

Neft məhsulları ilə çirklənmiş torpaqların müasir üsullarla bərpası

R.İ. Məmmədova, k.e.n., Ə.C. Cəlilova
Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti

e-mail: antiqa.djalilova@gmail.com

Açar sözlər: politsiklik aromatik karbohidrogenlər, çirklənmiş torpaqlar, remediasiya, ekoloji tədbirlər, neft.

DOI.10.37474/0365-8554/2023-1-52-55

Восстановление загрязненных нефтепродуктами почв современными методами

The remediation of soil contaminated with oil products via up-to-date methods

R.I. Mamedova, k.h.n., A.Dz. Djaliyeva
Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности

R.I. Mammadova, Cand. in Ch. Sc., A.J. Jalilova
Azerbaijan State University of Oil and Industry

Ключевые слова: полициклические ароматические углеводороды, загрязненные почвы, ремедиация, земельные участки, экологические меры, нефть.

Keywords: polycyclic aromatic hydrocarbons, contaminated soils, remediation, land parcels, ecological measures, oil.

В силу особенностей технологических процессов производственная деятельность предприятий нефтяной промышленности оказывает более серьезное воздействие на окружающую среду, чем другие отрасли. Загрязняющие вещества предприятий нефтегазодобывающего комплекса сочетают в своем составе органические и минеральные вещества. Так как естественный процесс минерализации полициклических ароматических углеводородов достаточно длительный, возникает необходимость проведения мероприятий по ускорению восстановительных процессов. В данной статье рассмотрены положительные и отрицательные стороны методов восстановления, применяемых на загрязненных нефтепродуктами почвах. Применяются механические, агротехнические, химические и другие методы рекультивации нефтезагрязненных почв. Определение методов может меняться в зависимости от состава почвы, а также степени загрязнения. Было установлено, что можно добиться экологической и экономической эффективности за счет ускорения процесса самоочищения почвы благодаря применению комплекса методов.

Due to the characteristics of the technological processes, the production activity of the enterprises in the oil industry affects the environment more seriously than other spheres. The contaminants of the enterprises of an oil producing complex combine the organic and mineral solutions as well. As the natural process of mineralization of polycyclic aromatic hydrocarbons is long enough, a necessity of the measures towards the acceleration of remediation processes occurs. The paper reviews the positive and negative aspects of the remediation methods applied for the soils contaminated with oil. The mechanical, agro-technical and chemical, as well as other methods of recultivation of the contaminated soils are implemented. The definition of the methods can change depending on the soil content, as well as on the contamination degree. It was specified that the environmental and economic efficiency may be achieved due to the enhancement of self-purification of soil with the employment of a complex of methods.

Yer kürəsi müxtəlif təsirlərdən çirklənməyə məruz qaldığından canlılar üçün təhlükəli vəziyyət yaranıb. Neft sənayesi müəssisələrindən hər il 150–170 mln. t neft məhsulu müxtəlif formalarda təbiətə axıdılır. Ölkəmizdə təkcə Abşeron yarımadasında neft sektorunun təsiri ilə çirklənmiş torpaqların ümumi sahəsi 10 min ha arazini əhatə edir və yarımadanın özünü tənzimləmə qabiliyyəti demək olar ki, yox həddə çatma səviyyəsindədir [1, 2]. Xam neftin əsas tərkib hissəsi karbonun miqdarı 18-dən çox olan politsiklik aromatik kar-

bohidgenlər (PAK)-naftalin, antrasen, benzopiren, naften karbohidrogenlərindən ibarətdir [3].

Amerika Birləşmiş Ştatlarının Ətraf Mühitin Mühafizəsi Agentliyi dənizdə və quruda baş vermiş dağılmaların təbii ekosistemə, canlıların həyat potensialına neft karbohidrogenlərinin təsirini əsas ətraf mühit çirkləndiricisi kimi göstərmişdir [4].

