

RAPORT ȘTIINȚIFIC ȘI TEHNIC

(RST)

Denumirea proiectului: Pelicule detașabile pentru decontaminarea metalelor grele și radionuclizilor

Acronimul proiectului: StripCoat-HMR

Cod proiect : PN-III-P2-2.1-PTE-2019-0400

Contract de finanțare nr.49PTE/2020

ETAPA 2 / 2021

Probe tehnologice și funcționale cu instalația pilot de fabricare

Execuția, testarea și evaluarea lotului prototip industrial

Echipa de cercetare

Coordonator proiect : Stimpex S.A.

Director proiect: ing. Marcel ISTRATE

Parteneri:

P1: Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”

Responsabil proiect: dr.ing. Gabriela TOADER

P2: Institutul National de Cercetare-Dezvoltare pentru Chimie și Petrochimie - ICECHIM

Responsabil proiect: dr.ing. Ana-Mihaela GAVRILA

P3: Centrul de Cercetare Științifică pentru Apărare CBRN și Ecologie

Responsabil proiect: dr.ing. Ciprian SAU

-Decembrie 2021-

CUPRINS

1.	Rezumatul Etapei 2/2021.....	3
2.	Descrierea științifică și tehnică a activităților din Etapa 2/2021	4
2.1.	Obiectivul general al proiectului si obiectivele specifice ale proiectului in Etapa 2/2021	4
2.2.	Redactarea specificației de fabricație.....	5
2.3.	Probe tehnologice si funcționale cu instalația pilot de fabricare	5
2.3.1.	Modernizarea/repararea utilajului întrebuințat pentru amestecarea substanțelor vâscoase.....	5
2.3.2.	Execuția șarjei de control.....	10
2.4.	Execuția lotului prototip industrial „StripCoat-HMR”.....	10
2.4.1.	Materii prime și pregătirea lor pentru procesul de fabricație	10
2.4.2.	Execuția lotului prototip industrial	11
2.5.	Elaborarea și parcurgerea Planului de testare evaluare al soluțiilor de decontaminare	12
2.6.	Raportul de testare evaluare al soluțiilor de decontaminare.....	14
2.6.1.	Caracteristici tehnice	14
2.6.2.	Derularea programului de testare	14
2.6.3.	Rezultatele testărilor efectuate	15
3.	Concluzii.....	18
4.	Identificarea rezultatelor Etapei 2/2021 si gradul de realizare a obiectivelor.....	18
5.	Diseminarea rezultatelor cercetării	19

1. Rezumatul Etapei 2/2021

La execuția Etapei 2/2021 - „Probe tehnologice și funcționale cu instalația pilot de fabricare urmată de execuția, testarea și evaluarea lotului prototip industrial” din cadrul proiectului „Pelicle detașabile pentru decontaminarea metalelor grele și radionuclizilor” (StripCoat-HMR - PN-III-P2-2.1-PTE-2019-0400) au participat toți partenerii din consorțiu. Managementul proiectului a asigurat respectarea planificării și realizarea activităților din planul de realizare care au condus la îndeplinirea tuturor obiectivelor prevăzute în această etapă.

Pe tot parcursul derulării acestei etape, Coordonatorul proiectului (CO) – STIMPEX S.A a gestionat, analizat, sintetizat și prelucrat atât informațiile științifice cât și datele financiare primite de la partenerii din consorțiu. Toate informațiile referitoare la activitățile realizate în această etapă de către parteneri se regăsesc integral stocate la coordonatorul proiectului, atât în format electronic cât și tipărite.

În vederea atingerii obiectivelor acestei etape a proiectului, partenerii au colaborat la efectuarea următoarelor **activități** științifico-tehnice:

- Modernizarea/repararea utilajului întrebuințat pentru amestecarea substanțelor vâscoase „STI-RSV”
- Execuția probelor tehnologice și funcționale ale instalației pilot de fabricare a soluțiilor de decontaminare
- Optimizarea procesului de fabricație prin fabricarea unei șarje mai mici
- Execuția lotului prototip industrial
- Elaborarea planului principal de testare al soluțiilor de decontaminare
- Testarea soluțiilor de decontaminare și elaborarea raportului de testare
- Depunere cerere de brevet
- Diseminarea rezultatelor obținute (articole ISI, participări la conferințe internaționale)
- Actualizarea paginii web a proiectului

rezultând următoarele materiale și documente:

- **Produs:** Soluții de decontaminare (lot prototip industrial)
- Specificație de fabricație (valabil prototip industrial)
- Plan de testare evaluare a lotului prototip
- Raport de testare evaluare a lotului prototip
- Documentație pentru repararea/modernizarea utilajului întrebuințat pentru amestecarea substanțelor vâscoase „STI-RSV”
- Raport științific și tehnic (al fiecărui partener)
- Raport științific și tehnic - **in extenso** - (prezentul document, care însumează toate activitățile parcurse până în prezent în vederea îndeplinirii obiectivelor proiectului)
- Actualizarea paginii web a proiectului

Cercetările efectuate pentru elaborarea tehnologiei de obținere a produsului „Pelicle detașabile pentru decontaminarea metalelor grele și radionuclizilor” au permis stabilirea parametrilor tehnici și fluxurile tehnologice ale procesului iar pe baza acestor informații a fost optimizată și instalația de fabricație a prototipului industrial. Prepararea soluțiilor de decontaminare se realizează în șarje (ca proces discontinuu) și presupune o succesiune de etape de dozare și amestecare/omogenizare. Soluțiile de decontaminare sunt obținute parcurgând următoarele patru etape:

1. solubilizarea agentului de complexare;
2. dispersarea argilei;
3. solubilizarea polimerului;
4. solubilizarea plastifiantului.

Decontaminarea se realizează în trei pași simpli: aplicarea soluției de decontaminare pe suprafața contaminată, uscarea și exfolierea peliculelor (suprafața este astfel decontaminată).

Studiile și materialele elaborate, ca urmare a realizării activităților din cadrul actualei faze de execuție a proiectului, au stat la baza alegerii parametrilor optimi pentru demararea etapelor următoare.

2. Descrierea științifică și tehnică a activităților din Etapa 2/2021

2.1. Obiectivul general al proiectului și obiectivele specifice ale proiectului în Etapa 2/2021

Scopul acestui proiect constă în **transferul unei tehnologii inovatoare de decontaminare**, ce presupune utilizarea unor pelicule polimerice exfoliante pentru decontaminarea metalelor grele și radioactive, **dinspre mediul academic, către partenerul industrial STIMPEX S.A.** Aceste pelicule polimerice au capacitatea de a îngloba agentul contaminant (metale grele sau metale radioactive) și de a-l înlătura, odată cu detașarea lor, de pe suprafața contaminată. **Peliculele polimerice investigate în cadrul acestei etape au fost obținute din soluțiile de decontaminare realizate la scara de prototip industrial, printr-o modalitate de sinteza verde, utilizând materii prime prietenoase cu mediul înconjurător, biodegradabile, netoxice și ieftine.** Soluțiile de decontaminate astfel sintetizate pot fi aplicate prin pulverizare sau vor putea fi întinse cu ajutorul unei role sau pensule, iar după uscare, peliculele obținute vor putea fi detașate prin simpla lor exfoliere, îndepărtând astfel totodată și agentul contaminant înglobat în matricea polimerică a acestora.

