



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00436

(22) Data de depozit: 24/07/2020

(41) Data publicării cererii:
29/04/2022 BOPI nr. 4/2022

(71) Solicitant:
• ZEOLITES PRODUCTION S.A.,
STR.REPUBLICII, NR.359, RUPEA, BV, RO

(72) Inventatori:
• AȘCHILEAN IOAN, STR.BISERICII
ORTODOXE, NR.53A, AP.1,
CLUJ - NAPOCA, CJ, RO;
• CHIOREANU GELU, STR. TÂRGULUI
NR. 5, RUPEA, BV, RO;

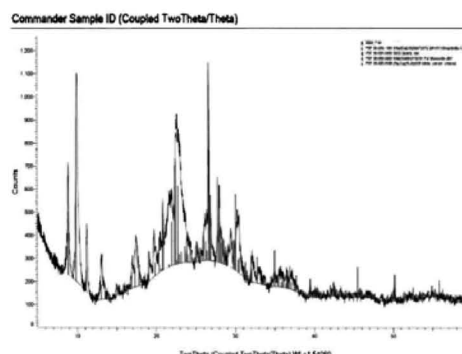
• BOLOȘ DORU, STR.AVIATOR BADESCU,
NR.40, PETREȘTI, CJ, RO;
• ROMAN CECILIA, STR.PIAȚA ABATOR,
BL.B, AP.5, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO;
• SENILA MARIN,
STR.GRIGORE ALEXANDRESCU, NR.38,
SC.2, AP.27, CLUJ -NAPOCA, CJ, RO;
• HOAGHIA MARIA - ALEXANDRA,
ALEEA BORSA, NR.1, BL.R1, AP.38,
CLUJ - NAPOCA, CJ, RO

(54) MATERIAL PE BAZĂ DE ZEOLIȚI NATURALI
PENTRU ADSORBȚIA HIDROCARBURILOR DIN MEDII
CONTAMINATE

(57) Rezumat:

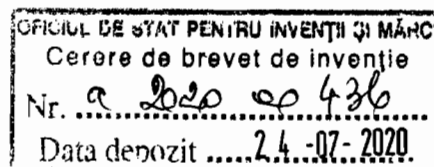
Invenția se referă la un material pe bază de zeoliți naturali utilizat pentru adsorbția hidrocarburilor petroliere din mediile contaminate. Materialul conform invenției se obține prin extragerea materialului brut din depozitul geologic, măcinarea materialului zeolitic până la granulații cuprinse între 0...3 mm, după care urmează activarea termică a materialului zeolitic printr-un tratament termic cu temperatura cuprinsă între 250...450°C pentru o perioadă de timp de cel puțin 3 ore, iar după tratamentul termic, materialul se răcește în condiții de umiditate controlată la temperatură ambiantă și se supune unei operații de micronizare cu ajutorul unui echipament de măcinare adecvat până la dimensiuni ale particulelor mai mici de 100 μm, materialul zeolitic obținut în final dobândind o capacitate de adsorbție a hidrocarburilor petroliere mai mare de 0,6 g/g.

Revendicări: 1
Figuri: 1



Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





Material pe baza de zeoliti naturali pentru adsorbția hidrocarburilor din medii contaminate

DESCRIERE

Inventia se refera la un material pe baza de zeoliti naturali pentru adsorbția hidrocarburilor (ex. hidrocarburi petroliere) din medii contaminate.

In cadrul modern al dezvoltării, urbanizării și industrializării, **poluarea cu hidrocarburi petroliere** reprezintă o problemă cronică atât la nivel național cât și mondial, datorită impactului negativ propagat direct asupra biosferei, ecosistemelor naturale (hidrosferă, litosferă, atmosferă) și antroposferei (Bandura și colab., 2017; Saremnia și colab., 2016). În acest context este importantă identificarea și dezvoltarea unor metode și a unor materiale inovative pentru a reduce sau elimina aceste substanțe toxice din mediile contaminate.

În prezent se aplică metode variate în scopul îndepărtării poluanților toxici care au la bază hidrocarburi petroliere și totodată pentru a remedia/purifica factorii de mediu. Printre aceste metode se pot menționa metode chimice, biologice, mecanice și metode de adsorbție (Mohammadi și colab., 2020; Nazifa și colab., 2019; Snape și colab., 2005). **Adsorbția** este considerată a fi una dintre cele mai atractive metode fiind puțin costisitoare, sigură, prezintă rezistență la condiții atmosferice și în plus, este relativ ușor de folosit (Bandura și colab., 2017).

