рекультивации	Пашни, сенокосы, пастбища, многолетние насаждения
Земли лесохозяйственного направления рекультивации	Лесонасаждения общего хозяйственного и полевосащитного назначения, лесопитомники
Земли водохозяйственного	Водоемы для хозяйственно-бытовых,

направления рекультивации	промышленных нужд, орошения и рыбоводческие
Земли природоохранного и санитарно-гигиенического направления рекультивации	Участки природоохранного назначения: противозерозионные лесонасаждения, задернованные или обводненные участки, участки, закрепленные или законсервированные техническими средствами, участки саморазрастания – специально не благоустраиваемые для использования в хозяйственных или рекреационных целях
Земли строительного направления рекультивации	Площадки для промышленного, гражданского и прочего строительства, включая размещение отвалов отходов производства (горных пород, строительного мусора, отходов обогащения и др.)

Выбор направления рекультивации зависит от следующих факторов:

- природных условий района (климат, почвы, геологические и гидрогеологические условия, растительность, рельеф, определяющие геосистемы или ландшафтные комплексы);
- агрохимические и агрофизические свойства пород и их смесей в отвалах;
- хозяйственных, социально-экономических и санитарно-гигиенических условий в районе размещения нарушенных земель;
- срока существования рекультивационных земель и возможности их повторных нарушений;
- технологии производства комплекса горных и рекультивационных работ;
- требований по охране окружающей среды;
- планов перспективного развития территории района размещения рекультивируемых земель.

Рассматриваемый земельный участок расположен на территории бывших биопрудов в промышленной зоне города Караганды. Засушливый климат значительно сужает выбор растительности пригодной для осуществления биологического этапа рекультивации, так как характеризуется недостаточным количеством атмосферных осадков, очень низкой относительной влажностью воздуха, поздними весенними и ранними осенними заморозками, низкими температурами воздуха зимой при сильных ветрах и маломощным снежным покрове. В результате действия таких климатических факторов в районе расположения предприятия наблюдаются засушливые явления, вымерзания, выдувания и т. д, которые значительно отражаются на состоянии и видовом разнообразии растительного покрова.

Настоящим проектом принимается **санитарно-гигиеническое направление рекультивации**, целью которого является предотвращение отрицательного воздействия нарушенных территорий на окружающую среду.

Проведение работ по рекультивации площадки складирования твердых промышленных отходов предусматривается с соблюдением всех необходимых санитарных норм и природоохранного законодательства Республики Казахстан.

Рекультивация территории площадки складирования твердых промышленных отходов осуществляется последовательным выполнением комплекса мероприятий в два этапа: технический (засыпка площадки, планировка поверхности) и биологический, с учетом местных климатических условий, степени нарушения экосистемы, ландшафтно-геохимической характеристики нарушенных почв. По завершению комплекса рекультивационных работ осуществляется сдача рекультивированного участка.

Рекультивируемые земли после завершения всего комплекса работ должны представлять собой оптимально организованный и экологически сбалансированный устойчивый ландшафт.

2.4 Технический этап рекультивации

Главной целью технического этапа рекультивации является приведение земель в состояние, пригодное для восстановления почвенно-растительного покрова естественным путем или последующего проведения биологической рекультивации.

Среднегодовое количество складированных в котлован в качестве рекультивационного материала промышленных отходов, и их плотность согласно предоставленным данным (приложение М) приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 Объемы образования промышленных отходов

№ п/п	Наименование промышленного отхода	Среднегодовой объем, т/г	Средняя плотность, кг/м ³	Среднегодовое складирование, м ³
1	Горелая формовочная смесь	3500	1300	2692
2	Горелая земля	2800	1800	1556
3	Золошлаковые отходы	6500	2600	2500
4	Литейный шлак	20000	1300	15385
5	Огнеупорный битый кирпич	1000	2600	385
6	Шлам обогащения угля	24600	1250	19680
7	Пустая порода обогащения угля	57100	1400	40786
8	Бедный шлак	18000	5200	3462

	силикомарганца			
9	Бедный шлак ферросилиция	10800	2600	4154
Итого:				90600

Согласно предоставленным данным, остаточная вместимость котлована составляет 5 670 883м³(приложение Д).

Учитывая ежегодное поступление отходов в котлован в объеме 90600м³, заполнение котлована до проектной отметки (абс. отм.+534,5 м -+ 535,5 м) будет достигнуто в течение 62 лет.

Сроки заполнения котлована могут изменяться в зависимости от ряда факторов: возможные изменения технического регламента предприятия, снижение или увеличение объемов образуемых отходов или нестабильность производственной деятельности.