Xam neftlə təbii məhvün üç əsas mərhələsinə təsir xarakteristikası cədvəl 1-də təqdim edilmişdir. Neftlə çirklənmiş torpaqların müdaxiləsi

Xam neftin hallolma mərhələləri	Davam etmə müddəti	Xam neftin tərkib hissəsinin parçalanması
I mərhələ	1.5 il	Fiziki-kimyəvi proseslər, yüngül fraksiyaların buxarlanması, neft karbohidrogenlərinin foto-kimyəvi parçalanması mərhələsi
II mərhələ	3–4 il	Torpaqdakı mikroorqanizmlərin rolu ilə bitki və heyvanlar üçün təhlükəli neft komponentlərinin (metan-naftən fraksiyalarının) parçalanması
III mərhələ	4.5–5 il	Qatran-asfalten komponentlərinin mikrobioloji parçalanması

təbii bərpa dövrü ən azı 25 ilə həyata keçsə də, onun zərərli xüsusiyyətləri 10–12 il ərzində torpaq humusuna keçid etmək qabiliyyətinə malikdir [5]. Bu səbəbdən torpaqların neft karbohidrogenlərinin təmizlənməsi və bərpa mərhələsinin sürətləndirilməsi neft sənayesinin problemləri ilə məşğul olan milli və beynəlxalq sferalar üçün əsas prioritet məsələdir [6].

Materiallar və metodlar

Tərkib etibarilə mineral hissəciklərdən (50 %) ibarət olan torpaqlarda neft və kimya sənayesinin təsiri ilə aerasiya zəifləyir və torpaqda artan bataqlaşma, səhrələşmə xüsusiyyəti burada olan bitki örtüyünün soyulmasına və heyvanların miqrasiyasına səbəb olur [5]. Təcrübələr göstərir ki, çirklənmə dərəcəsinin təyini zamanı müxtəlif modelləşdirmə metodlarından istifadə remediasiya mərhələlərinin sürətli təyini üçün effektivdir [1]. Torpaqda çirkləndirici karbohidrogen birləşmələrinin əsas mənbələri: neft hasilatı zamanı tullantı sular, avtomobillərin egzoz emissiyası, yağlı şlak və şlamın yığılması, neft dağılması və s. [7]. Mövcud olan müxtəlif rekvitativasiya metodlarını aşağıdakı kimi qruplaşdırmaq olar.

Mexaniki üsullar – neft dağılması zamanı buldozer ilə dağılmış sahədən 1 m aşağı sahədə, dağılma sahəsinin genişlənməməsi və sonradan aparılacaq meliorativ tədbirlər üçün lokalizasiya çuxur yaradılması nəzərdə tutulur. Digər bir tədbir kimi sahədə bərpa prosesləri aparılanadək, buldozerlə 20–30 sm üst münbit qatın götürülərək müvəqqəti saxlama soyulmalarında qorunması göstərilir [5].

Neft məhsulları ilə çirklənmiş incə dənəli torpaqların bərpası üçün istifadə edilən EX Situ (və ya Tank üsulu) üsulu mexaniki üsullara misal ola bilər. Burada çirklənmiş torpaq qazılaraq xüsusi reaktor cihazlarla daşınır və tərkibin təmizlənməsi həyata keçirilir [8].

Fiziki üsullar. Süni və təbii səthi aktiv maddələrlə çirklənmiş torpağın yuyulması sadə olduğu kimi, yüksək xərc tələb edən üsuldur [1]. Yuyulmanın nəzarətçisi parametrləri kimi temperatur

və ion gücünün artması, prosesə müsbət təsir etmişdir [9]. Qumlu torpaqlarda SAM və qızdırılmış su qarışığı ilə yuma aparılması 98–99 % nəticə verib [5]. Aparılmış tədqiqata görə, üzvi həlledici və SAM qarışığının köməyi ilə aparılan yuma prosesi aromatiklik və polarite xüsusiyyətinin yüksək olması hesabına, təmizləmə prosesində səmərəliliyi 97 %-dək effektivlik əldə edilmişdir [9].