Zeoliti sunt resurse naturale de materiale ecologice cu caracter „verde”, care nu prezintă efecte negative sau toxice asupra mediului înconjurător (Bandura și colab., 2015; Mazeikiene și colab., 2005). **Zeoliti** sunt minerale aluminosilicate având structura cristalină (reticulară). Elementele principale constitutive ale materialelor microporoase zeolitice sunt rețelele de tetraedre $[AlO_4]^{3-}$ și $[SiO_4]^{4-}$ conectate cu ajutorul atomilor de oxigen. Aceste elemente formează grilaje care conțin canale și goluri cu diametre cuprinse între 0,3-3,0 nm, capabile de a reține moleculele de apă, moleculele de compusi chimici și ioni. Capacitatea aceasta de reținere da zeolitului caracterul de „sita moleculară” și proprietăți de adsorbție deosebite (Bandura și colab., 2017; Maicaneanu și colab., 2008). Din punct de vedere al originii, zeoliti pot fi împărțiți în zeoliti naturali și zeoliti sintetici. Zeoliti naturali s-au format ca urmare a proceselor geologice

desfasurate in mediul inconjurator. Zeoliti sintetici se obtin de regula ca urmare a reactiilor chimice dintre silicatul de sodiu (Na_2SiO_3) si aluminatul de sodiu (NaAlO_2), in conditii variate de presiune, temperatura si timp de reactie, utilizand un amestec de cenusa zburatoare, minerale argiloase, obsidian, perlita si reactivi chimici puri (Bandura si colab., 2017).

Datorita caracteristicilor specifice ale zeolitilor, respectiv porozitatea, dimensiunea porilor si suprafata materialului, aceste resurse naturale pot fi utilizate in decontaminarea, respectiv remedierea siturilor contaminate cu diversi compusi chimici si toxici precum hidrocarburile petroliere (Mohammadi si colab., 2020).

Materialele adsorbante pe baza de zeolit natural brut comercializate pe piata internationala sunt caracterizate de: porozitate extrem de ridicata, capacitate de schimb cationic ridicata (se refera la capabilitatea de a lega si neutraliza mari cantitati de molecule), continut ridicat de clinoptilolit, sunt prelucrate mecanic pentru a avea particule fine de dimensiune foarte mica, (incepand cu $10\ \mu\text{m}$), greutate si densitate scazute, capacitate de adsorbție a diverse mirosuri neplacute si lichide.

In general, produsele pe baza de zeoliti sunt destinate aplicatiilor industriale (zeoliti utilizati cu rol de aditivi functionali pentru suprafete protectie, suprafete de cristalizare pentru saruri cu solubilitate scazuta, vopseluri, adezivi, cauciucuri, plastic, materiale zeolitice cu rol de site moleculare) si aplicatiilor agricole (fertilizanti, aditivi furajeri), insa relativ putine unitati industriale sau intreprinderi utilizatoare de materiale zeolitice se concentreaza cu precadere pe decontaminarea mediului ca urmare a poluarii cu hidrocarburi petroliere.

Utilizarea materialelor zeolitice naturale in diferite tehnici de adsorbție este justificata prin caracteristicile de adsorbție pe care acestea le prezinta:

- hidrofobicitate ajustabila
- suprafata specifica (raport intre suprafata/greutate)
- polaritate
- structura, care implica raportul si/al, tipul cationilor
- capacitate de schimb a cationilor interschimbabili
- dimensiunea porilor
- densitate cadru (atomi/celula unitate)
- stabilitate termica
- **capacitate de adsorbție ridicata** (Wand si Peng, 2010; Phan si colab., 2019)

Capacitatea de adsorbție a zeolitului poate fi îmbunătățită printr-un proces de activare, respectiv prin ♦activare mecanică (maruntirea la diferite granulatii) ♦activare termică la diferite temperaturi și ♦activare chimică (Maicaneanu și colab., 2018).

În ceea ce privește activarea termică a zeolitului natural, aceasta este considerată a fi metoda cea mai ecologică. Metoda se poate realiza până la temperatura de 700 °C, deoarece o temperatură mai ridicată poate afecta structura cristalină a acestora. După activarea termică, respectiv eliminarea apei are loc procesul de rehidratare, dovadă că structura cristalină nu a fost afectată (Maicaneanu și colab., 2018).