Все рассматриваемые в качестве рекультивационного материала промышленные отходы, за исключением угольного шлама, формируются по ходу технологического процесса в цехах и сосредотачиваются на промплощадке каждого цеха, где собираются в ёмкости и перегружаются в самосвальный автотранспорт. Система сбора, транспортировки и хранения отходов планово-регулярная. Согласно представленной Заказчиком технологической схемы, угольный шлак первоначально поступает на территорию рекультивируемых участков в жидком виде с помощью насоса 602/1 (60 м³/ч) на карту обезвоживания шлама расположенную на участке проведения рекультивации на территории бывших биопрудов. Длина шламопровода составляет 750 м. Карта обезвоживания состоит из карты осаждения шламов и карты накопителя воды. При поступлении шлама по трубопроводу Ø 157мм в карту осаждения шламов происходит осадка шлама, уровень воды свыше 50 см через отводную трубу сбрасывается в карту накопитель воды, откуда поступает в ЦОУ по обратной ветке трубопровода. Площадь карты осаждения шламов - 3,6га, площадь карты накопителя воды составляет – 1,4 га. По мере заполнения карты осаждения шламов будет производиться осушение намытой площади, после чего обезвоженный влажный шлак с помощью экскаватора типа «Драглайн» будет загружаться в а/самосвалы грузоподъемностью 40 тонн для транспортировки в качестве рекультивационного материала на место проведения отсыпки нарушенной площади земельного участка. После полного заполнения карты осаждения шламов, ее площадь 3,6 га, как и все рассматриваемые земельные участки, будет рекультивирована в принятой настоящим проектом последовательности. Объем воды с карты накопителя по средствам обратной ветки трубопровода будет направлен на промышленный участок для дальнейшего ее использования исключительно на нужды производства. Территория карты накопителя воды будет рекультивирована путем заполнения рекультивационным материалом.

Согласно полученным данным по состоянию на 3.11.2021 г. площадь

котлована, подвергнувшаяся заполнению промышленными отходами, составляет 4,698га (частично засыпаны юго-западная и восточная стороны).

В настоящее время заполнение рекультивационным материалом производится с юго-западной стороны котлована по принципу «от себя».

После полного заполнения котлована производится планировка рекультивируемой поверхности.

При планировке выполняется выравнивание образовавшихся неровностей поверхности участков размещения промышленных отходов (срезка/отсыпка) до проектных отметок с сохранением минимального естественного уклона в северной части. Работы по планировке предусматривается производить бульдозером Т-170 (либо бульдозером с аналогичными характеристиками).

Завершающим этапом рекультивации предусматривается нанесение грунта мощностью слоя 0,1 м на участок рекультивации и его внешние откосы для обеспечения благоприятных условий проведения биологического этапа рекультивации. Так как на территории участка отсутствуют склады глин, суглинков и плодородного слоя почвы, проектом предусматривается завоз грунта от стороннего источника. При выборе суглинка из сторонних источников необходимо провести предварительное обследование на пригодность грунта к биологическому этапу рекультивации.

Следует отметить, что в случае временного прекращения работы завода, участки заполненные рекультивационным материалом необходимо обязательно отсыпать грунтом.

Таблица 2.6 Объемы работ по завершению технического этапа рекультивации

№ п/п	Наименование работ	Площадь, м ²	Объём работ, м ³	Примечание
1	Заполнение полигона производственными отходами	808 544	5 670 883	
2	Среднее ежегодное складирование производственных отходов 4 класса	11 325	90 600	
3	Планировка поверхности засыпанного котлована грунтом	855 524	85 552,4	

2.5 Биологический этап рекультивации

Завершающим этапом восстановления нарушенных земель является биологический этап рекультивации. Основными задачами биологической рекультивации является возобновление процесса почвообразования, повышение самоочищающей способности почвы, а так же полного озеленения территории.

Биологический этап проводится после окончания работ по техническому этапу рекультивации. Целью биологического этапа является создание на рекультивируемой площади корнеобитаемого слоя с целью предотвращения эрозии почв, сноса мелкозема с восстановленной поверхности.

Условия района расположения рекультивируемого объекта (климат, гидрогеология, агрохимические характеристики рекультивационного слоя) делают возможным проведение биологического этапа сразу после завершения технического.

Почвенный покров района проведения рекультивационных работ представлен малоценными почвами с ярко выраженными признаками осолонцеватости, не используемыми в сельском хозяйстве.

В ходе проведения полевого обследования было выявлено, что на участках рекультивируемой площади с восточной и юго-западной сторон, ранее подвергшихся засыпке рекультивационным материалом, присутствуют в разной степени выраженные процессы самозаращения. Под действием корневых систем постепенно активизируются процессы азотоаккумуляции, нитрификации и гумификации, что является начальной стадией почвообразования. Постепенное самопроизвольное зарастание территории подтверждает наличие у насыпного слоя благоприятных эдафических свойств для дальнейшего формирования полноценных признаков почв.

