

Утеева Тойган Насипкалиевна*¹

магистр технических наук, старший преподаватель,
Западно Казахстанский инновационно-технологический университет, Уральск,
Казахстан, uteevatoigan@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0003-2769-0497

ГЕЛИОМИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЕ КИСЛОТИФИКАЦИОННОЕ ОЧИЩЕНИЕ НЕФТЕЗАГРЯЗНЁННЫХ ПОЧВ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ ЗАПАДНОГО КАЗАХСТАНА

Аннотация. В работе рассматриваются современные и перспективные подходы к восстановлению почв, подвергшихся загрязнению нефтью и нефтепродуктами. Нефтяное загрязнение оказывает существенное негативное воздействие на экосистемы, нарушая физико-химические и биологические свойства почвенного покрова. В реальных производственных условиях мероприятия по переработке нефтяных отходов и рекультивации загрязненных территорий зачастую ограничены из-за недостаточной технической оснащенности и отсутствия экономически эффективных технологий.

Обоснована необходимость внедрения инновационных методов очистки нефтезагрязненных почв с возможностью их дальнейшего рационального использования. Рассматривается потенциал применения переработанных нефтешламов в качестве органоминерального вяжущего компонента при укреплении грунтов в дорожном строительстве, а также как добавки к строительным материалам. По результатам лабораторных исследований установлено, что при влажности около 30% нефтяные шламы могут транспортироваться в форме плотных хрупких пластин. В таком состоянии материал практически не образует пыли, проявляет тиксотропные свойства и обеспечивает ограниченную фильтрацию влаги в подстилающие горизонты (не более 1–3%).

Отмечено, что высушенный нефтяной шлам удобен для транспортировки и складирования, поскольку характеризуется стабильными физико-механическими показателями. Средняя влажность сухого шлама составляет 15–20%. Его компонентный состав относительно постоянен и включает 15–25% нефтепродуктов, 70–75% минеральных примесей и 5–8% воды.

Проанализированы существующие подходы к ликвидации нефтяного загрязнения, включая различные типы шламонакопителей и способы захоронения отходов нефтедобычи при строительстве специализированных полигонов. Несмотря на наличие ряда технологических решений, ни одно из них не получило повсеместного распространения ввиду технологических, экологических или экономических ограничений.

Особое внимание уделено биотехнологическим методам очистки, направленным на активизацию процессов биodeградации углеводов. Рассматриваются механизмы микробиологического воздействия, способствующие снижению концентрации нефти и нефтепродуктов в почвенном профиле. Объектом исследования является Жанажольское месторождение — одно из крупных месторождений Западного Казахстана, где апробируется новая технология гелиомикробиологического подкисления нефтезагрязненных почв. Полученные результаты подтверждают перспективность комплексного применения биологических и физико-химических методов для повышения эффективности рекультивации нарушенных земель.

Ключевые слова: нефть, нефтепродукты, загрязнение почвы, биоремедиация, техническая рекультивация, биологическая рекультивация, микробиологические препараты, нефтезагрязненные грунты, восстановление земель.

Утеева Тойган Насипкалиевна

техника ғылымдарының магистрі, аға оқытушы,
Батыс Қазақстан инновациялық-технологиялық университеті, Орал, Қазақстан
uteevatoigan@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0003-2769-0497

БАТЫС ҚАЗАҚСТАН КЕН ОРЫНДАРЫНДА МҰНАЙМЕН ЛАСТАНҒАН ТОПЫРАҚТАРДЫ ГЕЛИОМИКРОБИОЛОГИЯЛЫҚ ҚЫШҚЫЛДАУ ӘДІСІ

Аңдатпа. Жұмыста мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақтарды қалпына келтірудің заманауи және перспективалы тәсілдері қарастырылады. Мұнаймен ластану экожүйелерге елеулі теріс әсерін тигізіп, топырақ жамылғысының физика-химиялық және биологиялық қасиеттерін бұзады. Нақты өндірістік жағдайларда мұнай қалдықтарын қайта өңдеу және ластанған аумақтарды рекультивациялау шаралары көбінесе жеткілікті техникалық жабдықталудың болмауына және экономикалық тұрғыдан тиімді технологиялардың жоқтығына байланысты шектеледі.