În cazul activării chimice se utilizează o serie de reactivi chimici toxici, respectivi acizi, baze sau surfactanți anionici, care pot avea efecte negative asupra mediului înconjurător (Maicaneanu și colab., 2018).

Prezentarea stadiului tehnicii în momentul actual la nivel internațional

În prezent, la nivel internațional există o plajă destul de largă de studii referitoare la utilizarea zeoliților naturali, precum și a celor sintetici. Există relativ puține întreprinderi care comercializează materiale obținute din zeoliți naturali destinate adsorbției contaminanților organici, respectiv a hidrocarburilor petroliere. Pot fi menționate LITHOS INDUSTRIAL MINERALS din Ennsdorf, Austria (<http://www.lithos-minerals.at/en/>), EMERTLE CHEMICAL SOLUTIONS din Pune, India (<https://emertle-chemical-solutions.business.site/>), ALUMINA D.O.O. din Zvornik, Bosnia Herțegovina (<https://www.aluminazv.ba/en/>), LUOYANG JIANLONG MICRO-NANO NEW MATERIALS Co., Ltd. din Yanshi, China (<https://www.molecular-sieve.cc/about-us/>).

Pentru a sublinia preocuparea existentă pe piața internațională pentru utilizarea materialelor pe baza de zeoliți în procese de adsorbție a hidrocarburilor petroliere pot fi amintite brevetele de invenție: **US6147023A** – *Hydrocarbon-adsorbent*, **US4517402A** – *Selective sorption of linear aliphatic compounds by zeolites*, **KR20070008262A** – *Water treatment process using natural zeolites*, **US3218250A** – *Process for increasing the adsorptive capacity of zeolites*, **JPS5471790A** – *Oil removing agent*, **CN106809849A** – *Zeolites for purifying industrial wastewater and extraction method of zeolites* (<https://worldwide.espacenet.com>).

Prezentarea stadiului tehnicii in momentul actual la nivel national

La nivel national, conform platformei online OSIM, exista brevete de inventie pentru zeoliti, dintre care doar brevetul intitulat „*Adsorbanți din zeolit aglomerat și procedeu de producere a acestora*” trateaza problematica privind adsorbția hidrocarburilor petroliere de catre un material care are la baza zeoliti naturali. Procedeu de obtinere al materialului adsorbant consta in tratare termica (uscarea, urmata de calcinare), apoi tratare chimica (tratare cu solutie alcalina, urmata de schimb ionic) a zeolitului natural. Inventia se refera la un adsorbant si la un procedeu pentru obtinerea acestuia, utilizat pentru separarea unor izomeri alchil din hidrocarburi aromatice. Adsorbantul conform inventiei consta dintr-un zeolit aglomerat, care contine 95...99,5 % din masa zeolit X si 0,5...5 % din masa liant, in care situsurile de schimb de cationi ale zeolitului X sunt ocupate de Ba si/sau K, volumul total al porilor este mai mare de 0,26 ml/g si volumul total al porilor este mai mare de 0,26 ml/g si volumul porilor avand diametre de 100...500 nm este de cel putin 60 % din volumul total al porilor. Procedeu conform inventiei consta din amestecarea unui zeolit X cu o argila la care se adauga un agent de formare a porilor sub forma de solutie, din care rezulta granule care sunt uscate si calcinate, in continuare se trateaza cu o solutie alcalina, pentru cristalizare in situ, dupa care granulele sunt supuse schimbului ionic (https://osim.ro/wp-content/uploads/Publicatii-OSIM/BOPI-Inventii_/2011/bopi_inv_11_2011.pdf).

Printre interprinderile din tara care produc si comercializeaza material adsorbant pe baza de zeoliti destinat adsorbției hidrocarburilor petroliere se numara ENVIRO NATURALS, cu sediul in Fetesti, judetul Ialomita, MARAMURES ZEOLITE INDUSTRY SRL, ZEOLITES PRODUCTION din Rupea judetul Brasov care comercializeaza materiale zeolitice care au fost activate doar prin macinare (activare mecanica), fara sa mentioneze daca materialul maruntit a mai fost sau nu, supus unor tratamente ulterioare dupa macinare.