В соответствии с природно-климатическими и географическими условиями района размещения рекультивируемого объекта, в составе биологического этапа предусматривается посев многолетних трав на всей рекультивируемой площади.

Своевременное проведение работ по биологической рекультивации позволяет ускорить процесс восстановления нарушенных земель, значительно сократить вредное влияние на окружающую среду, создать необходимые условия для самовосстановления почвенного покрова, флоры и фауны.

Проектом предусматривается выполнение работ по землеванию почв, а именно:

- культивация почвы, т.е. приём поверхностной обработки почвы, обеспечивающий её рыхление;
- внесение удобрений на культивируемой территории;
- прикатывание почвы до и после посева.

Учитывая обедненность рекультивационного материала легкоусвояемыми элементами питания, рекомендуется внесение минеральных удобрений.

Посев многолетних трав будет проведен после внесения минеральных удобрений и прикатывания. Внесение удобрений на нарушенных территориях способствует закреплению семян и всходов растений, интенсифицирует начавшийся почвообразовательный процесс за счет увеличения микробиологической активности.

Минеральные удобрения в мелиоративный период рекомендуется вносить в следующих размерах:

- карбомид (мочевина) – по 2ц на гектар;
- суперфосфат двойной гранулированный – по 1ц на гектар;

Лучшими культурами для биологической рекультивации отвалов являются житняк гребенчатый, волоснец песчаный и волоснец ситниковый, донник желтый и белый. Учитывая опыт рекультивации нарушенных земель, вышеуказанные культуры в аналогичных климатических условиях способствуют быстрому задернению почвы.



Житняк – многолетнее травянистое растение семейства Злаки. Отличается высокой зимостойкостью, засухоустойчивостью, устойчивостью к засолению.



Волоснец песчаный – растение семейства злаковых с мощным корневищем. Распространяется самосевом. Волоснец песчаный очень неприхотлив и хорошо растет на песках, благодаря чему разводится для укрепления летучих песков.



Волоснец ситниковый – многолетний длиннокорневищный злак. Недостаток – низкая семенная продуктивность, а так же декоративность. Засухо- и солеустойчив, зимостоек. Очень перспективная культура при освоении сухих солонцов, солончаковатых и солонцовых лугов, смытых склонов. Обладает ценными противо-эрозионными свойствами. После весеннего посева всходы появляются на 10-15 день.



Донник – двухлетнее травянистое растение семейства Бобовые. Цветет донник желтый с июня по сентябрь. Также это растение способно улучшать почву, его используют как зеленое удобрение. Донник обогащает почву азотом.



Люцерна – род однолетних и многолетних трав или полукустарников семейства Бобовые. Корневая система люцерны имеет небольшие клубни, содержащие азотфиксирующие грибки. Участвуют в получении азота из воздуха и обогащают землю микроэлементами.



Костер безостный – многолетнее растение семейства Злаки. Способно обогатить грунт азотом, поскольку может вырабатывать его из углекислого газа, которое потребляет из воздуха. Распространение происходит за счет мощного корневища. Оно разрастается постепенно и со временем захватывает большую территорию. Из молодых корней прорастают новые побеги. Благодаря такой форме размножения данная культура по праву считается одной из наиболее выносливых.



Пырей – многолетнее растение семейства Злаки. Растение морозостойкое и засухоустойчиво, способно выносить сильное уплотнение грунтов и длительное затопление. Всходы после весеннего посева появляются на 8-12 день.

Первоначально рекультивируемую площадь необходимо подготовить к посеву. Для этого предварительно проводится ее боронование и предпосевное внесение минеральных удобрений, в данном случае - карбамид (мочевина), суперфосфат двойной гранулированный.

Далее проводится посев трав.

Посев многолетних трав производится на 1-1,5 недели раньше, чем на естественных почвах в зависимости от погодных условий, ориентировочно в середине апреля.

При выборе компонентов травосмеси необходимо учитывать ряд биологических характеристик растения (зимостойкость, засухоустойчивость, устойчивость к резким колебаниям температур, солевыносливость, устойчивость к повышенной или пониженной реакции среды, особенности вегетации).

Травосмеси имеют ряд преимуществ:

- смеси лучше зимуют, дольше сохраняются и дают более устойчивые урожаи;

- смеси лучше используют питательные вещества, так как их корни охватывают больше слоев почвы, корни злаковых распространяются мельче, бобовых же проникают глубже;

- смеси оставляют в почве больше корней, следовательно, органического вещества, тем самым улучшают структуры почвы.

В качестве посевного материала рекомендуется использовать травосмесь

из донника, волосенца ситникового, житняка. Расход семян на 1 га при посеве на рекультивированной поверхности принимается в следующих размерах:

- донник - 0,30ц;
- волоснец ситниковый - 0,18ц;
- житняк - 0,09ц.