Мұнаймен ластанған топырақтарды тазартудың инновациялық әдістерін енгізу және оларды кейіннен ұтымды пайдалану қажеттілігі негізделген. Қайта өңделген мұнай шламдарын жол құрылысында топырақты бекіту үшін органо-минералдық байланыстырушы компонент ретінде, сондай-ақ құрылыс материалдарына қоспа ретінде пайдалану мүмкіндігі қарастырылады. Зертханалық зерттеулер нәтижесінде ылғалдылығы шамамен 30% болған жағдайда мұнай шламдарын тығыз, морт тақталар түрінде тасымалдауға болатыны анықталған. Мұндай күйде материал іс жүзінде шаң түзбейді, тиксотроптық қасиет көрсетеді және төменгі қабаттарға ылғалдың шектеулі сүзілуін (1–3%-дан аспайды) қамтамасыз етеді.

Кептірілген мұнай шламы тұрақты физика-механикалық көрсеткіштерімен сипатталатындықтан, тасымалдауға және қоймада сақтауға қолайлы екені атап өтілген. Құрғақ шламның орташа ылғалдылығы 15–20% құрайды. Оның құрамдық құрамы салыстырмалы түрде тұрақты: 15–25% мұнай өнімдері, 70–75% минералдық қоспалар және 5–8% су.

Мұнаймен ластануды жоюдың қолданыстағы тәсілдері, соның ішінде шламжинақтағыштардың әртүрлі түрлері және мұнай өндіру қалдықтарын көмуге арналған арнайы полигондарды салу кезіндегі әдістер талданған. Бірқатар технологиялық шешімдердің болуына қарамастан, олардың ешқайсысы технологиялық, экологиялық немесе экономикалық шектеулерге байланысты кеңінен қолданылмай отыр.

Көмірсутектердің биодеградация үдерістерін белсендіруге бағытталған биотехнологиялық тазарту әдістеріне ерекше назар аударылған. Топырақ профиліндегі мұнай мен мұнай өнімдерінің концентрациясын төмендетуге ықпал ететін микробиологиялық әсер ету механизмдері қарастырылады. Зерттеу нысаны – Батыс Қазақстандағы ірі кен орындарының бірі – Жаңажол кен орны, мұнда мұнаймен ластанған топырақтарды гелио-микробиологиялық қышқылдандырудың жаңа технологиясы сынақтан өткізілуде. Алынған нәтижелер бұзылған жерлерді рекультивациялау тиімділігін арттыру үшін биологиялық және физика-химиялық әдістерді кешенді қолданудың перспективалы екенін растайды.

Кілт сөздер. мұнай, мұнай өнімдері, топырақтың ластануы, биоремедиация, техникалық рекультивация, биологиялық рекультивация, микробиологиялық препараттар, мұнаймен ластанған топырақтар, жерді қалпына келтіру.

Uteeva Toygan Nasipkalievna^{*1}

master of Technical Sciences, Senior Lecturer,
West Kazakhstan Innovation and Technological University, Uralsk, Kazakhstan
uteevatoigan@inbox.ru, ORCID ID: 0000-0003-2769-0497

ACID HELIOMICROBIOLOGICAL METHOD FOR OIL CONTAMINATED SOILS IN WESTERN KAZAKHSTAN FIELDS

Abstract. The paper examines modern and promising approaches to the restoration of soils contaminated with oil and petroleum products. Oil pollution has a significant negative impact on ecosystems, disrupting the physicochemical and biological properties of the soil cover. Under real production conditions, measures for processing oil waste and reclaiming contaminated areas are often limited due to insufficient technical equipment and the lack of economically efficient technologies.

The necessity of introducing innovative methods for cleaning oil-contaminated soils with the possibility of their further rational use is substantiated. The potential use of processed oil sludge as an organomineral binding component for soil stabilization in road construction, as well as an additive to construction materials, is considered. According to laboratory studies, at a moisture content of about 30%, oil sludge can be transported in the form of dense, brittle plates. In this state, the material practically does not generate dust, exhibits thixotropic properties, and ensures limited moisture filtration into the underlying soil layers (no more than 1–3%).

