

SOLUȚII INOVATIVE PENTRU TRATAREA ȘI VALORIFICAREA NĂMOLURILOR DIN STAȚIILE DE PREEPURARE INDUSTRIALE

Ing. Florina PRICOP², Ec. Aneta CHIVOIU¹, Ing. Raluca JIANU¹, Dr. ing. Ioana Corina MOGA¹

¹Pro Mediu Dunărean SRL, Giurgiu, România

²Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Textile și Pielărie București, România

REZUMAT. Tehnologia inovativă ce urmează a fi prezentată în acest articol are la bază cercetarea concretizată în elaborarea brevetului cu titlul „Procedeu de obținere a unor materiale de construcție de tip cărămizi și tencuieli”, înregistrat la OSIM cu nr. 125384/30.06.2014 și dezvoltată în proiectul „PROMDES” din programul POC 2014-2020 axa prioritară 1. Pornind de la necesitatea valorificării nămolului rezultat în stația de preepurare ape uzate industriale. S-a urmărit transformarea acestuia într-un deșeu inert (prin includerea într-o matrice ce nu permite levigarea elementelor chimice) ce poate avea diverse utilități (în cazul de față s-a urmărit utilizarea ca material de construcții: cărămizi, tencuieli). Până în prezent, în construcții, se folosesc cărămizi din argila arsă sau BCA din ciment cu nisip. Procedeu de inertizare al nămolului impune asigurarea unei umidități a acestuia sub 80% și realizarea de parametri fizico-chimici și ecologici adecvați utilizării. În acest sens, se realizează o centrifugare a acestuia, în vederea reducerii umidității de la (90-95)% la maxim 80%, tratarea, caracterizarea loturilor de nămol, valorificare nămol prin inertizare cu ciment.

Cuvinte cheie: apă uzată, nămol, tratament ecologic, valorificare, construcții.

ABSTRACT. The innovative technology to be presented in this article is based on the research carried out in the patent entitled "Procedure for obtaining construction materials like bricks and plasters", registered with OSIM under no. 125384/30.06.2014. The innovation is developed in the PROMDES project of 2014-2020 POC Program, Priority Axis 1. Resulted from the need to capitalize the sludge generated in the industrial wastewater pre-treatment plant, the sludge transformation into an inert waste (by including it in a matrix that does not allow the leaching of chemical elements) that may have various utilities (in this case the use as building material: bricks, plasters) was sought. Up to now, bricks or sand-cement BCAs are used in construction. The sludge inertia process requires a humidity of less than 80% and the achievement of physicochemical and ecological parameters suitable for use. In this sense, it is centrifuged in order to reduce the humidity from (90-95)% to maximum 80%, treatment, to recover the sludge by inerting with cement.

Keywords: wastewater, sludge, ecological treatment, recovery, construction.

1. INTRODUCERE

Obiectivul principal al proiectului „PROMDES” îl reprezintă lansarea în producție a cărămizilor și tencuielii realizate pe baza nămolului rezultat de la stația de preepurare aflată în gestiunea companiei Pro Mediu Dunărean SRL. Prin proiect se realizează implementarea unei tehnologii inovative de valorificare și reutilizare a deșeurilor rezultate din tratarea apelor uzate provenite din procese industriale înlăturându-se impactul negativ asupra mediului și a sănătății umane.

Apele uzate industriale provenite de la societățile industriale de pe platforma Parcului Tehnologic și Industrial Giurgiu sunt tratate prin diverse procedee în stația de preepurare. În urma procesului de tratare rezultă nămol, având compoziție fizico-chimică variabilă, în funcție de compoziția apelor uzate tratate și natura substanțelor chimice folosite pentru tratare.

Nămolul trebuie încadrat în funcție de caracteristicile fizico-chimice și conform legislației de mediu în vigoare (Legea 211/2011, Regulament 1272/2008, HG 856/2002) în clase de deșeuri periculoase, nepericuloase sau inerte. În funcție de această clasificare, deșeurile sunt transportate, inertizate și depozitate în depozite specializate pe clase de deșeuri. Costurile cu transportul, inertizarea și depozitarea implică cheltuieli mari, ce au efect final asupra cheltuielilor totale de preepurare a apelor uzate [4].

Acest proiect a rezultat dintr-o necesitate existentă pe piața românească (și nu numai), unde există o stringentă nevoie de soluții pentru tratarea, depozitarea sau/și reutilizarea nămolului și datorită restricțiilor impuse de legislația de mediu referitoare la modul de realizare, operare și gestionare a deșeurilor.