Для получения всходов необходимо проведение дополнительных мероприятий, направленных на улучшение физических свойств поверхностного слоя. К таким мероприятиям относятся: мульчирование древесными опилками (перемешивание верхнего слоя грунта с опилками).

Положительные стороны использования древесных опилок:

- доступность и применение в ходе работ в любой момент;
- использование древесного опила в качестве удобрения (получение перегноя путем компостирования);
- усиление действия органических компонентов почвы;
- при мульчировании удерживают влагу в земле до весны;
- способствуют аэрации грунта;
- способны убить вредителей, обеззаразить почву (хвойные породы);
- являются экологически чистыми;
- предохраняют грунт от образования корки на поверхности;
- повышают урожайность после применения;
- имеет хорошую теплоотдачу.

Внесение древесных опилок необходимо производить осенью с целью улучшения структуры, водного и воздушного режимов почвы из расчета 0.8ц опилок на 1 га. Предварительно опилки должны быть хорошо увлажнены раствором мочевины. Внесение в почву необработанных опилок не оказывает благоприятного воздействия на почву, а скорее приводит к значительному сокращению азота в грунтах, за счет поглощения его бактериями разлагающими опилки. Недостаток азота в грунтах значительно тормозит рост и развитие растений.

Расчет общей потребности в материалах для посева многолетних трав приведен в таблице 2.7:

Таблица 2.7 – Расчет потребности в материалах для посева многолетних трав

Перечень материалов, необходимых для биологической рекультивации	Потребность в материалах, ц/га	Площадь, га	Всего материалов, в, ц
Семена многолетних трав:			
-донник	0,30	85,5524	25,666

-житняк	0,09	85,5524	7,7
-волоснец ситниковый	0,18	85,5524	15,4
Минеральные удобрения:			
-карбомид(мочевина)	2,0	85,5524	171,1
-суперфосфат двойной гранулированный	1,0	85,5524	85,5524
Опилки древесные	0,8	85,5524	68,44

Данные культуры хорошо приспособлены к изменениям климата, устойчивы к заморозкам, быстро развивают надземную и корневую части, благодаря чему хорошо закрепляют почвенные частицы и воспрепятствуют развитию эрозионных процессов.

В период ухода за посевами необходимо производить полив (с частотой полива до 2 раз из расчета 100 м³/га с учетом времени года). Общий расход воды на полив составит 17110 м³.

При условии соблюдения всех агротехнических приемов и норм посев трав на поверхности площадки утилизации промышленных отходов положительно отразится на процессах восстановления почвенного покрова.

3 Календарный план проведения работ по рекультивации

Работы по заполнению котлована промышленными отходами, играющими роль рекультивационного материала, является частью технологического процесса повторного использования отходов производства, будут производиться в течение 62 лет.

Календарный график проведения основных работ рекультивации не включает в себя работы по заполнению котлована промышленными отходами, являющимися рекультивационным материалом, так как данное мероприятие входит в цикл работ производства. В календарном графике рассматриваются непосредственно рекультивационные работы, предусмотренные после полного заполнения рекультивируемого объекта.

По этой причине, при сметных расчетах стоимости проведения технического этапа предусматриваются затраты только по планировке засыпанного котлована, так как транспортировка и засыпка в котлован рекультивационного материала учитываются технологическим процессом предприятия и дополнительных затрат не требуют.

Учитывая климатические условия района расположения рекультивируемого объекта, работы по выполнению технического этапа рекультивации рекомендуется начинать с середины ноября 2083 г. и продлятся они до конца февраля 2084г. В виду периода проведения технического этапа рекультивации, а так же климатических условий района размещения участка рекультивации, не представляется возможным проведение биологической рекультивации в последующий за технической период. В связи, с чем предложено проведение биологического этапа

рекультивации с апреля 2084г.

На откосах участка рекультивации предполагается самозарастание площади в течении 3-5 лет, исходя из климатических и физико-географических характеристик района расположения проектируемого объекта. Процесс самозарастания нарушенных земель - широко распространенное в природе явление. На территориях нарушенных земель, оставленных под самозарастание, ожидается медленное, поэтапное зарастание. Первоначально травяная растительность появляется в понижениях на поверхности территории, затем, с течением времени, площадь зарастания медленно увеличивается. Растительный покров на участках самозарастания будет представлен местными засухоустойчивыми растениями: ковылем, типчаком и др.

Всего стоимость работ на рекультивацию составит **36464,724** тыс. тенге в ценах на 2083-2084 г.