It is noted that dried oil sludge is convenient for transportation and storage, as it is characterized by stable physical and mechanical properties. The average moisture content of dry sludge is 15–20%. Its composition is relatively stable and includes 15–25% petroleum products, 70–75% mechanical impurities, and 5–8% water.

Existing approaches to eliminating oil pollution are analyzed, including various types of sludge storage facilities and methods of waste disposal during the construction of specialized landfills for oil production waste. Despite the availability of a number of technological solutions, none of these methods has gained widespread use due to technological, environmental, or economic limitations.

Special attention is given to biotechnological treatment methods aimed at activating the processes of hydrocarbon biodegradation. The mechanisms of microbiological action contributing to the reduction of oil and petroleum product concentrations in the soil profile are considered. The object of the study is the Zhanazhol oil field, one of the major fields in Western Kazakhstan, where a new technology of heliomicrobiological acidification of oil-contaminated soils is being tested. The obtained results confirm the prospects of the integrated application of biological and physicochemical methods to improve the efficiency of reclamation of disturbed lands.

Keywords. oil, petroleum products, soil contamination, bioremediation, technical reclamation, biological reclamation, microbiological preparations, oil-contaminated soils, land restoration.

Введение. Для рекультивации загрязненных почв применяются следующие методы: экскавация загрязненных почв, при которой происходит выброс или испарение загрязняющих веществ из почв, биологическая очистка, складирование для проведения самоочищения, самоуглубление и термическая обработка. Методы, используемые в настоящее время для технической и биологической рекультивации почвы, имеют свои недостатки, эти недостатки делают эти методы неэффективными или дорогостоящими. Одна из актуальных проблем охраны окружающей среды-очистка сельхозземель, производственных площадок от загрязнения нефтью. Это связано с проблемой утилизации ранее неиспользованных и накопленных нефтяных отходов вблизи нефтяных скважин. Нефтяные отходы образовались в результате выпуска специальных мест сбора отходов от процессов подготовки нефтепродуктов (склады хранения, пруды), устойчивых неразрушающих эмульсий, специальных продуктов очистки нефтехранилищ. Есть также большие площади, где почва смешивается с нефтью из-за аварий нефтегазопроводов и скважин [1].

Из-за различий в составе загрязнители нефти могут быть обнаружены в загрязненная нефтью вода, (жидкость) шлам и загрязненная почва. Нефтешлам представляет собой смесь нефти или готовых нефтепродуктов: легких или тяжелых, с водой и твердыми веществами: грунтом, механическими добавками, добавками. Здесь, в отличие от загрязненной нефтью почвы, содержание нефти или готовых нефтепродуктов, воды в нефтяном шламе значительно превышает содержание твердых веществ: почвы, механических примесей.

Основная часть почвы, загрязненной нефтью, - это непосредственно почва: включая песок, суглинок и т. д., а также механические примеси. Содержание нефти или готовых нефтепродуктов и воды в загрязненных почвах не так велико и составляет в среднем 10%. Анализ деятельности предприятий по добыче нефти показал, что основными загрязнителями при добыче углеводородного сырья являются нефтешламы, нефтезагрязненные почвы, образующиеся при бурении, очистке оборудования и складов. В соответствии с нормативами на предприятиях топливно-энергетического комплекса отходы подразделяются на следующие классы опасности: буровые отходы 4 класса опасности; нефтяные отходы – 3 класса опасности; загрязненные нефтью почвы 4 класса опасности [2].

В мировой практике существуют различные методы удаления нефтяных шламов. В зависимости от конкретных условий профиль предприятия, его технические возможности, свойства нефтяных шламов, экологические требования, известные эти методы могут быть использованы для удаления нефтяных шламов. Распространен термический метод очистки от нефтяных отходов. Эти методы включают процессы горения, сушки, пиролиза и других высокотемпературных процессов и их комбинации. Широкое распространение термических методов в мире обусловлено простотой технологического процесса, который не требует большого количества высококвалифицированных специалистов.