Tendința actuală la nivel mondial este de orientare a direcției de abordare a problemei privind deșeurile rezultate din stațiile de epurare și preepurare

a apelor uzate spre reutilizare sau valorificare în agricultură (ca supliment de N, P, K, Mg, Ca) sau de utilizare ca material de reținere produse petroliere, după compostare, urmată de brichetare (determinare capacitate calorică). Pornind de la necesitatea valorificării nămolului rezultat în stația de preepurare ape uzate industriale, prin *PROMDES* se urmărește transformarea acestuia într-un deșeu inert (prin includerea într-o matrice ce nu permite levigarea elementelor chimice) și utilizarea în realizarea unor materiale de construcții: cărămizi și mortar pentru tencuieli. Procedul brevetat, aduce ca noutate utilizarea nămolului rezultat la preepurarea apelor uzate industriale în combinație cu cimentul, pentru obținerea de materiale de construcții.

Până în prezent, în construcții se folosesc cărămizi din argilă arsă sau BCA din ciment cu nisip. *Pe plan național și internațional există propuneri (sub formă de brevete) de procedee de utilizare a nămolurilor provenite din diverse activități industriale, în construcții: de ex. nămoluri de foraj, nămol activ din stațiile de epurare biologică. Din documentația realizată, nu există aplicabilitate la nivel industrial, a acestor procedee.*

Noua tehnologie inovatoare, propusă a fi implementată este o tehnologie de depoluare și valorificare a deșeurilor eliminându-se potențialul impact asupra factorilor de mediu (apă, aer, sol).

2. METODOLOGIA DE CERCETARE ȘI REALIZARE A NOILOR SOLUȚII TEHNOLOGICE INOVATIVE

Activitățile desfășurate în cadrul cercetării au constat în:

- monitorizarea și colectarea datelor.
- crearea instrumentelor de monitorizare și a procedurilor standard de determinare a caracteristicilor fizico-chimice ale nămolului cu următoarele obiective [2]:

- colectarea informațiilor referitoare la analizele fizico-chimice necesare a fi efectuate pentru a stabili caracterul deșeurii (nămol) (periculos, nepericulos, inert) conform legislației de mediu în vigoare (Legea 211/2011 - privind regimul deșeurilor, Ord. 95/2005 - privind comportarea la levigare a deșeurilor; HG 856/2002);
- crearea instrumentelor de monitorizare a procesului tehnologic inovator constă în stabilirea punctelor de control și a caracteristicilor fizico-chimice monitorizate periodic; crearea procedurilor de lucru interne, de laborator, pe baza standardelor de lucru în vigoare, specifice fiecărui parametru fizico-chimic al deșeurii (pH, carbon organic total,

carbon organic dizolvat, umiditate, substanțe organice, substanțe anorganice, cloruri, sulfați, fluoruri, indice fenol, total substanțe dizolvate, metale (arsen, cadmiu, cupru, crom total, molibden, mercur, nichel, plumb, zinc) în vederea încadrării în normele prevăzute în legislația de mediu în vigoare (HG 856/2002, Legea 211/2011, Ord. 95/2005 etc.) [2].

Procesul de monitorizare și colectarea datelor s-a bazat pe un sistem coerent de culegere de informații (legislație, standarde, analize și indicatori, rapoarte). ***Agenții economici care generează deșuri au obligația să țină o evidență a gestiunii acestora, pentru fiecare tip de deșeu. În acest sens, are loc clasificarea deșeurilor.*** Tehnologia inovativă ce urmează a fi implementată la nivel de aplicație industrială are la bază cercetările ce au stat la baza elaborării brevetului cu titlul *Procedeu de obținere a unor materiale de construcție de tip cărămizi și tencuieli, înregistrat la OSIM cu nr. 125384/30.06.2014.*

Pregătirea probei de nămol, începând de la caracteristicile apei uzate tratate până la procesul de deshidratare, are dublu scop: relevanța și succesul experimentului, adică accesul la un rezultat pozitiv în ceea ce privește obiectivul inițial. Fiecare intenție de motivare și de organizare a experimentului este limitată de cel puțin o formă de incertitudine: incertitudinii legate de realizarea experienței și se alătură alte incertitudini legate de condițiile inițiale.

Fiecare etapă a procesului va fi influențată de cele anterioare, legăturile dintre condițiile inițiale și rezultate sunt afectate de o complexitate de factori.

În urma cercetării efectuate ce a stat la baza elaborării brevetului au fost propuse 2 variante de valorificare a nămolurilor industriale:

- obținerea cărămizilor;
- obținerea materialului pentru tencuieli.