Таблица 3.1 – Календарный график работ по завершению технического этапа рекультивации

№ п/ п	Наименование работ	Вид строительного механизма	Объем работ		Технический этап рекультивации 2083-2084 гг.															
			Ед из м.	Кол-во	ноябрь				декабрь				январь				февраль			
					1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Планировка по- верхности засыпанного котлована	Бульдозер Т-170	м ²	855524			-	-	-	-	-									
2	Чистовая планировка по- верхности засыпанного котлована	Бульдозер Т-170									-	-	-	-						
3	Планировка грунта на поверхности котлована	Бульдозер Т-170													-	-	-	-	-	

Таблица 3.2 – Календарный график работ по проведению биологического этапа рекультивации

№ п/ п	Наимено- вание работ	Вид строительного механизма	Пло- щадь, га	Биологический этап рекультивации 2084г.																			
				апрель				май				июнь				июль				август			
				1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	Боронование	Трактор колесный Борона зубовая посевная легкая	85,5524	-	-	-	-	-	-														
2	Внесение минераль- ных удобрений	Трактор колесный Прицепной трак- торный разбрасы- ватель	85,5524								-	-	-	-	-	-							
3	Посев трав	Трактор колесный	85,5524														-	-	-	-	-	-	
4	Полив	Поливочная машина	85,5524										-										-

В процессе выбора специализированной техники для проведения рекультивационных работ наиболее важной задачей является подбор оборудования целесообразного с экономической и технологической точек зрения.

Технологические схемы производства работ выбирались с учетом факторов, влияющих на производительность конкретного комплекса машин и механизмов, обеспечивающие высокую интенсивность и оптимальные сроки рекультивационных работ.

Режим работы рекультивации предусмотрен следующий:

1. Продолжительность работ по завершению технического этапа - 126 дней;
2. Продолжительность смены - 8 часов;
3. Количество смен в сутки - 1 смена;
4. Сроки проведения технического этапа работ - ноябрь 2083-февраль 2084гг.
5. Сроки проведения биологического этапа работ – апрель-август 2084 г.

4. Техничко-экономические показатели

Основные технико-экономические показатели сведены в таблицу в таблицу 4.1

Таблица 4.1 - Основные технико-экономические показатели

№ п/п	Показатели	Ед. изм.	Количество единиц
1	Площадь земельного отвода: - Договор аренды земельного участка: 1. №58593 от 03.01.2019г. кадастровый номер: 2. №59140 от 01.03.2019г. кадастровый номер: 09-142-018-403 3. №64123 от 19.11.2020г. кадастро- вый номер: 09-142-018-474 4. №66597 от 16.08.2021г. кадастровый номер: 09-142-018-496	га	90,2966
2	Нарушенная площадь площадки (котлован) земель из них:	га	85,5524
3	- заполненная	га	4,698
	- подлежащая заполнению	га	80,8544
4	Планировка горизонтальной поверх- ности	га	85,5524
5	Площадь посева трав	га	85,5524
6	Сроки проведения работ - технический этап рекультивации	лет	62
7	Сроки проведения работ - технический этап рекультивации - биологический этап рекультивации	год	2083-2084гг 2084г.
8	Стоимость проведения работ, в ценах на 2084 г: - технический этап - биологический этап	тыс.тенге	

5 Охрана труда и промсанитария

5.1 Общие требования безопасности

Все рабочие и ИТР, поступающие на предприятие, подлежат предварительному медицинскому освидетельствованию.

Все работы должны выполняться обученным персоналом, прошедшим стажировку на рабочем месте, сдавшим экзамены квалификационной комиссии и получившим удостоверение, соответствующее характеру выполняемых работ. Запрещается допуск к работе лиц, не прошедших предварительного обучения и стажировки на рабочем месте.

Для каждой специальности составляется производственная инструкция по безопасности и охране труда в соответствие с «Правилами разработки и утверждения инструкции по безопасности и охране труда работодателем», утв. приказом Министра труда и социальной защиты населения Республики Казахстан № 157-п от 16 июля 2007 г. Согласно инструкции проводится инструктаж на рабочем месте с учетом специфики выполняемых работ. Повторный инструктаж по охране труда и промышленной безопасности должен проводиться не реже 2-х раз в год с регистрацией в специальном журнале.

Все работники должны быть обеспечены спецодеждой, спецобувью и средствами индивидуальной защиты с учетом вида работ и степени риска в количестве не ниже норм, установленных законодательством (в соответствие с «Правилами обеспечения работников средствами индивидуальной, коллективной защиты, санитарно-бытовыми помещениями, устройствами и лечебно-профилактическими средствами», утвержденными МТ и СЗН Республики Казахстан от 27.01.2005 № 22-п.).

5.2 Безопасность при проведении технического этапа рекультивации

Производство земляных работ требует строгого соблюдения правил техники безопасности. Несчастные случаи при производстве земляных работ обычно относятся к разряду тяжелых. По законам Республики Казахстан администрация предприятия (подрядчика) несет уголовную ответственность за несоблюдение этих правил. К управлению машинами не допускаются рабочие, не имеющие соответствующих удостоверений.