Scopul inventiei

Obtinerea unui material pe baza de zeoliti naturali ecologici cu caracteristici imbunatatite ale capacitatii de adsorbție, destinat adsorbției hidrocarburilor petroliere din medii contaminate, fara a utiliza si alte resurse naturale sau materiale chimice iar materialul/deseul rezultat dupa remediere (rezultat in urma adsorbției hidrocarburilor petroliere) poate fi utilizat pentru producere de energie electrica si termica in instalatii de cogenerare (ca urmare a arderii acestuia

– având deci rol de combustibil). Inventia raspunde in totalitate principiilor economiei circulare si sugereaza posibilitatea reutilizarii cenusii rezultata in urma arderii materialului deseu zeolitic in practicile agricole (fertilizare sol).

Descriere inventie

Materialul adsorbant propus pentru brevetare este un material ecologic alcatuit 100 % din zeolit natural, caracterizat de capacitate si eficienta ridicate de adsorbție a hidrocarburilor petroliere. După prelevare din zacamant si maruntire la granulatia de 0 – 3 mm zeolitul natural este tratat termic la o temperatura in domeniul 250 – 600 °C, apoi dupa racire in mediu ambiantal este supus operatiei de micronizare, fiind adus la dimensiuni mai mici de 100 μm. Conform valorilor parametrilor chimici determinati in laborator, deseul de material zeolitic imbibat cu hidrocarbura are o putere calorifica superioara mare (25372 J/g), continut de cenusa (36.9 %) si de carbon total (230 g/kg) ridicate, ceea ce il recomanda ca o noua sursa de energie (material apt pentru ardere) pentru generare de caldura. In urma arderii sunt emise gaze de ardere, sub limita data de regulamentarile in vigoare, dar totusi cu rol preventiv este recomandata utilizarea de filtre la cosul de ardere pentru a evita emiterea in atmosfera a gazelor de ardere.

Problema tehnica pe care o rezolva inventia

- asigura un material de adsorbție a hidrocarburilor petroliere ecologic 100 % (activarea materialului zeolitic brut este doar de natura mecanica si termica) cu eficacitate crescuta de adsorbție (>0.6 g/g);
- gestionarea deseurilor rezultate in urma procesului de decontaminare/adsorbție a hidrocarburilor petroliere prin utilizarea zeolitului impurificat (care a adsorbit hidrocarbura petroliera), ca sursa de combustibil in instalatii de incalzire/cogenerare, iar dupa ardere cenusa rezultata poate fi utilizata ca ingrasamant sau fertilizant pentru solul destinat culturilor agricole.

Exemplu de realizare a materialului pe baza de zeoliti naturali pentru adsorbția hidrocarburilor din medii contaminate propus spre brevetare

In cele ce urmeaza se prezinta un exemplu de realizare efectiva a inventiei:

- Prelevarea, spalarea cu apa si macinarea materialului brut zeolitic la granulatii de 0 – 3 mm.
- Zeolitul de granulatie 0 – 3 mm se spala bine cu apa distilata, dupa care se activeaza termic. Materialul se supune unui tratament termic in domeniul 250-600 °C pentru o perioada de timp de cel putin 3 ore.
- Dupa tratarea termica, materialul se raceste in conditii de umiditate controlata si la temperatura ambientala.
- Dupa racirea materialului zeolitic, acesta se supune unei operatii de micronizare, cu ajutorul unui echipament de macinare adecvat, pana la dimensiuni ale particulelor mai mici de 100 µm. Materialul obtinut este caracterizat de o capacitate de adsorbție ridicata.
- Caracteristicile fizico-chimice ale materialului adsorbant realizat, care constituie subiectul prezentei cereri, sunt prezentate in Tabelul 1. Rezultatele experimentelor realizate in laborator pentru determinarea eficacitatii de adsorbție sunt prezentate in Tabelul 2 si fig. 1 (Anexa desene).