În vederea îndeplinirii scopului acestui proiect, în cadrul acestei etape, au fost atinse următoarele **obiective generale ale proiectului**:

- ❖ **Dezvoltarea unui prototip cu nivelul de maturitate tehnologică TRL 6** (bazat pe cel de nivel TRL 4, realizat deja de Academia Tehnică Militară „Ferdinand I”), capabil să susțină experimentele necesare elaborării tehnologiei de fabricare a soluțiilor de decontaminare pentru metale grele și radioactive;
- ❖ **Fabricarea unor șarje reproductibile (în serie mică) de soluții polimerice pentru decontaminarea metalelor grele și radioactive, de către STIMPEX S.A. ;**
- ❖ **Testarea și optimizarea prototipului la exigențele nivelului de maturitate tehnologică TRL 6;**

Obiectivele specifice ale proiectului, în Etapa 2/2021 - „Probe tehnologice și funcționale cu instalația pilot de fabricare urmată de execuția, testarea și evaluarea lotului prototip industrial” au fost îndeplinite pe parcursul acestui an, în ordinea următoare:

- Într-o primă fază a fost pregătită instalația de fabricare a lotului prototip industrial prin modernizarea/repararea utilajului întrebuințat pentru amestecarea substanțelor vâscoase „STI-RSV”
- Cel de-al doilea pas a constat în execuția probelor tehnologice și funcționale ale instalației pilot de fabricare a soluțiilor de decontaminare
- Apoi, în vederea optimizării procesului de fabricație, s-a realizat inițial o șarjă mai mică (10 kg soluție de decontaminare)
- Această primă șarjă a fost urmată de execuția lotului prototip industrial (50 kg soluție de decontaminare StripCoatHMR)
- A fost elaborat un plan principal de testare al soluțiilor de decontaminare (PTED)
- Ulterior, CO-STIMPEX S.A. a distribuit partenerilor atât mostre din prima șarjă cât și mostre din lotul prototip pentru a fi testate conform PTED
- Fiecare partener a efectuat teste specifice șarjei de control, apoi și lotului prototip, conform PTED, iar pe baza rezultatelor obținute a fost elaborat un raport de testare evaluare (RTED)
- Diseminarea rezultatelor obținute (1 depunere de cerere de brevet la OSIM, 3 articole ISI, 6 participări la conferințe internaționale)
- Actualizarea paginii web a proiectului

În vederea realizării transferului tehnologic către STIMPEX S.A., au fost redactate următoarele materiale și documente, care reprezintă de fapt **livrabilele** acestei etape, **ETAPA 2/2021**:

- L1. Documentație „Operațiuni de modernizare/reparare Reactor de amestecare substanțe vâscoase STI-RSV”** – întocmită de CO-STIMPEX S.A.
- L2. Specificație de fabricație (valabil prototip industrial)** – întocmită de P1 – ATMFI în colaborare cu CO-STIMPEX S.A.

- L3. Instalație pilot de fabricare a soluțiilor de decontaminare testată și funcțională** – întocmită de CO-STIMPEX S.A., cu suport tehnic oferit de către toți partenerii din consorțiu
- L4. Lot prototip industrial** – CO-STIMPEX S.A., cu suport tehnic oferit de către toți partenerii din consorțiu
- L5. Plan de testare evaluare a soluțiilor de decontaminare** – întocmit de P1 – ATMFI în colaborare cu P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE
- L6. Raport de testare evaluare a soluțiilor de decontaminare** – întocmit de P1 – ATMFI, în colaborare cu P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE, pe baza „Buletinelor de încercare” rezultate în urma investigațiilor efectuate asupra lotului prototip industrial
- L7. Cerere de brevet depusă la OSIM** – redactat de P1-ATMFI, cu sprijinul P2-ICECHIM și CO-Stimpex S.A.
- L8. Articole ISI (3 articole, dintre care două au fost publicate într-o revistă din „zona roșie” cu factor de impact 4.329)** – realizate de P1- ATMFI, cu sprijinul P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE
- L9. Conferințe internaționale (7 lucrări, sub formă de articol, prezentare orală sau poster)** - P1- ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE
- L10. Pagină web a proiectului actualizată** - CO-STIMPEX S.A., în colaborare cu toți partenerii
- L11. Raport științific și tehnic -in extenso-** (prezentul document, care însumează toate activitățile parcurse de către toți membrii consorțiului în Etapa 2/2021, în vederea îndeplinirii obiectivelor proiectului) – CO-STIMPEX S.A., pe baza RST-urilor primite de la toți partenerii

2.2. Redactarea specificației de fabricație

Un prim pas realizat în Etapa 2/2021 a constat în elaborarea specificației de fabricație a produsului StripCoat HMR. Specificația tehnică de fabricație elaborată în cadrul acestei etape a avut la bază cele două specificații de dezvoltare elaborate în Etapa 1/2020: Specificația de dezvoltare (valabil model experimental), respectiv Specificația de dezvoltare (valabil prototip industrial), informații incluse integral în RST-ul P1-ATMFI aferent anului 2020, care se regăsesc în format fizic și electronic și la coordonatorul acestui proiect.

Specificația de fabricație conține toate cerințele tehnice impuse produsului dezvoltat cât și modalitatea de execuție a lotului prototip. Succesiunea operațiilor tehnologice prin care trec materiile prime pentru a forma soluția de decontaminare este descrisă prin fluxul tehnologic prezentat în Figura 1.

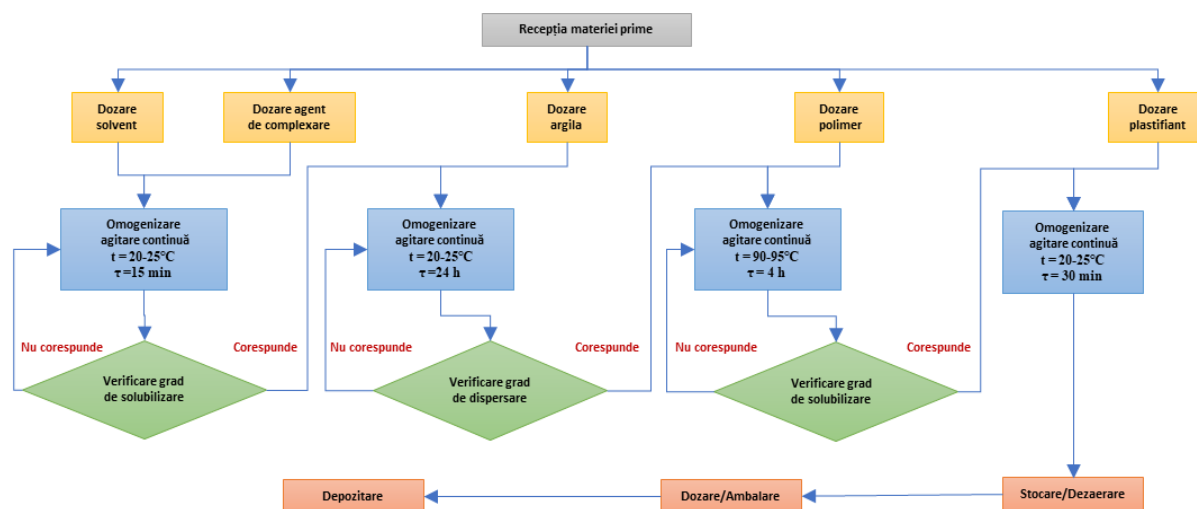


Figura 1 – Ilustrare schematică a fluxului tehnologic de obținere a soluțiilor de decontaminare