При эксплуатации спецтехники, должны быть приняты меры, предупреждающие их опрокидывание или самопроизвольное перемещение. Ниже приводятся общие правила техники безопасности при механизированной разработке грунта:

- лица, ответственные за содержание спец техники в рабочем состоянии, обязаны обеспечивать проведение их технического обслуживания и ремонта в соответствии с требованиями эксплуатационных документов завода-изготовителя;
- до начала работы с применением спец техники руководитель должен опре-

делить схему движения и место установки машин, указать способы взаимодействия и сигнализации машиниста (оператора) с водителями автосамосвалов;

- значение сигналов, передаваемых в процессе работы или передвижения спец техники, должно быть разъяснено всем лицам, связанным с ее работой;
- в зоне работы спец техники должны быть установлены знаки безопасности и предупредительные надписи;
- оставлять без присмотра спец технику с работающим (включенным) двигателем не допускается;
- при эксплуатации спец техники должны быть приняты меры, предупреждающие их опрокидывание или самопроизвольное перемещение под действием ветра или при наличии уклона местности;
- при перемещении спец техники своим ходом или на транспортных средствах должны соблюдаться требования Правил дорожного движения;
- валуны и камни, обнаруженные на территории ведения работ, должны быть удалены;
- систематическое проведение осмотров рабочих мест, оборудования;
- прекращение работ при возникновении опасности, либо аварии.

Производство работ бульдозерами

Бульдозеристу под личную ответственность вменяется:

- до начала работ производить тщательный осмотр бульдозера;
- регулирование смазки производить только при выключенном двигателе и спущенном на землю отвале;
- при разрыве шлангов гидравлического управления немедленно выключить двигатель и остановить бульдозер;
- при транспортировке бульдозера поднимать и дополнительно закреплять нож.

Запрещается подъем бульдозера при уклоне более 25°, а спуск с грузом по уклону более 35°.

Запрещается работать на косогорах с поперечным уклоном более 30°.

Запрещается оставлять бульдозер с поднятым отвалом при случайной остановке.

Работники обеспечиваются средствами индивидуальной защиты органов дыхания (респираторы «Лепесток-5» и «Лепесток-40»).

Автомобильные перевозки

Движение автотранспортных средств на погрузочно-разгрузочных операциях должно осуществляться со скоростью не более 10 км/час.

Разгрузка и погрузка автотранспортных средств производится в соответствии с действующими нормативами и правилами.

Водители обеспечиваются средствами индивидуальной защиты органов дыхания респираторы «Лепесток-5» и «Лепесток-40».

5.3 Мероприятия по производственной санитарии при проведении

посевных работ

Находиться на машинно-тракторном агрегате во время его работы и на участке производства работ разрешается только лицам, связанным с обслуживанием и выполнением технологического процесса.

1. Запрещается выезжать на неисправной машине, допускать проезд людей на окузовке, цистерне и подножках, курить и подносить открытый огонь к машине при ее заправке.
2. На машине должны быть предусмотрены все меры противопожарной безопасности.
3. В процессе работы необходимо выполнять все требования, предусмотренные «Инструкцией по эксплуатации машин».

Для защиты глаз от пылевидных материалов должны использоваться очки закрытого типа, герметичные, марки ПО-2 с резиновой полумаской или очки закрытого типа со скрытыми вентиляционными отверстиями С-1, С-5, С-35.

Для защиты органов дыхания от минеральных удобрений работающие должны использовать противопылевые респираторы: типа "Лепесток", У-2К и "Астра-2". При повышенной влажности воздуха (дождь, туман) следует пользоваться респираторами типа 2-2К и "Астра-2".

Для защиты при работе с минеральными удобрениями следует использовать спецодежду, рукавицы "РК", резиновые сапоги.

5.4 Мероприятия по производственной санитарии

Для сохранения здоровья работникам в период проведения работ, должны быть созданы определенные условия: предоставлены помещения для переодевания и хранения спецодежды, принятия душа по окончании работы, помещения для приема пищи (столовая предприятия), своевременная уборка бытовых отходов, обеспечение чистой питьевой водой, содержание туалетов в чистоте.

Для лиц, работающих на рекультивируемых территориях, должны быть оборудованы санитарно-бытовые помещения. Состав санитарно-бытовых помещений, их размеры и оборудование определяется характером производства и должны соответствовать требованиям санитарно-эпидемиологических правил и норм.

Работники должны быть обеспечены чистой питьевой водой, которая доставляется в специальных емкостях с герметичными крышками.

Для обеспечения чистоты специальная рабочая одежда один раз в неделю, а при необходимости и чаще подвергается стирке в прачечной. Стирка спецодежды осуществляется на предприятии.

Для оказания первой помощи, при травмах и несчастных случаях на участке при проведении рекультивации, должна быть аптечка с запасом медикаментов и перевязочных материалов.