По данным лабораторных испытаний установлено, что при влажности около 30% нефтяной шлам может транспортироваться в форме ломких пластинчатых фрагментов. В таком состоянии материал практически не образует пылевых выбросов, проявляет тиксотропные свойства и обеспечивает ограниченное проникновение влаги в подстилающие горизонты почвы — в пределах 1–3%. Это позволяет считать

обезвоженный нефтешлам технологически удобным и относительно безопасным при перевозке и складском хранении. Средняя влажность сухого продукта составляет 15–20%. Его компонентный состав характеризуется стабильностью: доля нефтепродуктов варьирует от 15 до 25%, минеральные и механические включения составляют 70–75%, содержание воды находится в пределах 5–8%.

В последние годы проведён комплекс исследований, направленных на разработку эффективных решений по ликвидации нефтяного загрязнения и восстановлению нефтезагрязнённых почв. Рассмотрены различные типы специализированных полигонов и шламонакопителей, а также технологии захоронения отходов нефтедобычи, применяемые при их строительстве и эксплуатации. Тем не менее, несмотря на разнообразие предложенных подходов, ни один из методов очистки почв, загрязнённых нефтью, пока не получил широкого промышленного внедрения, поскольку каждый из них характеризуется как определёнными преимуществами, так и существенными ограничениями [2].

Материалы и методы исследования. В большинстве случаев на практике используются следующие методы:

Техническая рекультивация с закапыванием почвы и посевом трав – Этот метод даёт только декоративные результаты, так как нефть остаётся в почве. Также необходим большой объём земляных работ.

Техническая рекультивация с выбросом нефтезагрязнённых почв в места сброса степных отходов. С экономической точки зрения метод невозможен, так как большие объёмы загрязнённых нефтью почв, затраты на их транспортировку и размещение могут оказаться больше прибыли предприятия.

Способ покрытия сорбентом с транспортировкой на площадку отходов. Недостатки этого метода аналогичны недостаткам предыдущего метода.

Применение установок иностранного производства, экстрагирующих нефть. Производительность этих установок составляет 2-6 м³ в день, что делает этот тип метода неэффективным из-за того, что установка стоит 22500000 тг и количество рабочих составляет три человека. Зарубежные компании такие установки не используют и тем временем пытаются продать как новую модель техники.

Применение микробиологических препаратов типа «Путидойл» или аналогичных. Эти препараты используются на земле, так как необходимо иметь связь с воздухом и влажной средой с относительной температурой. Загрязнённый во время военных действий Кувейт хорошо проявил себя при рекультивации прибрежной почвы. Будет популярен в Сибири за лёгкость и удобство в использовании [3,4].

В настоящее время большое внимание уделяется энергосберегающим технологиям и методам очистки и обновления нефтезагрязнённых почв, особенно тех, которые используются для использования солнечной энергии в подходящих местах, а также для использования естественного тепла в энергобаланах промышленности. В этом отношении хорошо зарекомендовал себя канадский метод рекультивации почв, который не оказывает негативного влияния на температуру, не требует транспортировки почвы на территорию отходов, не требует вложений в спецтехнику и постоянных технических работников. Метод очень удобен, его можно трансформировать с помощью различных материалов, микробиологических препаратов, удобрений.

Результаты и обсуждение. Этот метод условно называют «парниковой цепью», потому что в основе этого метода лежит микробиологический метод подкисления, который естественным образом повышает температуру – «сгорание» ворса замши. Построение цепи показано на рисунке 1. (рисунок 1) На слой почвы шириной 3 метра укладывают перфорированную пластиковую трубу змеевидным методом, присыпают её

материалом типа гравия, щебень или керамзит или адорнит. В этот пузырьковый слой поочередно, один над другим, кладут загрязненную нефтью почву и удобрения. В качестве последних используют бузину, торф, древесную щепу, солому и минеральные удобрения, а также добавляют микробиологические препараты. Цепь покрывается полиэтиленовой пленкой, а трубы перекачивают воздух из компрессора необходимой мощности. Компрессор может работать на топливе или электричестве, даже если он не подключен к сети. Воздух распыляется на пузырьковый слой и помогает быстрее закисать. Трубы можно использовать многократно. Пленка предотвращает охлаждение; если нагретый воздух подается и дополнительно цепь нагревается торфом или «дорнитом», этот метод также будет продуктивным в зимнее время. Масло полностью подкисляется в течение 2 недель, не является остаточным токсином, и в нем растения хорошо растут. результативный, малозатратный, продуктивный [5].