2.3. Probe tehnologice și funcționale cu instalația pilot de fabricare

2.3.1. Modernizarea/repararea utilajului întrebuințat pentru amestecarea substanțelor vâscoase

Tot în prima fază a acestei etape a proiectului, a fost pregătită și instalația de fabricare a lotului prototip industrial, prin modernizarea/repararea utilajului întrebuințat pentru amestecarea substanțelor vâscoase „STI-

RSV". Măsurile întreprinse de către echipa Stimpex S.A. în vederea modernizării acestui utilaj sunt enumerate în continuare:

1. Cuvă de mixare substanțe vâscoase
 - Verificarea jocurilor paletelor de mixare
 - Verificarea etanșeității cuvei de mixare
 - Înlocuirea garniturii de etanșare vapori
 - Sablare cuvă de mixare
 - Vopsire cuvă de mixare
2. Motor electric
 - Verificare jocuri
 - Schimbare perii colectoare
 - Bobinare rotor
 - Schimbare rulmenți
 - Sablare carcasă pentru îndepărtarea vopselei existente și a ruginii
 - Vopsire carcasă
3. Sistem de basculare
 - Verificarea jocurilor
 - Sablare carcasă pentru îndepărtarea vopselei existente și a ruginii
 - Înlocuire lagăre de alunecare și șuruburi de prindere
 - Vopsirea barei de acționare a sistemului de basculare
 - Ungerea cu vaselină grafitată a angrenajului care asigură bascularea și a lagărelor de alunecare
 - Schimbarea șuruburilor de prindere
4. Capac de etanșare
 - Verificare cu aer comprimat în vederea determinării etanșeității fantei de inserare a termometrului pentru măsurarea temperaturii substanței vâscoase
 - Sablare capac pentru îndepărtarea vopselei și ruginii
 - Vopsire capac
5. Reductor
 - Verificarea jocurilor angrenajului melc roată melcată
 - Schimbare garnituri și semeringuri de etanșare
 - Verificare/Schimbare lichid de ungere vaselină grafitată
 - Sablare carcasă exterioară pentru îndepărtarea vopselei existente și ruginii
 - Schimbare șuruburi de prindere de suport și flanșă
 - Vopsire carcasă exterioară
6. Angrenaj cu roți dințate
 - Verificarea jocurilor
 - Sablare angrenaj pentru îndepărtarea vopselei existente și a ruginii
 - Ungerea cu vaselină grafitată a angrenajului
 - Vopsire
7. Cadru de susținere
 - Înlocuire șuruburi de prindere
 - Sablare cadru
 - Vopsire cadru
8. Manta de încălzire substanță vâscoasă/Circuit de încălzire manta
 - Verificarea etanșeității flanșei de alimentare a mantalei
 - Sablare manta de încălzire
 - Curățare circuit de încălzire manta
 - Vopsire manta

Acest utilaj (cu capacitatea cuvei de 100 litri), întrebuințat pentru amestecarea substanțelor vâscoase „STI-RSV”, este ilustrat în figurile de mai jos:

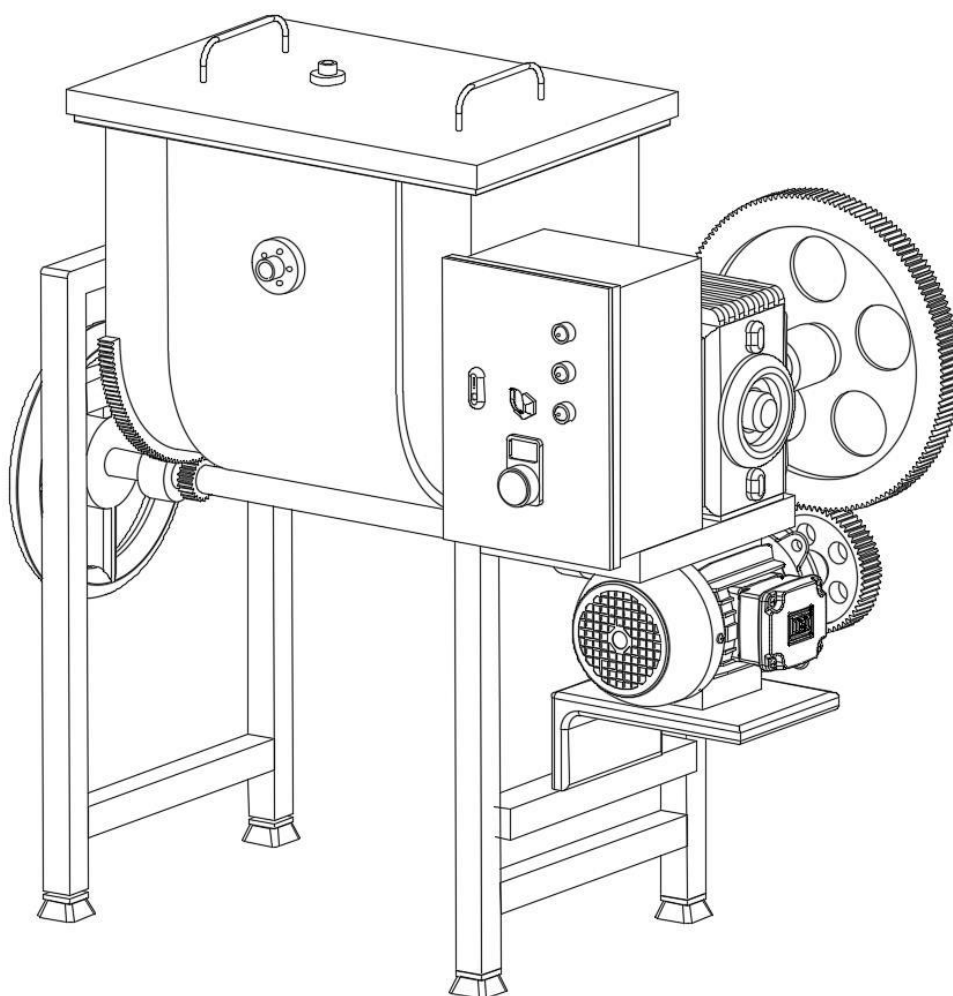


Figura 2 - Vedere izometrică reactor STI-RSV

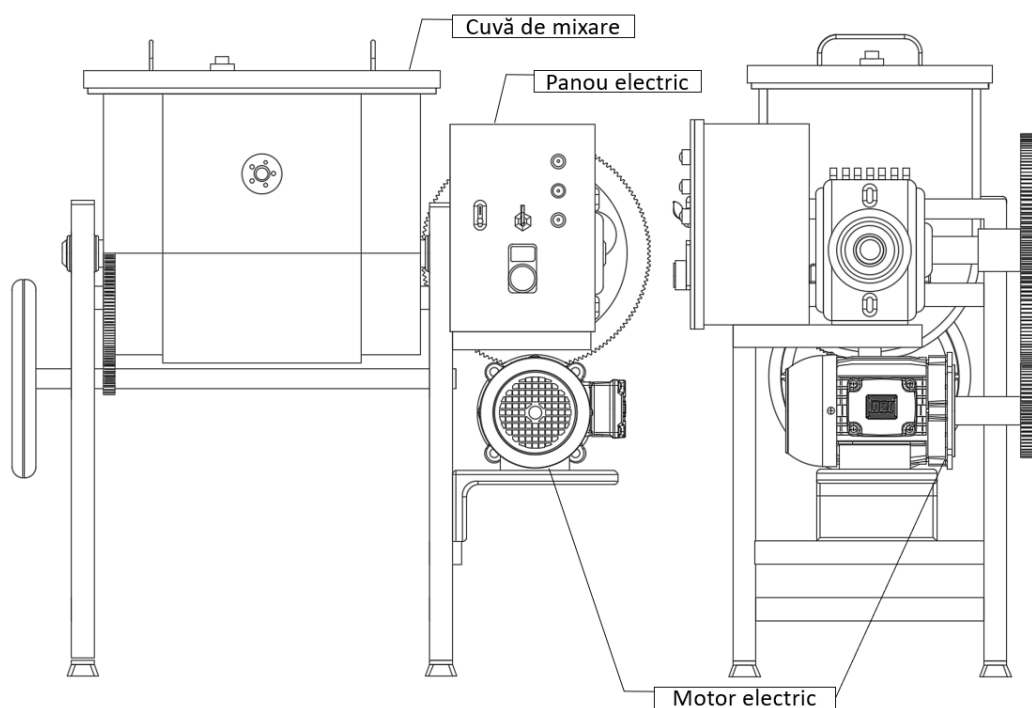


Figura 3 - Vedere din fata/stânga reactor STI-RSV

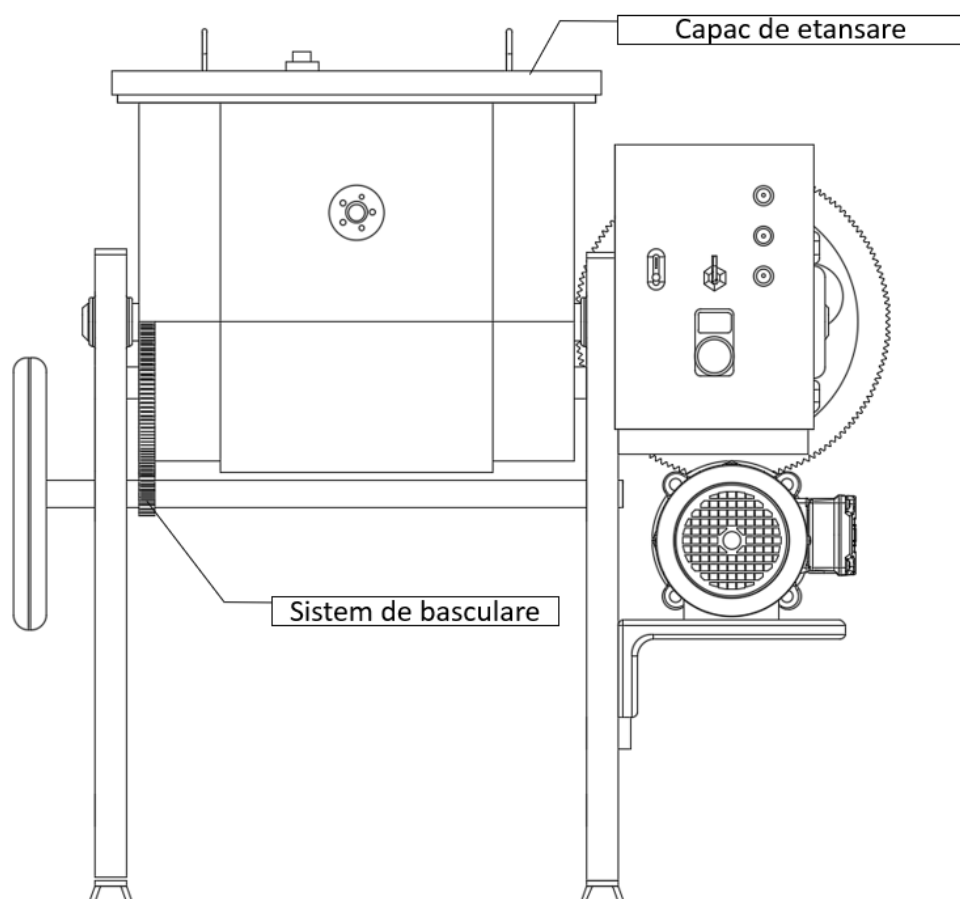


Figura 4 - Vedere din față reactor STI-RSV

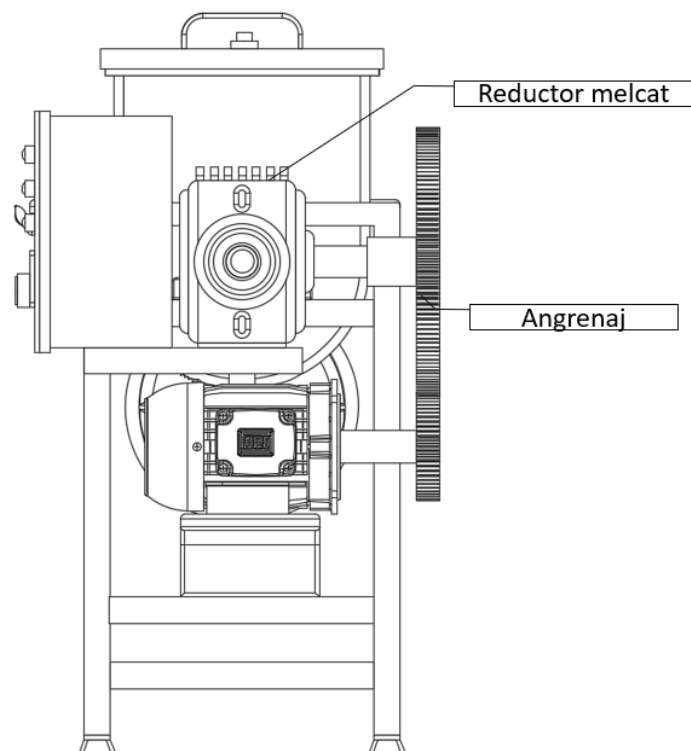


Figura 5 - Vedere din stânga reactor STI-RSV

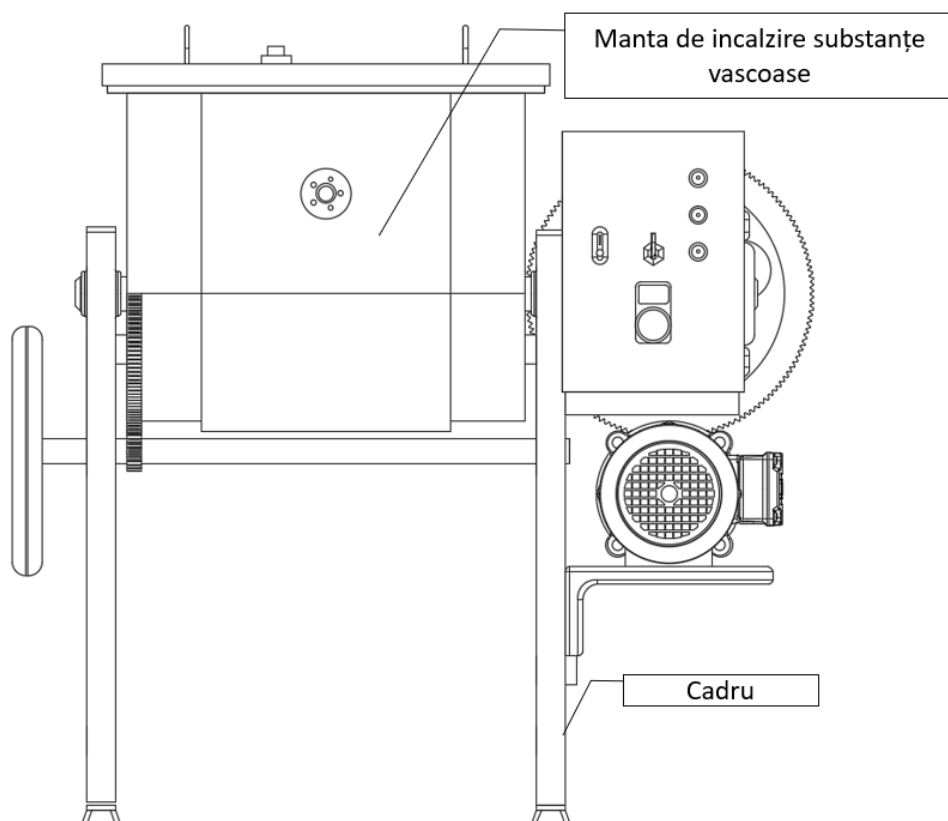


Figura 6 - Vedere din față reactor STI-RSV

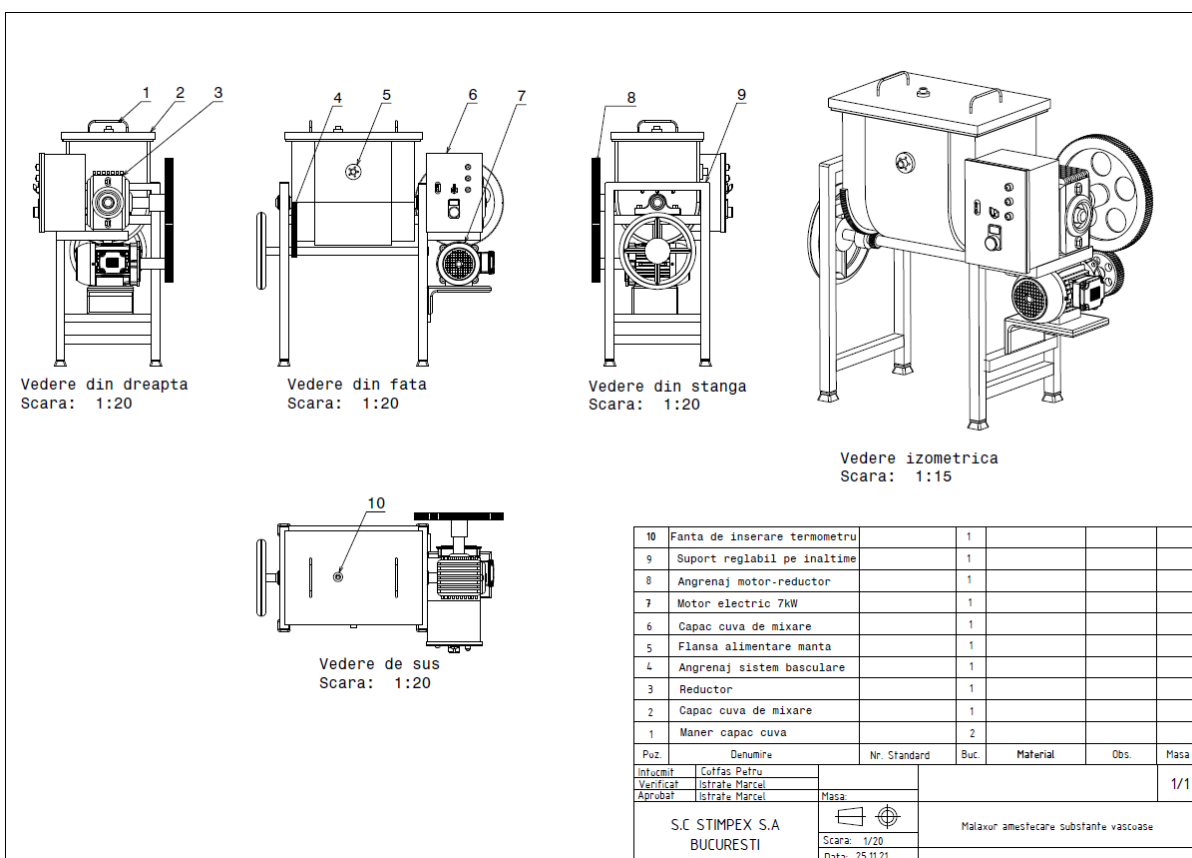


Figura 7 - Reactor STI-RSV

2.3.2. Execuția șarjei de control

Pentru optimizarea procesului de fabricație, într-o primă fază, a fost preparată o șarjă mai mică (10 kg soluție de decontaminare). Astfel, s-a executat totodată și verificarea bunei funcționări a instalației de fabricație. P1-ATMFI a participat, la sediul CO-Stimpex S.A., la realizarea acestei prime șarje, în vederea verificării bunei funcționări a fluxului tehnologic și a efectuat teste specifice pentru a determina dacă soluțiile de decontaminare din aceasta prima șarjă sunt conforme cu specificația de fabricație.