Tabel 1. Caracteristicile fizico-chimice ale materialului adsorbant activat termic si mecanic (Cod proba-116i)

CEC*	Al**	Ca	Fe	Mn	Mg	Na	K	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MnO	MgO	Na ₂ O	SiO
meq/g	mg/kg							%							
1.22	60710	15090	7210	149	2670	7400	19670	10.91	2.11	1.03	2.37	0.019	0.445	0.997	52.0
*CEC – Capacitate de schimb cationic. Determinare prin metoda interna validata si implementata in Laboratorul LAM-ICIA															
**SR EN ISO 11885:2009 Calitatea apei. Determinarea elementelor selectate prin spectroscopie de emisie optica cu plasma cuplata inductiv (ICP-OES)															

Tabel 2. Capacitatea de adsorbție (g/g)* a materialului adsorbant activat termic si mecanic (Cod proba – 116i) a diverselor tipuri de hidrocarburi petroliere (motorina, amestec motorina + heptan, uleiuri de motor si biodiesel)

	Motorina	Motorina + heptan	Ulei motor 1	Ulei motor 2	biodiesel
	g/g				
116i	0.67	0.59	1.05	0.78	0.89
*Determinare prin metoda interna validata si implementata in Laboratorul LAM-ICIA					

- Deseul rezultat in urma adsorbției hidrocarburilor petroliere poate fi utilizat drept combustibil, caracteristicile de combustibil fiind prezentate in Tabelul 3: puterea calorifica superioara, continut de cenusa, carbon total. S-au verificat si gazele de ardere (tabelul 3). **Nota:** pentru experimentele in laborator s-a utilizat un amestec de ulei de motor si motorina (2:5).

Tabel 3. Puterea calorifica superioara a materialului zeolitic activat care a adsorbit hidrocarburi petroliere (Cod proba – 116i'), continutul de cenusa, de carbon total si de gazele de ardere emise

	Putere calorifica superioara*	Cenusa**	Carbon total***	Gaze de ardere****		
				CO	NO	SO ₂
	[J/g]	[%]	[g/kg]	mg/Nm ³		
116i'	25372	36.9	230	441	73	410

*DIN – 51900-1:2000; **SR ISO 3987+C1 2013; *** Determinare prin metoda interna validata si implementata in Laboratorul LAM-ICIA, **** SR EN 15058:2017; SR EN 14791:2017; SR EN 14792:2017

- Cenusa rezultata in urma arderii zeolitului imbibat cu hidrocarbura petroliere poate fi utilizata ca ingrasamant in agricultura, deoarece continutul de metale grele nu depaseste limitele maxim admise de ORDINUL Nr. 344/708 din 16 august 2004 pentru aprobarea Normelor tehnice privind protecția mediului si in special a solurilor, cand se utilizeaza namolurile de epurare in agricultura (Tabelul 4).

Tabel 4. Continut de metale grele in proba de cenusa obtinuta din zeolitul natural care a adsorbit hidrocarburi petroliere (Cod proba – 880i)

Element	Unitate de masura	Proba 880i	Concentratie maxima admisa**
As*	[mg/kg de materie uscata]	4.60	10
Cd		0.20	10
Cr		5.95	500
Co		1.85	50
Cu		3.55	500
Mn		191	-
Ni		5.50	100
Pb		9.45	300
Zn		380	2000

*SR EN ISO 17294-1:2007 Calitatea apei. Aplicarea spectrometriei de masă cu plasmă cuplată inductiv (ICP-MS). Partea 1: Linii directoare generale
**CMA conform ORDINULUI Nr. 344/708 din 16 august 2004 pentru aprobarea Normelor tehnice privind protecția mediului si in special a solurilor, cand se utilizeaza namolurile de epurare in agricultura

Avantajele materialului zeolitic activat inovativ sunt urmatoarele:

- contribuie la valorificarea materialelor / produselor autohtone (zacamant de zeolit);
- este un material natural 100 % cu posibilitati multiple de utilizare: ♦decontaminare a mediilor poluate cu hidrocarburi petroliere, ♦materialul deseu rezultat in urma procesului de decontaminare poate fi utilizat drept combustibil in instalatii de generare a caldurii/cogenerare, ♦ cenusa rezultata in urma arderii poate fi utilizata ca ingrasamant/fertilizant pentru sol in practici agricole;
- este un material care raspunde in totalitate principiilor economiei circulare „deseu zero”.