1. Obținerea cărămizilor. Nămolul centrifugat este amestecat în raport de: 45% ciment + 55% nămol. Amestecul se omogenizează timp de 15 minute, până la obținerea unei paste omogene ce se toarnă în forme de metal sau lemn. Se lasă la uscat timp de 24 h, se scoate din forme, lăsându-se la aer liber 3-4 zile, pentru a intra în contact varul din nămol cu CO₂ din aer, ceea ce ajută la creșterea rezistenței [1].

2. Obținerea materialului pentru tencuieli. Nămolul centrifugat este amestecat în raport: 25% ciment + 75% nămol. Se amestecă nămolul cu cimentul, peste care se pune 20% apă. Se omogenizează timp de 15 min [2]. Aceste amestecuri se usucă liber. Pentru a controla calitatea nămolului atât la intrarea cât și la ieșirea din proces, se vor efectua analize fizico-chimice asupra caracteristicilor nămolului, de către un laborator specializat. Rezultatele cercetării, ce au stat la baza elaborării brevetului, sunt preluate etapă cu etapă la nivel industrial.

Etapele procesului:

- ❖ obținerea nămolului prin tratarea apei uzate;
- ❖ deshidratarea nămolului prin filtrare pe filtre saci și/sau centrifugare pe centrifugă de laborator;
- ❖ valorificare nămol prin inertizare cu ciment.

Nămolul folosit pentru teste experimentale cât și mostrele experimentale obținute și selectate vor fi supuse analizelor fizico-chimice. În acest sens, au fost efectuate următoarele determinări:

a) controlul caracteristicilor fizico-chimice ale nămolului (pH, carbon organic total, carbon organic dizolvat, umiditate, substanțe organice, substanțe anorganice, cloruri, sulfăți, fluoruri, indice fenol, total substanțe dizolvate, metale – arsen, cadmiu, cupru, crom total, molibden, nichel, plumb, zinc, mercur) la colectarea din procesul de tratare din stația de preepurare;

b) controlul caracteristicilor fizico-chimice ale produsului final (cărămidă sau tencuieli) (pH, carbon organic total, carbon organic dizolvat, umiditate, substanțe organice, substanțe anorganice, cloruri, sulfăți, fluoruri, indice fenol, total substanțe dizolvate, metale - arsen, cadmiu, cupru, crom total, molibden, nichel, plumb, zinc, mercur) - pentru a determina caracterul acestuia (conform legislației de mediu în vigoare Legea 211/2011 - privind regimul deșeurilor).

3. TESTE EXPERIMENTALE ALE PROCEDEULUI DE OBȚINERE A CĂRĂMIZILOR

Fiecare etapă a procesului va fi influențată de cele anterioare, legăturile dintre condițiile inițiale și rezultate sunt afectate de o complexitate de factori.

Procesul tehnologic din care provine nămolul experimentat este unul fizico-chimic de tratare al apelor

uzate tehnologice. Caracteristicile fizico-chimice ale acestor ape pot varia pentru fiecare test experimental efectuat. În funcție de aceste caracteristici variază și doza de coagulant adăugat (soluție de sulfat de aluminiu 10%) [2].

Procesul de tratare al apelor uzate tehnologice este un proces stabil, din punct de vedere al operațiilor și fenomenelor fizico-chimice ce se desfășoară. Cantitatea de nămol evacuată și periodicitatea evacuării acestuia poate varia în funcție de volumul de apă tratat în stația de preepurare și de caracteristicile fizico-chimice ale acesteia.

Deshidratarea nămolului se realizează prin filtrare pe filtre saci și/sau centrifugare pe centrifugă de laborator. Aceasta are ca scop obținerea unui nămol cu umiditate mai mică de 80%, conform cerințelor tehnologiei propuse de brevet.

Obținerea cărămidilor. Nămolul centrifugat este amestecat în raport de: 45% ciment + 55% nămol. Amestecul se omogenizează timp de 15 minute, până la obținerea unei paste omogene ce se toarnă în forme de metal sau lemn. Se lasă la uscat timp de 24 h, se scoate din forme, lăsându-se la aer liber 3-4 zile, pentru a intra în contact varul din nămol cu CO₂ din aer, ceea ce ajută la creșterea rezistenței [1].

Testările experimentale ale procedului de obținere a cărămidilor și tencuielilor din nămolul rezultat din stația de preepurare se regăsesc în tabelul 1.