СХЕМА РЕКУЛЬТИВАЦИИ НЕФТЕЗАГРЯЗНЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ

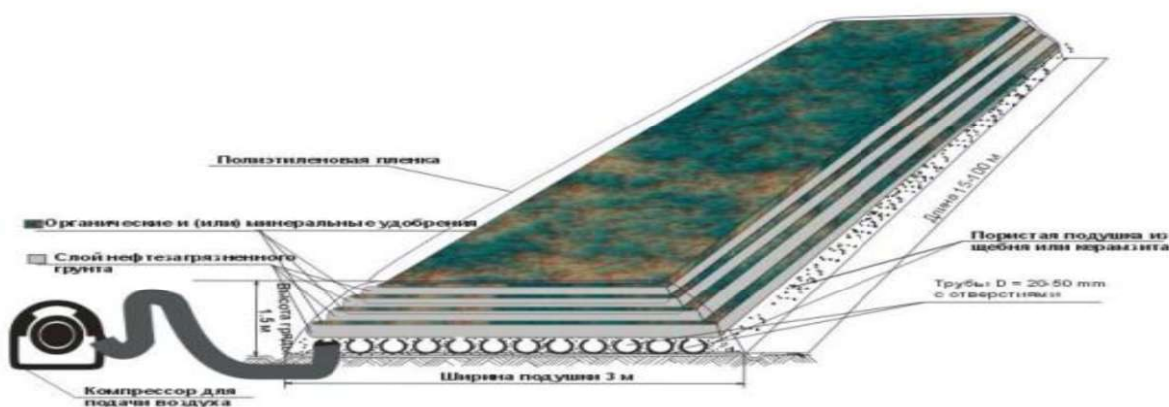


Рисунок 1 - Схема рекультивации нефтезагрязненных почв

Преимущества канадского метода: очень удобный; может быть преобразован с использованием различных материалов, микробиологических препаратов и удобрений; в основе метода лежит метод микробиологического подкисления, который естественным образом повышает температуру – «сгорание» курганной кучи; завершающая часть преимуществ заключается в том, что условное название метода было названо «парниковой цепью», потому что в основе этого метода лежит микробиологический метод, который естественным образом повышает температуру метод подкисления заключается в «сгорании»ворса замши.

Недостатки канадского метода: недостаточная инсоляция поверхности» цепей " солнечным светом, основной причиной которой является неправильно закрытая полиэтиленовая пленка, большая сила ветра, а также в незащищенных промышленных зонах; затраты на топливо и затраты потребителей на электроэнергию, нагрев воздуха и доставку его с помощью компрессора к основанию «цепей; потеря большого количества тепла с поверхности "цепи«, наличие ветра в дневное время и взаимосвязь желаемой температуры в ночное время, что требует больших затрат на отопление и ставит под сомнение развитие процесса» биологического закисления".

Доходы не полностью компенсируют затраты на очистку, повторное использование нефтезагрязненных земель и рекультивацию нефтеперерабатывающих предприятий, поэтому нам нужны энергосберегающие безотходные технологии, которые могут снизить затраты на выбросы загрязняющих веществ, таких как

углеводороды и металлы, до безопасного уровня, тем самым поддерживая экологический баланс [6].

Комфорт на Земле невозможен при плохих почвенных условиях, в связи с чем нельзя откладывать меры по защите почвы. Эти меры необходимо решать оперативно.