Xam neftlə çirklənmiş torpağın üzvi və qeyri-üzvi, sintetik və təbii adsorbentlərlə sorbsiya üsulları da fiziki üsuldur. Sorbentlərin hidrofobiklik qabiliyyətinin yüksək olması sorbsiya prosesinin effektivliyində rol oynayır. Bərpa müddəti bir neçə dəqiqədən 7–8 ilədək davam edə bilər. Torf, torf mamırı, qəhvəyi kömür, koks, düyü qabıqları, qarğıdalı qabıqları, yonqar, saman, qırıntı rezin, aktivləşdirilmiş karbon, perlit, liqin, qar (buz), tabaşir tozu, toxuculuq sənayesi tullantıları, vermikulit, izopren kauçuk, fiberboard kimi adsorbentlərin nisbətən ucuz və ekoloji təhlükəsizliyi baxımından torpaqların təmizlənməsində istifadə edilməsi, sorbsiya üsulunun effektivliyinin yüksək olmasına imkan verir [5].

Sürtkü yağları ilə çirklənmiş torpaqlarla təmasda olan dəniz, çay və göllərin suları vasitəsilə çirklənmə arealı hidrosferə doğru irəliləyə bilər. Yuxarı Misir, El-Minia rayonlarında aparılmış tədqiqatlar göstərir ki, SAM-la yuyulma zamanı ərazinin heterogen və homogen torpaq teksturu remediasiya proseslərində rol oynayır. Heterogen tərkibə malik torpaqlarda təzyiqli maye avadanlıqlarından istifadə münasib olsa da, bərpa müddəti homogen mühitlərdən fərqli olaraq uzun sürür və çətinliyi ilə xarakterizə olunur [10].

Kimyəvi üsullar. Oksidləşmə metodunun səmərəliliyi torpaq teksturundan asılı olaraq dəyişə bilər. Feton reagenti ilə (H₂O₂ və Fe ionu qarışığı) pH-ı aşağı olan neftlə çirklənmiş qumun remediasiyası effektivliyi ilə seçilir.

Digər oksidləşdiricilər kimi ozon və hidrogen-sulfat göstərilə bilər. PAK-ların ozonla asan oksidləşməsinə baxmayaraq, yan reaksiyaların baş verməsinin, torpaq süxurları və ekosistem üçün təhlükəsi qaçılmazdır [3].

Elektroremediasiya üsulu çirklənmiş torpaqda davamlı cərəyan texnologiyası (DCT) kimi tanınır. Aparılmış laboratoriya tədqiqatları göstərir ki, əgər xam neftlə zəhərlənmiş torpaqda rütubət, pH, keçiricilik kimi parametrlər mövcud olarsa, elektroferez (çirkləndiricilərin istiqamətləndirilməsi prosesləri) və elektrokimyəvi redoks yaradaraq fiziki və kimyəvi dəyişənliklərə nail olmaq mümkündür [6].

Termal üsullar. Çirklənmiş torpaq ərazidən toplanaraq qurğularda qızdırılır, qızmış hava tərkibində olan 95 % karbohidrogenlər maye yağ şəklində yenidən istifadəyə göndərilir. Qalan torpaq isə 1200 °C-yə qədər qızdırılaraq tamamilə təmizlənilib şumlandıqdan sonra istifadə edilir. Bu üsul 90 % səmərəliyə malik olsa da, ekoloji və iqtisadi baxımdan sərfəli deyil [11].

Digər termal üsul karbohidrogenlə zəhərlənmiş torpağın yandırılmasıdır (1600–2500 °F). Bu üsul atmosfer və ekosistem üçün təhlükəli olduğundan daha kiçik sahələrdə tətbiqi məqsəduyğundur [12].

Bitoloji üsullar canlı qruplar hesabına – bakterial (mikrobioloji), bitki (fito -remediasiya), bitki-mikrob yardımlı remediasiya (rizoremediasiya) kimi bərpa metodlarını birləşdirir.

Mikrobioloji remediasiya çirklənmiş mürəkkəb torpaq şəraitində yaşama qabiliyyətinə malik aerob və ya anaerob bakteriyalar hesabına həyata keçir [12]. Anaerob bakteriyalar üçün fermentlər hesabına karbohidrogenləri parçalamaq, aerob bakteriyalar üçün isə oksidləşmə və karboksiləşmə prosesləri və parçalanma reaksiyaları xarakterikdir. Torpaqdakı karbohidrogen qruplarına müvafiq olaraq təsir edən bitki cinsləri fəaliyyətini sürətləndirmək məqsədilə tədqiqatlar zamanı bioaugmentasiya (bakteriyaların mühitdə sünü artırılması) və ya bstimulyasiya (populyasiya artımı üçün lazımı fiziki şəraitin yaradılması) tətbiq edilir [3]. Bakteriyaların mühitdə sərbəst olaraq mikrobioloji remediasiyasının uzun müddət baş verməsi mənfəi, iqtisadi olaraq ucuz başa gəlməsi isə müsbət cəhətdir.