2.4. Execuția lotului prototip industrial „StripCoat-HMR”

După validarea bunei funcționări a instalației de fabricație și a conformității șarjei de control cu cerințele impuse în specificația de dezvoltare a produsului de bază, s-a trecut la execuția lotului prototip industrial. În continuare, sunt prezentate doar aspectele esențiale ale procesului de fabricație, care s-a derulat pe baza informațiilor preluate din documentația de fabricație elaborată în Etapa 2/2021:

2.4.1. Materii prime și pregătirea lor pentru procesul de fabricație

Compoziția produsului

Soluția de decontaminare dezvoltată în cadrul acestui proiect la nivel de prototip industrial, este o soluție netoxică, biodegradabilă, pe bază de apă care ca și component principal un polimer care formează pelicula propriu-zisă, plastifiantul care oferă elasticitate filmelor și două tipuri de substanțe folosite pentru reținerea metalelor grele și radionuclizilor în interiorul matricei polimerice: argila și agentul de complexare. Proporțiile în care componenții se regăsesc în aceste soluții sunt:

- 10% polimer (alcool polivinilic);
- 5% plastifiant (glicerină);
- 0.5% agent de complexare (acid etilendiaminotetraacetic, sare disodică / acid iminodisuccinic, sare tetrasodică);
- 1% argilă (bentonită hidrofilă) - material cu capacitate mare de adsorbție;
- 83.5 % solvent (apă).

Materiile prime necesare sintezei soluțiilor de decontaminare sunt prezentate în Tabelul 1.

Tabel 1: Materii prime pentru sinteza soluțiilor din care se obțin peliculele pentru decontaminare				
Nr. crt.	Materii prime	Denumire chimică	Caracteristici principale	Sugestii producători/furnizori *
1	Matrice polimerică	Alcool polivinilic (APV)	Pudră granulară de culoare albă Grad de hidroliză 98-99%, Masa moleculară medie 85,000-124,000 Da	Sigma-Aldrich/Redox sau PROCIV-SRL
2	Agenți de complexare**	Acid etilendiaminotetraacetic, sare disodică (EDTA)	Pudră fină de culoare albă, puritate > 99%	Honeywell Fluka/Amex-lab
		Acid iminodisuccinic, sare tetrasodică (IDS)	Pudră fină de culoare albă puritate > 78 %	BAYPURE® CX100, Lanxess
3	Argilă	Bentonită hidrofilă nanoparticule	Pudră fină de culoare bej Dimensiunea particulelor ≤ 25μm	Sigma-Aldrich/Redox
4	Plastifiant	Glicerină anhidră pa	Lichid vâscos incolor Densitate relativă la 20 °C: 1,262 ± 0,002 g/ml	Chimopar SRL
5	Recipiente stocare	Polietilenă/polipropilenă	1 litru, 5 litri sau 10 litri, prevăzute cu sistem de închidere autosigilabil	Plastor S.A., Napochim, etc.

* Producătorii/Furnizorii menționați în tabel pot fi schimbați dar caracteristicile reactivilor trebuie păstrate

** poate fi utilizat oricare dintre cei doi agenți de complexare, în cazul lotului prototip industrial realizat în Etapa 2/2021 s-a utilizat EDTA

Selectarea materialelor din care s-a realizat compoziția s-a făcut pe baza condițiilor de calitate impuse prin standardele și normativele în vigoare. Materiile prime și materialele folosite la realizarea produselor au fost însoțite de certificate de calitate, buletine de analiză și declarații de conformitate ale firmelor producătoare. Deoarece furnizorii de materii prime au îndeplinit cerințele ISO 9001, nu a fost necesară testarea suplimentară a acestora înainte de introducerea în procesul tehnologic de fabricație.

2.4.2. Execuția lotului prototip industrial

În continuare este descris modul în care a fost obținut lotul prototip industrial, pe baza informațiilor regăsite în Specificația de fabricație:

Pentru a realiza șarja de 50 kg de soluție de decontaminare, în prima etapă s-au introdus 41.75 litri de apă distilată în reactorul pentru dizolvare. Turația agitatorului a fost setată la 300-500rpm și s-au adăugat 0.25 kg de agent de complexare (EDTA). Amestecul a fost menținut sub agitare continuă pentru 15 minute, iar când agentul de complexare s-a solubilizat în totalitate, s-a adăugat 0.5 kg de argilă (bentonita hidrofilă) s-a mărit turația agitatorului la 500-700 rpm. Amestecul a fost menținut sub agitare energetică timp de 24 h pentru dispersarea uniformă a nanoargilei. Următorul pas a constat în încălzirea amestecului la 90-95 °C iar turația agitatorului a fost mărită la 700-900 rpm, după care s-au adăugat treptat cele 5 kg de alcool polivinilic (treptat, câte 0.5 kg de polimer, la interval de 5 minute). Amestecul a fost menținut sub agitare la 90-95 °C, timp de 8h (până la solubilizarea completă a polimerului). În etapa finală, s-a oprit încălzirea prin manta, apoi au fost adăugate 2.5 kg de glicerină anhidră iar amestecul a mai fost menținut sub agitare la 500-700 rpm timp de 30min. Pentru verificarea gradului de solubilizare/dispersare pe parcursul procesului s-au prelevat mostre a câte 50 mL probă din reactor care au fost analizate (aspectare vizuală, determinarea vâscozității soluției după răcire). Amestecul final a fost ulterior introdus apoi într-un rezervor pentru stocare din care s-a realizat și dozarea în ambalaje din plastic de 1L (Figura 8 și Figura 9). După ambalare, soluția a fost depozitată în condiții specifice (ferită de acțiunea directă a razelor solare sau de îngheț, temperatură max. 25 °C, umiditate relativă 50-55%).



Figura 8 – Lot prototip industrial „StripCoat-HMR”



Figura 9 – Flacon de 1 litru conținând soluția de decontaminare pentru metale grele și radionuclizi StripCoat HMR (lot prototip industrial)

Ulterior, CO-Stimpex S.A. a transmis mai multe mostre din această șarjă lot prototip industrial „StripCoat-HMR” către parteneri, care au efectuat teste specifice, conform Planului de testare evaluare, descris în detaliu în subcapitolul următor.

2.5. Elaborarea și parcurgerea Planului de testare evaluare al soluțiilor de decontaminare

P1-ATMFI a redactat, în colaborare cu toți membrii consorțiului, un plan de testare evaluare a soluțiilor de decontaminare (PTED), menit să ofere posibilitatea de a evalua obiectiv performanțele produsului dezvoltat în cadrul acestui proiect, prin teste specifice. Astfel, prin testarea și evaluarea soluțiilor de decontaminare care formează pelicule detașabile StripCoat-HMR (fază de prototip) s-a urmărit verificarea caracteristicilor fizico-chimice și funcționale ale acestora, prin evaluarea capacității de decontaminare a metalelor grele și a

materialelor radioactive, parcurgând anumite proceduri operaționale, descrise în detaliu în Planul de testare evaluare a soluțiilor de decontaminare. În continuare sunt ilustrate pe scurt, în cele două tabele de mai jos, atât programul planului de testare cât și activitățile planificate și realizate. Diagrama programului de testare parcurs în cadrul acestei etape este prezentată în Tabelul 2.