Основываясь на плюсах и минусах, был определен новый метод рекультивации нефтезагрязненных земель, который представляет собой максимальное использование жаркой природы Мангистауского региона, метод, основанный в основном на канадском методе. Главной задачей предлагаемого технического решения является разработка конструкции солнечного светопроницаемого покрытия в виде покрытия, которое обеспечивает «парниковый эффект» со свойствами теплопередачи на поверхности «цепей» и состоит из слоя нефтезагрязненного грунта и слоя удобрений, в котором оно смешивается. Технический результат-простота конструкции, высокий результат нагрева и прочность устройства обусловлены гибочным каркасом из проволоки диаметром 10-12 мм и солнечным кожухом с прочно закрепленными верхними и нижними стеклянными нагревательными элементами, но верхний стеклянный элемент имеет специальное отверстие для выхода воздуха при нагревании, а нижние элементы изготовлены из гибких мягких материалов и, в зависимости от решения, установлены так, чтобы [7].

В качестве теплового агрегата для ускорения процесса «микробиологического закисления» цепей, обеспечения результативности метода и ускорения интенсификации процесса разложения нефтезагрязненных почвенных компонентов в проекте используются предварительно разработанные гелиоустановки-воздуховоды-аккумуляторы, которые содержат тепло в течение 5-6 месяцев без использования топливоиспользующих установок. Морские и минерализованные водные «каналы» сделаны из труб, которые мы использовали ранее для увлажнения поверхности. Солнечные лучи нагревают воду в трубах, попадая внутрь из стеклянной упаковки. Тепло воды идет рука об руку с процессом испарения и последующего конденсации этой воды. Конденсат стекает по краям покрытия-покрытия Нижнего стеклянного элемента в конденсатор и подается в количестве, необходимом для увлажнения» парниковых цепей [8].

Кроме того, двухслойная стеклянная тепловизионная гелиоудобрение (рисунок 2) предназначена для нагрева жидкостей и парафинистой нефти в горизонтальных емкостях и небольших нефтяных зонах. А вот конструкция съемного гелиосодержателя благодаря своей половинной пластичности покрытие можно устанавливать поверх любой конструкции и не только по окружности, но и по каркасу, если стены немного выше.

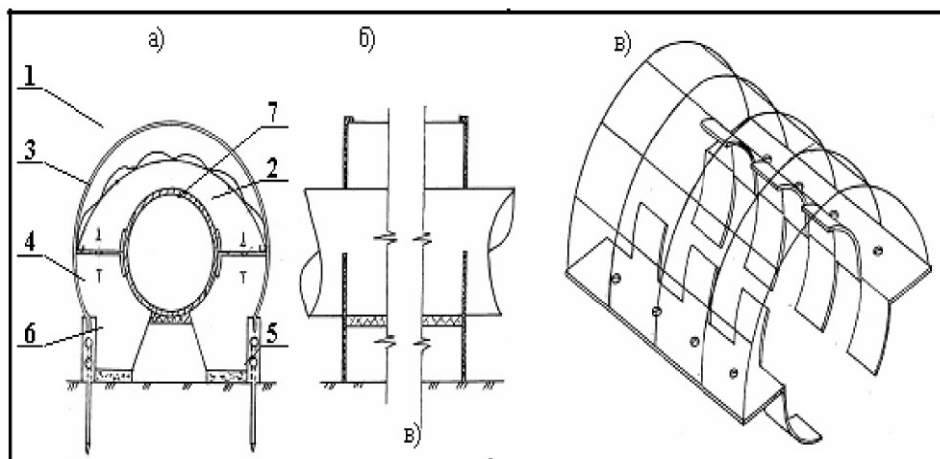


Рисунок 2 - Гелио покрытие со съемным двухслойным абсорбером и термоаккумулятором

Выводы. Для организации и продуктивной реализации научно-технических разработок в определенной области производства необходимо иметь глубокое понимание того, что это развитие нам необходимо, и иметь собственный опыт для его успешной реализации, например, наличие высокоэффективного метода очистки почвы от грязи. (рисунок 3) Для этого необходимо развивать современную науку и развивать на ее основе новые современные технологии.