Eyni zamanda göbələk növləri də fəaliyyətləri ilə bakteriyalar kimi öz populyasiyalarını artırma və həmin mühitdə bakteriyaların yaşamasına şərait yaratmaq imkanına sahibdirlər. “Candida”, “Stropharia”, “Pencilium”, “Aspergillus” və s. bu kimi göbələkləri misal göstərmək olar [13].

Fitoremediasiya. Politsiklik aromatik karbo-

hidrogenlərin torpaqdan çıxarılmasının effektiv üsullarından biri də fitoremediasiyadır. Bəzi bitki növləri neftlə çirklənmiş ekstremal şəraitdə tullantılardan istifadə edərək, öz bitoloji dövrüylərini davam etdirə bilər. Bu bərpa üsulunun effektivliyi seçilmiş bitki növünün ehtiyat toplama xüsusiyyətlərindən asılıdır. Çoxillik ot bitkisi olan “Vetiver”, İranda şor torpaqlarda “Salicornia” bitkisi, “Eleusine Indica” və “Cynodon dactyl” bitkisinin, “Mirabilis Jalapa” bitkisinin PAK-ın deqradasiyasında effektiv nəticələri onların mövcud şəraitdə ekosistemin formalaşmasında əvəzsiz rolunu təsdiqləyə bilər [12].

Rizoremediasiya. Bitki və bakteriya simbiozu hesabına bakteriyalar bitkilərin ekstremal şəraitdə karbohidrogenlərdən istifadə etməsinə, nəticə etibarilə torpağın ekosisteminin bərpasına imkan yaranır. Rizoremediasiyayı formalaşdıran bitki növləri və bakteriya ştammları cədvəl 2-də verilmişdir [2].

Cədvəl 2

Bitki növü	Bitki növünə uyğun bakteriya ştammi
Qarğıdalı	Cynanchum leave
Glycine max (Soya)	Rizoferik
Buğda	Azospirillum
Sarı yonca	Actinetobacter sp.
Çovdar	PGPR(bitki böyüməsini sürətləndirən bakteriyalar)

Bitoloji üsullar üçün aqrotexniki şəraitin daim nəzarətdə saxlanılması şərti ilə bu remediasiya üsulunun ucuz və ekoloji baxımdan səmərəli olduğunu qeyd etmək olar. Ümumiyyətlə neftlə çirklənmiş ərazidə texniki tədbirlər həyata keçirildikdən sonra bitoloji və aqrotexniki tədbirlərdən söz gedə bilər. Ərazinin texniki rekultivasiya hesabına müvafiq nanotexnologiyalarla torpaq teksturu və ekoloji xüsusiyyətləri qeyd edilir və müvafiq bərpa metodu təyin edilir [5].

Nəticə

Torpaq bütün canlıların həyat mənbəyidir. Onun qorunma və bərpası üçün iqtisadi cəhətdən səmərəli, ekoloji baxımdan uyğun və effektiv metodun seçilməsi, davamlı monitoring tədbirləri ilə daim nəzarətdə saxlanılması neft sənayesi ilə məşğul olan bütün ölkələr üçün əsas məsələlərdən biri olmalıdır.