Работы на открытом воздухе должны быть приостановлены, если температура воздуха или сила ветра выйдет за пределы установленных норм.

5.5 Мероприятия по пожарной безопасности

В соответствии с техническим регламентом «Общие требования к пожарной безопасности», а также «Правилами пожарной безопасности» утвержденными постановлением Правительством Республики Казахстан от 9 октября 2014 г. № 1077, на промплощадках должны быть выполнены следующие мероприятия:

- организована добровольная пожарная дружина из числа рабочих, ИТР;
- у въезда на площадку необходимо установить план с нанесенными въездами, подъездами, водоисточниками, средствами пожаротушения и связи.
- указателями должно быть обозначено местонахождение запасов воды на пожарные нужды;
- во временных бытовых помещениях на площадке должны быть вывешены инструкции, предупредительные надписи и плакаты о мерах пожарной безопасности;
- места для курения обеспечиваются урнами и размещаются рядом с пожарными постами, где располагаются ящики с песком и бочки с водой;
- на автомобильном транспорте следует соблюдать правила пожарной безопасности в соответствии с основными требованиями ППБ РК от 09.10.2014 г.;
- должен быть разработан план расстановки транспортных средств с описанием очередности и порядка их эвакуации в случае пожара.

Площадка открытого хранения транспортных средств должна быть оснащена буксирными тросами или штангами из расчета один трос (штанга) на 10 единиц техники. На открытой площадке хранения транспорта запрещается:

- устанавливать транспортные средства в количестве, превышающем норму, нарушать план их расстановки, расстояние между автомобилями, загромождать проезды;
- производить кузнечные, термические, сварочные, малярные и деревоотделочные работы, а также промывку деталей с использованием легковоспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей;
- держать транспортные средства с открытыми горловинами топливных баков, а также при наличии течи горючего и масла;
- заправлять транспортные средства горючим, и сливать из них топливо;
- хранить порожнюю тару из-под горючего, а также горючее и масла;
- подзаряжать аккумуляторы непосредственно на транспортных средствах;
- подогревать двигатели открытым огнем (костры, факелы, паяльные лампы), пользоваться открытыми источниками огня для освещения;
- устанавливать транспортные средства для перевозки легковоспламеняющихся жидкостей и горючих жидкостей, а также горючих газов.

6 Контроль за ведением работ по рекультивации

Техническое руководство за качеством ведения работ в рамках рекультивации нарушенных земель осуществляют инженерно-технические работники ТОО «Asia FerroAlloys».

В процессе проведения земляных работ систематически контролируют, проверяя:

- положение выемок и насыпей в пространстве (в плане и высотное);
- геометрические размеры земляных сооружений;
- свойства грунтов, залегающих в основании сооружений;
- свойства грунтов, используемых для устройства насыпных сооружений;
- качество укладки грунта в насыпи и обратные засыпки (характеристики уложенных и уплотненных грунтов).

При контроле положения в пространстве и размеров сооружений проверяют:

- расположение на плане земляных сооружений и их размеры;
- отметки верха насыпей с учетом запаса на осадку;
- отметки спланированных поверхностей; уклоны откосов выемок и насыпей. Данный контроль осуществляют с помощью геодезических приборов, а также простейших инструментов и приспособлений - строительных уровней, рулеток, метров, отвесов, шаблонов, откосников, мерных реек, наборов визирок и вешек.

Поскольку поверхность рекультивированных участков подвержена неравномерной осадке в дальнейшем может возникнуть необходимость ремонта рекультивированных земель. Так как неравномерная осадка ведет к образованию замкнутых понижений, прогрессированию просадочных явлений и развитию эрозионных процессов. Основными причинами деформации поверхности рекультивируемых площадей являются перемещение в ходе земляных работ грунтов с различными физико-механическими свойствами, склонность всех грунтов нарушенной структуры к просадке, неравномерное уплотнение грунтов, когда по оси насыпи в результате разделения грунтов по крупности фракций концентрируются более рыхлые грунты. Таким образом, возникновение просадочных явлений не свидетельствует о технологических нарушениях в процессе проведения технического этапа рекультивации, а, скорее, говорит о неоднородности рекультивационного слоя.

Приемка-передача рекультивированных земель в запас района производится земельной комиссией, через уполномоченный орган по земельным отношениям. При приемке-передаче рекультивированных земель комиссия обязана проверить соответствие выполненных рекультивационных работ согласно рабочему проекту и дать оценку.

При приемке-передаче рекультивационных земель комиссия обязана:

- проверить соответствие выполненных рекультивационных работ утвержденному проекту и дать оценку;

- дать заключение о готовности объекта к проведению работ по восстановлению плодородия нарушенных земель;

- уточнить последующее использование рекультивированных земель.