În aceasta perioadă, în stația de preepurare au fost tratate ape uzate cu caracteristici fizico-chimice variabile (conform tab.2).

Doză reactiv chimic tratare probă apă uzată tehnologică din stația de preepurare: sulfat de aluminiu, 0,5 g/l apa uzată.

Tabelul 1. Testările experimentale

Experiment	Cod proba nămol	Cod produs final	Data prelevare nămol	Data efectuare experiment
2.10	N 8	2.10	08.03.2017	08.03.2017
2.11	N 8	2.11	08.03.2017	08.03.2017
2.12	N 8	2.12	08.03.2017	08.03.2017

Tabelul 2. Caracteristici fizico-chimice ale apei uzate din care se obține nămolul brut pentru experimente [2]

Parametru	UM	Valori Perioada 01.03.2017- 08.03.2017
pH	Unit. pH	8,74-8,92
Materii în suspensie	mg/l	511,0- 624,0
Consum biochimic de oxygen, CBO ₅	mg O ₂ /l	342,19-367,42
Consum chimic de oxigen CCOCr	mg O ₂ /l	674,28-686,06
Detergenți	mg/l	3,04-3,26
Fosfor total	mg/l	2,64-2,88
Sulfăți	mg/l	378,24-394,62
Amoniu	mg/l	2,64-2,84
Substanțe extractibile	mg/l	30-31,0

Prelevare nămol din stație de preepurare Conform procedurii de lucru pentru o cantitate maximă de 2 tone de nămol se prelevează 10 probe a câte 200 grame constituindu-se o probă omogenă de 2 kg. Au fost constituite 10 astfel de probe de 2 kg. Acestea au fost apoi omogenizate și s-a constituit proba ce va servi pentru experimentele ce se vor efectua.

Prelevările probelor se fac în recipiente din material plastic sau sticlă borosilicată, volum 2000 ml, spălat și ținut în soluție de acid azotic 5% (timp de 24 h și clătit de 2-3 ori cu apă distilată se umple se adăugă acid pentru conservare); se închide etanș.

Transportul și conservarea probei se face la o temperatură de 2-5°C și în condiții de siguranță, pentru a se evita deteriorarea sau distrugerea recipientului și contaminarea sau pierderea probei.

Proba de nămol constituită se codifică și se eșantionează în 3 subeșantioane pentru testele experimentale ce urmează a fi efectuate.

Partea din proba de nămol separată pentru determinări fizico-chimice va fi conservată în vas de sticlă (fig. 1) prelevată din nămolul brut (fig. 2). Produsul final este prezentat în figura 3.

Fig. 1. Proba de nămol conservată pentru analize fizico-chimice cod probă N8.



Fig. 2. Nămol brut folosit la experimentari.



Fig. 3. Produs final cărămidă cod proba 2.10.

Descrierea probei de nămol, după tratare apă uzată: aspect semilichid, albastru închis cu irizații cenușii.

- Umiditate nămol înainte de filtrare și centrifugare: 97,06%.

- Umiditate nămol după filtrare pe filtru saci și centrifugare: 65,28%.

- Cantitate nămol folosit pentru obținere produs final, cărămidă: 2,75 kg.

- Cantitate ciment folosit pentru obținere produs final, cărămidă: 2,25 kg.

Mod de lucru pentru preparare produs final cărămidă. Proba de apă brută este tratată cu sulfat de aluminiu, doza 0,5 gr/l, pentru precipitare și coagulare substanțe organice și anorganice. Nămolul rezultat după decantare 24 h, este filtrat pe filtru saci și centrifugat pe centrifugă de laborator. Nămolul deshidratat este amestecat în raport de: 45% ciment + 55% nămol. Amestecul se omogenizează timp de 15 minute, până la obținerea unei paste omogene ce se toarnă în forme de metal sau lemn. Se lasă la uscat timp de 24 h, se scoate din forme, lăsându-se la aer liber 3 - 4 zile, pentru a intra în contact vărul din nămol cu CO₂ din aer, ceea ce ajută la creșterea rezistenței [1].

Acest articol a fost realizat în cadrul proiectului cu tema „Tehnologie inovatoare de valorificare a deșeurilor nepericuloase de tip nămol industrial pentru realizarea materialelor de construcție cărămidă și tencuieli „PROMDES” din Programul POC 2014-2020 axa prioritară 1.

4. CONCLUZII

Noua tehnologie inovatoare, tratată în acest articol este o tehnologie de depoluare și valorificare a deșeurilor eliminându-se potențialul impact asupra factorilor de mediu (apă, aer, sol). Din acest motiv, proiectul se încadrează în subdomeniul „tehnologii de depoluare și valorificare a deșeurilor”.