Referinte bibliografice

1. Bandura L., Wozzuk A., Kolodynska D., Franus W., **2017**, *Application of mineral sorbents for removal of petroleum substances: A Review*, **Minerals**, 7.
2. Maicaneanu A., Bedeleian H., Stanca M., **2008**, Zeolitii naturali. **Caracterizare si aplicatii in protectia mediului**, Presa Universitara Clujeana.
3. Mazeikiene A., Rimeika M., Valentukeviciene M., Oskinis V., Paskauskaite N., Brannvall E., **2005**, *Removal of petroleum products from water using natural sorbent zeolite*, **Journal of Environmental Engineering and Landscape Management**, 13:187-191.
4. Mohammadi L., Rahdar A., Bazrafshan E., Dahmardeh H., Susan M.A.B.H., Kyzas G.Z., **2020**, *Petroleum hydrocarbon removal from wastewaters: A review*, **Processes**, 8, 447.
5. Nazifa T.H., Hadibarata T., Yuniarto A., Elshikh M.S., Syafiuddin A., **2019**, *Equilibrium, Kinetic and Thermodynamic Analysis Petroleum Oil Adsorption from Aqueous Solution by Magnetic Activated Carbon*. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering; IOP Publishing: Bristol, UK.
6. Phan T.T.N., Nikoloski A.N., Bahri P.A., Li D., **2019**, *Enhanced removal of organic using LaFeO₃-integrated modified natural zeolites via heterogenous visible light photo-Fenton degradation*, **Journal of Environmental Management**, 233:471-480.

7. Saremnia B., Esmaeili A., Sohrabi M.R., **2015**, *Removal of total petroleum hydrocarbons from oil refinery waste using granulated NaA zeolite nanoparticles modified with hexadecyltrimethylammonium bromide*, **Canadian Journal of Chemistry**, 94 (2).
8. Snape I., Harvey P.M., Ferguson S.H., Rayner J.L., Revill A.T., **2005**, *Investigation of evaporation and biodegradation of fuel spills in Antarctica I. A chemical approach using GC-FID*, **Chemosphere**, 61, 1485–1494.
1. SR EN 15058:2017 Emisii de la surse fixe. Determinarea concentratiei masice de monoxid de carbon. Metoda de referinta standardizata: spectrometrie in infrarosu nedispersiv
2. SR EN 14791:2017 Emisii la surse fixe. Determinarea concentratiei masice de oxizi de sulf. Metoda de referinta standardizata
3. SR EN 14792:2017 Emisii la surse fixe. Determinarea concentratiei masice de oxizi de azot. Metoda de referinta standardizata: chemiluminiscenta
4. Wang S. and Peng Y., 2010, *Natural zeolites as effective adsorbents in water and wastewater treatment*, **Chemical Engineering Journal**, 156:11-24.
5. <http://www.lithos-minerals.at/en/>), EMERTLE CHEMICAL SOLUTIONS din Pune, India, pagina site online accesata in 15.06.2020.
6. <https://emertle-chemical-solutions.business.site/>, ALUMINA D.O.O. Zvornik, Bosnia Herzegovina, pagina site online accesata in 15.06.2020.
7. <https://www.aluminazv.ba/en>, LUOYANG JIANLONG MICRO-NANO NEW MATERIALS Co., Ltd., Yanshi, China, pagina site online accesata in 15.06.2020.
8. <https://www.molecular-sieve.cc/about-us/>, pagina site online accesata in 15.06.2020.
9. <https://worldwide.espacenet.com>, pagina site online accesata in 15.06.2020.
10. https://osim.ro/wp-content/uploads/Publicatii-OSIM/BOPI-Inventii/2011/bopi_inv_11_2011.pdf, pagina site online accesata in 15.06.2020.
11. ORDIN Nr. 344/708 din 16 august 2004 pentru aprobarea Normelor tehnice privind protecția mediului si in special a solurilor, cand se utilizeaza namolurile de epurare in agricultura:
http://www.mmediu.ro/beta/wp-content/uploads/2012/06/2012-06-01_OM_344_2004.pdf, pagina site online accesata in 25.06.2020.

12. ORDIN Nr. 462 din 1 iulie 1993 pentru aprobarea Condițiilor tehnice privind protecția atmosferică și Normelor metodologice privind determinarea emisiilor de poluanți atmosferici produși de surse staționare:

http://www.ddbra.ro/reglementare/Ordin_462_1993.pdf, pagina site online accesată în 25.06.2020.