При наличии дефектов и недоделок комиссия устанавливает сроки их исправления. Акт приемки-передачи рекультивационных земель не позднее чем в двухнедельный срок после устранения дефектов и недоделок утверждается акиматом.

Принятые комиссией рекультивированные земельные участки возвращаются прежним или отводятся другим землепользователям в установленном порядке.

Акт приемки-передачи рекультивированных земель составляется в двух экземплярах. Один экземпляр направляется в уполномоченный орган по земельным отношениям, второй - предприятию, передающему рекультивированные земли. К акту прилагается план передаваемого земельного участка.

Предприятие, осуществляющее рекультивационные работы, несет ответственность за качественное выполнение в установленные сроки всех видов работ, в соответствии с утвержденным проектом, за своевременную передачу для дальнейшего использования рекультивированных земель.

Список использованных источников

1. Земельный кодекс РК.
2. Экологический кодекс РК.
3. Инструкция о разработке проектов рекультивации нарушенных земель, утвержденная приказом Председателя Агентства РК №-346 от 17.04.2015 г.
4. Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V ЗРК «О гражданской защите» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 08.04.2016 г.).
5. Правила техники безопасности при работе на тракторах, сельскохозяйственных и специализированных машинах.
6. ГОСТ 17.4.2.01-81 «Охрана природы. Почвы. Номенклатура показателей санитарного состояния».
7. ГОСТ 17.5.1.03-86 «Охрана природы. Земли. Классификация вскрышных и вмещающих пород для биологической рекультивации земель».
8. ГОСТ 17.5.3.04-83 (СТ СЭВ 5302-85) «Охрана природы. Земли. Общие требования к рекультивации земель».
9. ГОСТ 17.5.1.02-85 «Охрана природы. Земли. Классификация нарушенных земель для рекультивации».
10. Указания по составлению проектов рекультивации нарушенных и нарушаемых земель в Республике Казахстан, Алматы, 1993 г.
11. Перечни отходов для размещения на полигонах различных классов, утвержденные приказом Министра охраны окружающей среды Республики Казахстан от 02.08.2007 г. №244-п.
12. Санитарно-эпидемиологические требования к сбору, использованию, применению, обезвреживанию, транспортировке, хранению и захоронению отходов производства и потребления» (утвержденные приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28.02.2015 года №176.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Расчет сменной производительности бульдозера Т-170

1. Расчет производительности бульдозера Т-170 на планировочных работах

Расчет производительности бульдозера на Т-170 на горизонтальной планировке

Наименование	Усл. обознач.	Ед. изм.	Показатели
Сменная производительность при перемещении:	Qсмен.п	м ³ /смен	886,67
$Q_{смен.п} = (3600 \cdot N \cdot g \cdot a \cdot K_b \cdot K_{укл}) / (T_{п} - T_{пн} + (L/v) + (n/v))$		м ³ /час	110,83
где: продолжительность смены	N	час	8
объем грунта в рыхлом состоянии перемещаемый бульдозером	g	м ³	1
коэффициент, учитывающий потери грунта в процессе перемещения	a		0,95
коэффициент использования во времени	K _b		0,75
Кoeffициент, учитывающий влияние уклона	K _{укл}		1,00
продолжительность набора грунта	T _п	сек	36
Время, затраченное на переключение скоростей	T _{пн}	сек	3,0
расчетное расстояние перемещения грунта	L	сут	25
тоже при движении порожняком	vn	сут	25
скорость при движении с грузом	vp	сут	0,7
тоже при движении порожняком	vn	сут	1,4

Производительность бульдозера на планировочных работах полигона (котлована) составляет 110,83 м³/час.

2. Расчет производительности бульдозера Т-170 на планировочных работах

Производительность бульдозера при планировочных работах определяется по формуле:

$$P_{пл.б} = \frac{3600 \cdot T_{ем} \cdot L \cdot (1 - \sin \alpha - c) \cdot K_b}{n (L/v + t_p)} \text{ , м}^2/\text{см}$$

где L - планируемого участка, 290м;

α - угол установки отвала бульдозера к направлению его движения-90°;

c - ширина перекрытия смежных проходов, 0,5м;

n - число проходов движения бульдозера по одному месту, 2;

v - средняя скорость движения бульдозера при планировке, соответствующая 1 или 2 передаче трактора, 0,8м/с;

t_p - время, затрачиваемое на развороты при каждом проходе, 10 с.

$$P_{пл.б} = \frac{3600 \cdot 8 \cdot 290 \cdot (3,31 \cdot \sin 90 - 0,5) \cdot 0,80}{2 \cdot (290/0,8 - 10)} = 25201,74 \text{ м}^2/\text{см} (3150,2 \text{ м}^2/\text{час})$$

Производительность бульдозера на планировочных работах полигона (котлована) составляет 3150,2 м²/час.