Managementul eficient și de calitate al apei uzate asigură obținerea unui nămol de calitate corespunzătoare pentru a fi gestionat și valorificat conform tehnologiei propuse de brevet (inertizare și obținere că produs final: cărămidă și tencuieli) [2].

Prin asigurarea condițiilor de desfășurare a unui management de mediu eficient (pe cele două componente ale sale: apă uzată și nămol), în concordanță cu legislația de mediu europeană și națională, se asigură pentru compania Pro Mediu Dunărean SRL, cele 3 surse de profit:

- tratare apă uzată industrială în stația de preepurare [2];

- valorificare nămol rezultat în stația de preepurare, conform tehnologiei propuse prin brevet, la obținerea cărămidilor.

Profitul implementării noii tehnologii inovatoare și ecologice [4] provine și din micșorarea cheltuielilor de gestionare a nămolului (transport, depozitare și eliminare deșeurii), costul apei epurate fiind mai mic. Prin micșorarea costurilor crește profitul în condițiile în care

Pro Mediu Dunărean SRL nu modifică prețul metrului cub de apă epurată.

BIBLIOGRAFIE

[1] Jianu, R., Jianu, N., „*Procedeu de obținere a unor materiale de construcție de tip cărămizi și tencuieli*”, Brevet OSIM cu nr. 125384/30.06.2014.

[1] Pricop, F., Popescu, A., Ghituleasa, C., Moga, I.C., „*Specific pollutants generated by the textile companies from the cross-border area and technological solutions for minimizing and monitoring of the wastewater pollution*”, Ghid, Editura Certex, (2013), Bucuresti, România.

[3] Rupp, J., „*Ecology and Economy in Textile Finishing*”, Textile World, 2008.

[4] Pricop, F., „*Technical reports for Biotewater project*”, 2016.

Despre autori

CS III Ing. **Florina PRICOP**
INCDTP – București

Absolventă a Universității Tehnice „Gh. Asachi” Iași, Facultatea de Tehnologia și Chimia Textilelor. Activitate: elaborare și coordonare proiecte cercetare în domeniul textil și protecției mediului, elaborare de tehnologii ecologice și de protecția mediului, coordonare proiecte de cercetare noi în programe naționale și internaționale. Este coautoare în 3 brevete de invenții. A publicat în calitate de autor sau coautor 3 cărți și peste 40 articole în reviste de specialitate și în volumele unor conferințe internaționale / naționale. E-mail: pricop44@yahoo.ca

Ec. **Raluca JIANU**
Director SC Pro Mediu Dunărean, Giurgiu

Absolventă a Academiei de Studii Economice. Activitate: management economic in Parcul tehnologic și industrial Giurgiu, participare la elaborare proiecte cercetare, manager proiect PROMEDS, participare la conferințe naționale și internaționale, coautor la 1 brevet de invenție. E-mail: raluca56@yahoo.com

CSIII ing. **Aneta CHIVOIU**
SC Pro Mediu Dunărean, Giurgiu

Absolventă a Institutul Politehnic „Gh. Asachi” din Iași. **Facultatea de Tehnologie Chimică, secția Tehnologie substantelor organice.** Activitate: coordonator laborator Protecția mediului, elaborare proiecte și lucrări de cercetare în domeniul tehnologiilor de epurare, participare la elaborare standarde, normative și proceduri în domeniul protecției mediului, participare la conferințe naționale și internaționale, realizează studii de impact și articole în domeniu. Membru al ASRO CT-104 și trainer în domeniul protecției mediului. E-mail: anetachivoiu@yahoo.com

CS III dr. ing. **Ioana Corina MOGA**
Universitatea „Politehnica” din București

Este absolventă a Facultății de Energetică ca șefă de promoție, urmând apoi cursuri de master și doctorat în domeniul protecției mediului. A finalizat studii de post-doctorat pe specializarea epurare ape uzate în 2013. A publicat în calitate de autor sau coautor: 3 cărți și peste 50 articole în reviste de specialitate și în volumele unor conferințe internaționale/naționale. A contribuit la implementarea a peste 10 contracte de cercetare. Este coautoare în 2 brevete de invenții pentru care a obținut premii și distincții la saloane internaționale de invenție. Alături de colectivul SC DFR Systems SRL, a primit premiul AGIR (Secțiunea „Ingenieria mediului”) pentru activitatea depusă în anul 2012. Email: corinamoga@yahoo.com