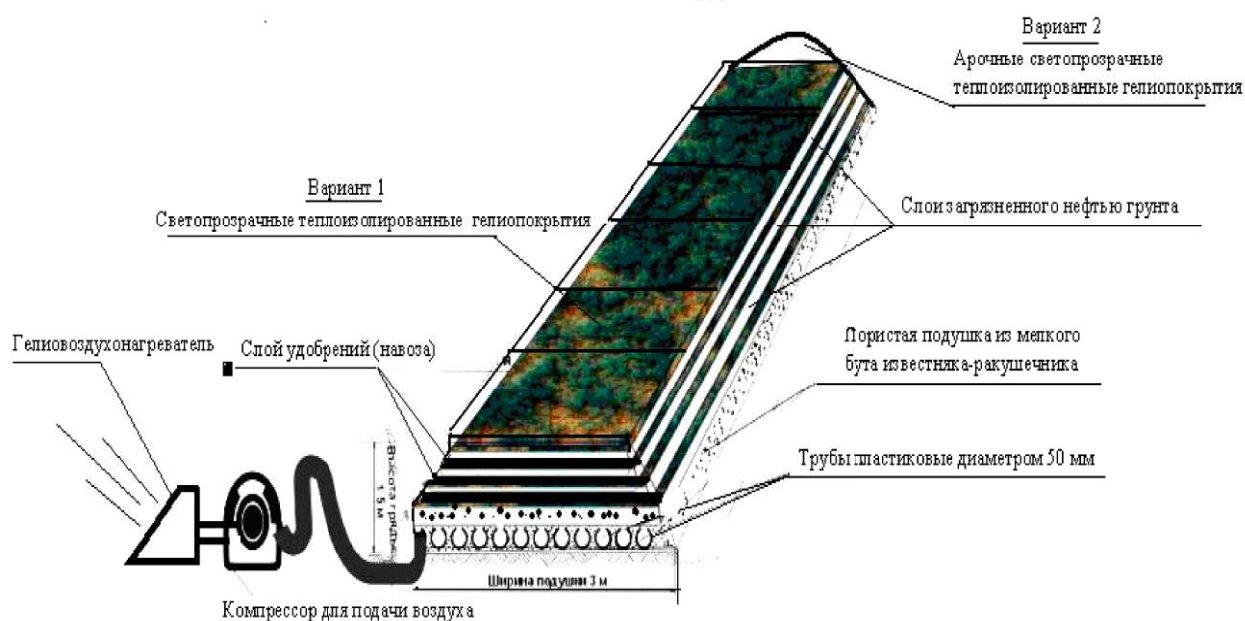


Рисунок 3 - Схема способа восстановления нефтезагрязненных земель с использованием Гелиотехнических устройств и установок

Обработка почвы не считается полностью хорошей, она может иметь некоторые недостатки при более точном изучении конкурентами, но даже в этом случае этот проект в настоящее время отличается от предыдущих проектов следующими аспектами

новизны, эти аспекты были разработаны в отчете о тепловыделяющем стеклянном слое, чтобы снизить затраты на обогрев почвы и отопление. гелиотехнические установки и покрытия, разработанные для использования солнечной энергии и очистки загрязненных нефтью почв, основан на применении теплофизических принципов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рогозина Е.А. Геохимические изменения в составе нефтей при биодegradации // Разведка и охрана недр. Вып. ВНИГРИ, СПб., 2010. - № 4. - С. 63-68.
2. Рогозина Е.А., Андреева О.А., Жаркова С.И., Мартынова Д.А., Орлова Н.А. Сравнительная характеристика отечественных биопрепаратов, предлагаемых для очистки почв и грунтов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2010. - Т.5. - №3. - http://www.ngtp.ru/rub/7/37_2010
3. Рогозина Е.А. Геохимические изменения в составе нефтей при биодegradации // Разведка и охрана недр. Вып. ВНИГРИ, СПб., 2010. - № 4. - С. 63-68.
4. Рогозина Е.А., Андреева О.А., Жаркова С.И., Мартынова Д.А., Орлова Н.А. Сравнительная характеристика отечественных биопрепаратов, предлагаемых для очистки почв и грунтов от загрязнения нефтью и нефтепродуктами // Нефтегазовая геология. Теория и практика. - 2010. - Т.5. - №3. - http://www.ngtp.ru/rub/7/37_2010.
5. Ушаков И.Е. Радиолокационный мониторинг загрязнений морской поверхности нефтепродуктами с буровых платформ и транспортных судов // Записки Горного института. 2016. Т. 219. С. 421-427.
6. Никонов А.Н., Потапова С.О. Нефтяная промышленность, как один из серьезных загрязнителей окружающей среды // Пожарная безопасность: проблемы и перспективы. 2018. Т. 1. № 9. С. 666-673.
7. Коршунова Т.Ю., Логинов О.Н. Нефтьшамы: состояние проблемы в РФ и методы снижения их воздействия на окружающую среду // Экобиотех. 2019. Т. 2. № 1. С. 75-85.
8. Пашкевич М.А., Быкова М.В. Методология термодесорбционной очистки локальных загрязнений почв от нефтепродуктов на объектах минерально-сырьевого комплекса // Записки Горного института. 2022. Т. 253. С. 49-60.