Ədəbiyyat siyahısı

1. Gordana Kaplan, Hakan Oktay Aydinli, Andrea Pietrelli. Oil-Contaminated Soil Modeling and Remediation Monitoring in Arid Areas Using Remote Sensing, 2022.
2. Məmmədova R.E. Neft-qaz sənayesi müəssisələrində ekoloji risklərin idarə edilməsi, 2017.
3. Anum Ali Ahmad, Ishaq Muhammad, Tariq Shah. Remediation Methods of Crude Oil Contaminated Soil, 2020.
4. Jose A. Siles and Rosa Margesin. Insights into microbial communities mediating the bioremediation of hydrocarbon-contaminated soil from an Alpine former military site, 2018.
5. <http://www.allbest.ru/>; Канадский метод рекультивации нефтезагрязненных земель. Рекультивация нефтезагрязненных земель. Механические нарушения почвенного покрова, 2022.
6. Constantin Streche, Diana Mariana Cocârță, Irina-Aura Istrate. Decontamination of Petroleum-Contaminated Soils Using the Electrochemical Technique: Remediation Degree and Energy Consumption, 2018.
7. Xin Sui, Xuemei Wang, Yuhuan Li, Hongbing Ji. Remediation of Petroleum-Contaminated Soils with Microbial and Microbial Combined Methods: Advances, Mechanisms, and Challenges, 2021.
8. Nana Y. Amponsaha, Junye Wang, Lian Zhaob. A review of life cycle greenhouse gas (GHG) emissions of commonly used ex-situ soil treatment technologies, 2018.
9. Maoxin Wang, Bo Zhang, Gongrang Li. Efficient remediation of crude oil-contaminated soil using a solvent/surfactant system, 2019.
10. Ramadan S.A., Mohamed E, El-Sayed. Effect of Soil Texture on Remediation of Hydrocarbons-Contaminated Soil at El-Minia District, Upper Egypt, 2012.
11. Peter Bol, Xuefei Zhou, Islam A. Abdelhafeez. Oil contaminated soil, global environmental impact, 2019.
12. Karpov A.V., Makarov O.A., Lobaçova G.K. Lukoil-Volqograd neftpererabotka MMC-nin iş sahələrində neftli torpaqların rekreasiyası nanotexnologiyalardan istifadə edilən biogeokimyəvi sənəd yaratma yolu kimi, 2012.
13. Farraji H., Zaman N., Tajuddin R. Advantages and disadvantages of phytoremediation A concise review, 2016.

References

1. Gordana Kaplan, Hakan Oktay Aydinli, Andrea Pietrelli. Oil-Contaminated Soil Modeling and Remediation Monitoring in Arid Areas Using Remote Sensing, 2022.
2. Məmmədova R.E. Neft-qaz sənayesi müəssisələrində ekoloji risklərin idarə edilməsi, 2017.
3. Anum Ali Ahmad, Ishaq Muhammad, Tariq Shah. Remediation Methods of Crude Oil Contaminated Soil, 2020.
4. Jose A. Siles and Rosa Margesin. Insights into microbial communities mediating the bioremediation of hydrocarbon-contaminated soil from an Alpine former military site, 2018.
5. <http://www.allbest.ru/>; Канадский метод рекультивации нефтезагрязненных земель. Рекультивация нефтезагрязненных земель. Механические нарушения почвенного покрова, 2022.
6. Constantin Streche, Diana Mariana Cocârță, Irina-Aura Istrate. Decontamination of Petroleum-Contaminated Soils Using the Electrochemical Technique: Remediation Degree and Energy Consumption, 2018.
7. Xin Sui, Xuemei Wang, Yuhuan Li, Hongbing Ji. Remediation of Petroleum-Contaminated Soils with Microbial and Microbial Combined Methods: Advances, Mechanisms, and Challenges, 2021.
8. Nana Y. Amponsaha, Junye Wang, Lian Zhaob. A review of life cycle greenhouse gas (GHG) emissions of commonly used ex-situ soil treatment technologies, 2018.
9. Maoxin Wang, Bo Zhang, Gongrang Li. Efficient remediation of crude oil-contaminated soil using a solvent/surfactant system, 2019.
10. Ramadan S.A., Mohamed E, El-Sayed. Effect of Soil Texture on Remediation of Hydrocarbons-Contaminated Soil at El-Minia District, Upper Egypt, 2012.
11. Peter Bol, Xuefei Zhou, Islam A. Abdelhafeez. Oil contaminated soil, global environmental impact, 2019.
12. A.V. Karpov, O.A. Makarov, G.K. Lobachova. Lukoil-volgograd neft pererabotka MMJ-nin iş sahələrində neftli torpaqların rekreasiyası nanotexnologiyalardan istifadə edilən biogeokimyəvi sənəd yaratma yolu kimi, 2012.
13. Farraji H., Zaman N., Tajuddin R. Advantages and disadvantages of phytoremediation A concise review, 2016.