Tabelul 2 – Diagrama programului de testare

Nr. crt.	Denumirea activității	Perioada de testare
1	Verificări inițiale	01.07.-15.07.2021
2	Verificarea caracteristicilor fizico-chimice	18.07.-29.08.2021
3	Verificarea caracteristicilor de performanță	01.09.-04.11.2021
4	Analiza rezultatelor și întocmirea raportului de testare și evaluare de dezvoltare	05.11.-02.12.2021

Programul de testare-evaluare complet, cuprinzând toate datele referitoare la activitățile desfășurate, este prezentat în Tabelul 3. În perioadele mai sus menționate, P1-ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE au parcurs, pentru mai multe mostre provenind din lotul prototip industrial, programul de testare-evaluare prezentat în continuare.

Tabelul 3 –Programul de testare-evaluare

NR. CRT.	DENUMIRE TEST	VALORI ADMISE	MOD DE VERIFICARE	APARATURĂ NECESARĂ	EXECUTANT	LOC DESFĂȘURARE
1.Verificări inițiale						
1	Verificarea materiilor prime	Analizarea conținutului certificatelor, buletinelor de analiză sau a altor documente legale care atestă calitatea materiilor prime.	PO Nr.1	-	CO	CO
2. Verificarea caracteristicilor fizico-chimice						
2	Verificarea vâscozității	0.3 – 0.4 Pa·s (la 25 °C)	PO Nr.2	Viscozimetru rotațional	ICECHIM	ICECHIM
3	Verificarea vitezei de evaporare a solventului	2 – 11 mg/min (în intervalul 25-40 °C)	PO Nr. 2	Termobalanța	ATMFI	ATMFI
3. Verificarea caracteristicilor de performanță						
4	Verificarea eficienței decontaminării radiologice - Am ²⁴¹ , (Sr- Y) ⁹⁰	Min. 90 %	PO Nr. 3	Monitor de radiații ionizante	ATMFI	CCSACBRNE

NR. CRT.	DENUMIRE TEST	VALORI ADMISE	MOD DE VERIFICARE	APARATURĂ NECESARĂ	EXECUTANT	LOC DESFĂȘURARE
5	Eficiența în îndepărtarea metalelor grele Pb, Sr, Co	Min. 90 %	PO Nr. 3	Spectrometrie de adsorbție atomică	CCSACBR NE	CCSACBR NE

2.6. Raportul de testare evaluare al soluțiilor de decontaminare

În urma parcurgerii Planului de testare evaluare al soluțiilor de decontaminare s-au întocmit buletine de analize, iar pe baza acestora, rezultatele obținute au fost centralizate într-un Raport de testare evaluare (RTED).

În continuare sunt enumerate caracteristicile de performanță ale produsului urmărite în cadrul testelor efectuate cât și alte detalii referitoare la derularea programului de testare parcurs pentru lotul prototip industrial.

2.6.1. Caracteristici tehnice

Principalele caracteristici de performanță pe care StripCoatHMR trebuie să le îndeplinească, în ceea ce privește decontaminarea, sunt prezente în Tabelul 4.

Tabelul 4. Caracteristici de performanță ale soluțiilor de decontaminare

Nr.crt.	Caracteristici	Cerințe*
1	Eficiența de decontaminare radioactivă	Min 90%
2	Eficiența de decontaminare metale grele	Min 90%
3	Norma de consum (L/m ²)	Max 2L/m ²
4	Timp de pregătire pentru utilizare (secunde)	„Ready to use”
4	Timp de acțiune	Min 20h
5	Durată dezlipire	Min 24h
6	Interval de temperatură de depozitare și transport (°C)	20°C±15°C
* Cerințele impuse sunt preluate din standardele NATO AEP-7, AEP-58 și AECTP-230		

2.6.2. Derularea programului de testare

Programul de testare a cuprins verificarea parametrilor menționați în Planul de Testare și Evaluare de Dezvoltare (PTED-StripCoatHMR). Încercările au fost efectuate, după cum urmează:

2.6.2.1. Verificarea calității materiilor prime

Cerința: verificarea calității materiilor prime conform SF- StripCoatHMR, pct. 2.3.2 Materii prime, materiale componente și fluxul tehnologic pentru execuția produsului.

Mod de execuție: Conform PO-1, anexa a PTED- StripCoatHMR.

2.6.2.2. Verificarea caracteristicilor fizico-chimice ale soluțiilor de decontaminare

Cerința: Verificarea caracteristicilor fizico-chimice ale soluțiilor de decontaminare conform SF- StripCoatHMR, pct. 3.3.7 Verificarea caracteristicilor fizico-chimice

Mod de execuție: Conform PO-2, anexa a PTED- StripCoatHMR.

2.6.2.3. Verificarea eficienței de decontaminare a produsului StripCoatHMR

Cerința: Verificarea eficienței de decontaminare conform SF- StripCoatHMR, pct. 3.3.9. Verificarea eficienței decontaminării

Mod de execuție: Conform PO-3, anexa a PTED- StripCoatHMR.

2.6.3. Rezultatele testărilor efectuate

În tabelul 5 se regăsesc rezultatele obținute pe baza parcurgerii planului de testare evaluare al soluțiilor de decontaminare „StripCoat-HMR”.

Tabel 5 – Rezultatele testărilor efectuate

Nr. crt.	Parametru	Mod de verificare	Valoare		Concluzii
			Impusă	Obținută	
1. Verificări inițiale					
1	Verificarea materiilor prime	SF-StripCoatHMR, pct. 2.3.2	Conținutul certificatelor, buletinelor de analiză trebuie să ateste calitatea materiilor prime.	Documentele atestă calitatea materiilor prime	CORESPUNDE BR nr. 1 din 10.07.2021
1. Verificarea caracteristicilor fizico-chimice					
2	Verificarea caracteristicilor fizico-chimice ale soluțiilor de decontaminare	SF-StripCoatHMR, pct. 3.3.7	-Viscozitatea soluțiilor: 0.3 – 0.4 Pa·s (25 °C) -Viteza de evaporare: 2-11 mg/min(25 °C) -Durata obținere peliculă: ≤ 24h	-Viscozitate măsurată: 0.38 Pa·s (25 °C) -Viteza de evaporare măsurată: 5 mg/min (25 °C) - Durata obținere peliculă: ≈20 h	CORESPUNDE BR nr. 2 din 20.07.2021
3. Verificarea caracteristicilor de performanță					
3	Verificarea eficienței decontaminării	SF-StripCoatHMR, pct. 3.3.9	DF = min. 90 %	DFs obținute ≥ 90%	CORESPUNDE BR nr. 3 din 03.11.2021

Rezultate obținute

a. Vâscozitatea soluțiilor de decontaminare

Vâscozitatea soluțiilor de decontaminare este un factor care influențează semnificativ modul în care operatorul folosește / aplică pe soluția pe suportul contaminat. Astfel, dacă vâscozitatea este prea mică, soluția se va răspândi prea mult pe suprafețe și va forma un film foarte subțire, care va fi dificil de dezlipit, iar dacă vâscozitatea este prea mare, soluția nu se va infiltra cu ușurință în crăpăturile microscopice ale diferitelor suprafețe pentru a realiza o decontaminare eficientă. Prin urmare, în funcție de vâscozitate, soluția poate fi aplicată prin simpla turnare a acesteia pe o suprafață orizontală (soluții vâscoase) sau prin pulverizare (soluții cu vâscozități mai mici de obicei folosite pe suprafețe verticale). Dacă este necesar, soluția de decontaminare poate fi aplicată / pulverizată în mai multe straturi.