REFERENCES

1. Rogozina E.A. Geohimicheskie izmeneniya v sostave neftej pri biodegradacii. [Geochemical changes in the composition of oils during biodegradation.]. // Razvedka i ohrana neдр. Vyp. VNIGRI, SPb., (2010): – № 4. – S. 63-68. – (In Rus)
2. Rogozina E.A., Andreeva O.A., Zharkova S.I., Martynova D.A., Orlova N.A. Sravnitel'naya harakteristika otechestvennyh biopreparatov, predlagaemyh dlya ochistki pochv i gruntov ot zagryazneniya nef't'yu i nefteproduktami. [Comparative characteristics of domestic biological products offered for cleaning soils and grounds from pollution by oil and oil products.]. // Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika. (2010): – T.5. – №3. – http://www.ngtp.ru/rub/7/37_2010. – (In Rus)
3. Rogozina E.A. Geohimicheskie izmeneniya v sostave neftej pri biodegradacii. [Geochemical changes in the composition of oils during biodegradation.]. // Razvedka i ohrana neдр. Vyp. VNIGRI, SPb., (2010): – № 4. – S. 63-68. – (In Rus)
4. Rogozina E.A., Andreeva O.A., Zharkova S.I., Martynova D.A., Orlova N.A. Sravnitel'naya harakteristika otechestvennyh biopreparatov, predlagaemyh dlya ochistki pochv i gruntov ot zagryazneniya nef't'yu i nefteproduktami. [Comparative characteristics of domestic biological products offered for cleaning soils and grounds from pollution by oil and oil

products.]. // Neftgazovaya geologiya. Teoriya i praktika. (2010): – Т.5. – №3. – http://www.ngtp.ru/rub/7/37_2010. – (In Rus)

5. Ushakov I.E. Radiolokacionnyj monitoring zagryaznenij morskoy poverhnosti nefteproduktami s burovyyh platform i transportnyh sudov. [Radar monitoring of marine surface pollution by oil products from drilling platforms and transport ships.]. // Zapiski Gornogo instituta. (2016): – Т. 219. – S. 421-427. – (In Rus)

6. Nikonov A.N., Potapova S.O. Neftyanaya promyshlennost', kak odin iz ser'eznyh zagryaznitelej okruzhayushchej sredy. [The oil industry as one of the serious environmental pollutants.]. // Pozharnaya bezopasnost': problemy i perspektivy. (2018): – Т. 1. – № 9. – S. 666-673. – (In Rus)

7. Korshunova T.Yu., Loginov O.N. Nefteshlamy: sostoyanie problemy v RF i metody snizheniya ih vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu. [Oil sludge: the state of the problem in the Russian Federation and methods for reducing their environmental impact.]. // Ekobiotekh. (2019): – Т. 2. – № 1. – S. 75-85. – (In Rus)

8. Pashkevich M.A., Bykova M.V. Metodologiya termodesorbcionnoj ochistki lokal'nyh zagryaznenij pochv ot nefteproduktov na ob"ektah mineral'no-syr'evogo kompleksa. [Methodology of thermal desorption cleaning of local soil pollution from oil products at the objects of the mineral resource complex.]. // Zapiski Gornogo instituta. (2022): – Т. 253. – S. 49-60. – (In Rus)