REVENDICARE

Material pe baza de zeoliti naturali pentru adsorbția hidrocarburilor din medii contaminate **caracterizat prin aceea ca** după prelevarea din depozitul geologic, spălarea cu apă și macinarea materialului brut zeolitic la granulatii de 0 – 3 mm, materialul zeolitic de granulatie 0 – 3 mm se spală bine cu apă distilată după care se activează termic și se supune unui tratament termic în domeniul 250-600 °C pentru o perioadă de timp de cel puțin 3 ore iar după tratarea termică, materialul se răcește în condiții de umiditate controlată și la temperatura ambientală și apoi după răcire la temperatura ambientală acesta se supune unei operații de micronizare, cu ajutorul unui echipament de macinare adecvat, până la dimensiuni ale particulelor mai mici de 100 μm în final materialul obținut este caracterizat de o capacitate de adsorbție a hidrocarburilor petroliere din medii contaminate ridicată (>0.6 g/g).

Anexa desene

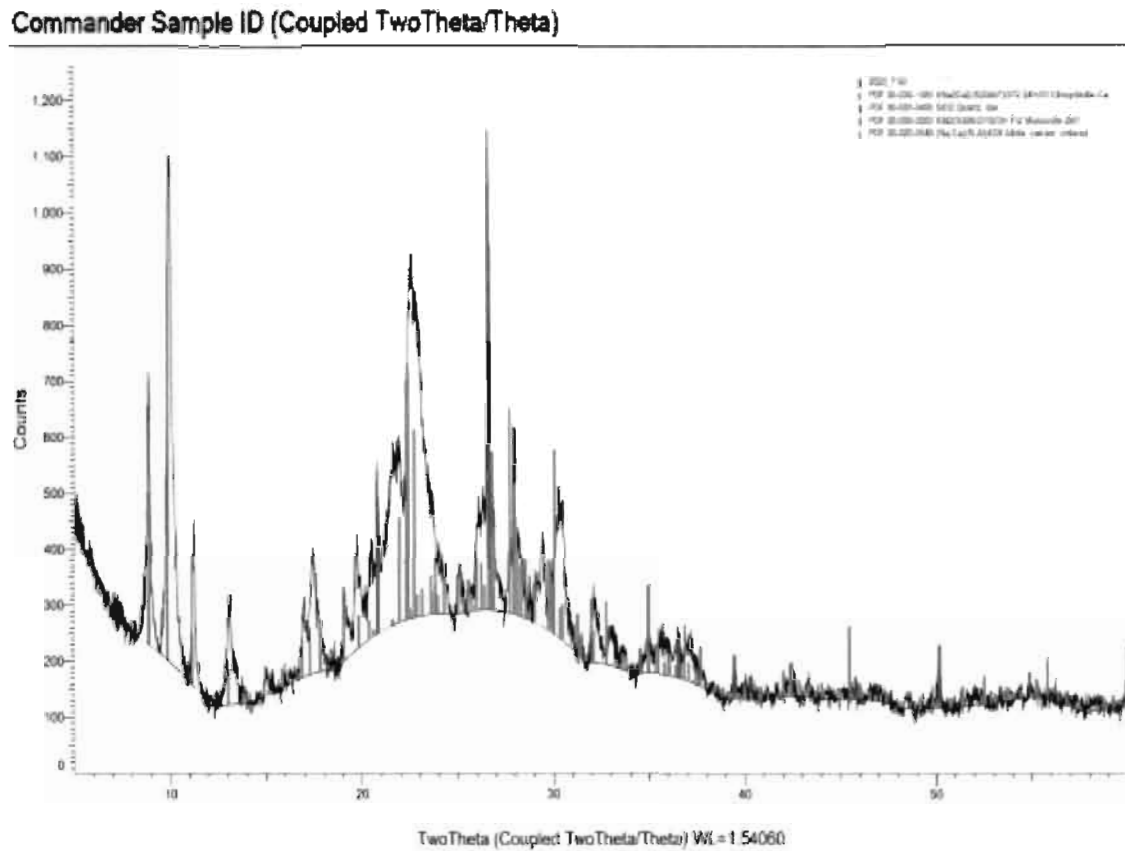


Figura 1. Analiza cristalografica XRD (X-Ray Diffraction): $\text{KNa}_2\text{Ca}_2(\text{Si}_{29}\text{Al}_7)\text{O}_{72}\cdot 24\text{H}_2\text{O}$
Clinoptilolit- SiO_2 – Quart, $\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_{10}(\text{OH}, \text{F})_2$ – Muscovit, $(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$ – Albit,
Calcian