În urma analizelor efectuate s-au obținut grafice asemănătoare cu cele din exemplul prezentat în Figura 10. În zona de interes, vâscozitatea are un comportament asemănător cu cel al unui lichid newtonian, apoi după o anumită valoare a vitezei de forfecare, vâscozitatea scade când viteza de forfecare crește și soluțiile au un comportament pseudoplastic.

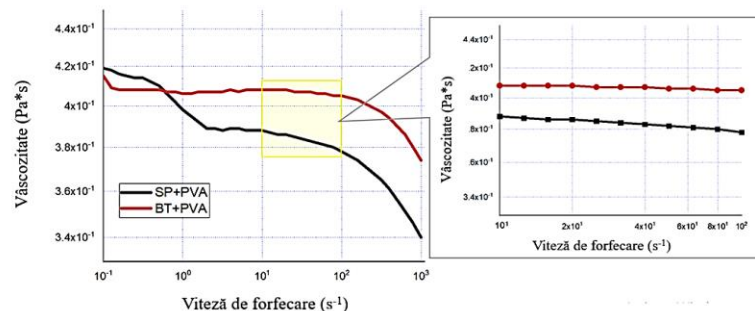


Figura 10 – Analiză asupra vâscozității soluțiilor de decontaminare „StripCoat-HMR”

În urma realizării testelor, s-a concluzionat că valoarea vâscozității obținute s-a încadrat în intervalul 0.3 – 0.4 Pa·s (la 25 °C).

b. Viteza de evaporare a soluțiilor de decontaminare

Uscarea filmelor polimerice este un proces important în elaborarea unei astfel de aplicații de decontaminare. Pentru stabilirea timpului necesar formării filmelor pe suprafețe se determină viteza de evaporare a apei din soluție. Viteza de evaporare a solventului este o caracteristică importantă în generarea de pelicule de decontaminare. Factorii care influențează viteza de evaporare sunt umiditatea relativă, suprafața de evaporare, dar și vâscozitatea soluției și natura constituenților. Pentru aceste determinări, parametrii precum cantitatea de soluție de decontaminare, suprafața eșantionului și temperatura se mențin constante. Pentru efectuarea acestei analize, aproximativ 2000 mg de soluție se toarnă într-un recipient Petri cu un diametru de 55 mm, apoi temperatura aparatului se setează la 25 °C, 30 °C, 35 °C sau 40 °C, pentru a evalua comportamentul fiecărei probe. Instrumentul se setează să cântărească proba la fiecare 150 s timp de 2 ore, iar în urma analizei se obțin grafice ca în exemplul prezentat în Figura 11.

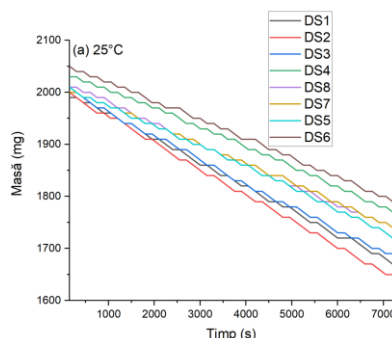


Figura 11 – Curbe de evaporare a solventului din soluțiile de decontaminare

Viteza de evaporare se obține cu ajutorul următoarei relații de calcul:

$$v = \frac{M_i - M_f}{\Delta t}$$

unde : M_i = masa inițială a probei în g

M_f = masa finală a probei

Δt = timpul necesar analizei exprimat în minute (120 min).

Măsurătorile efectuate au arătat că soluțiile de decontaminare peliculogene au prezentat valori ale vitezelor de evaporare cuprinse între 2 – 11 mg/min (în intervalul 25-40 °C).

c. Evaluarea performanțelor soluțiilor de decontaminare

c1. Procedura de contaminare controlată

c1.1. Pregătirea soluției de contaminare cu metale grele

Pentru contaminarea suprafețelor cu metale grele se folosește soluție standard pentru AAS de 1000mg/L pentru Cobalt, Stronțiu și Plumb (pot fi folosite și alte tipuri de metale). Se măsoară 1 ml de soluție standard cu ajutorul pipetei automate și se picură lichidul pe suprafață. Suprafețele astfel contaminate se pun în etuvă pentru evaporarea soluției pentru 4 h la 40 °C sau se lasă ulterior să se evapore la temperatura camerei pentru 24h. Pentru determinările AAS se contaminează suprafețe de sticlă a vaselor Petri cu diametru de 50mm (Fig. 12(a)) și pentru analizele SEM/EDX se contaminează diferite suprafețe metalice cu dimensiuni de 10x10mm (Fig. 12(b)).

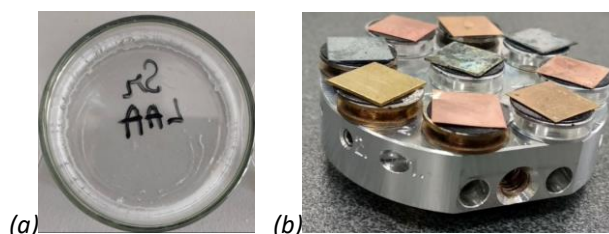


Figura 12 – (a) Vas Petri contaminat cu Sr; (b) Diferite tipuri de suprafețe metalice contaminate cu metale grele

c1.2 Pregătirea soluției de contaminare cu radionuclizi

Pentru contaminarea suprafețelor cu radionuclizi se folosește soluție standard radioactivă de (Sr-Y)90 – radiații beta și Am241 – radiații alfa sau radiocesiu - gamma . Se calculează în prealabil activitatea curentă a soluției cu formula:

$$A = A_0 \cdot \left(\frac{1}{2}\right)^{\frac{t}{h}} \text{ (Bq)}$$

Unde A este activitatea care trebuie calculată (Bq),

A_0 este activitatea inițială a soluției radioactive înscrisă în certificatul de calitate (Bq),
 t este timpul care a trecut de când a fost fabricată soluția,
 h este timpul de înjumătățire.

Apoi soluția se diluează, în funcție de activitate, cu soluție de acid azotic 0,1 M (de exemplu o parte soluție radioactivă și nouă părți soluție de acid azotic 0,1 M). Se contaminează suprafețele cu aproximativ 100 mg soluție radioactivă, cântărind eprubeta din care punem, și nu cantitatea de pe suprafețe, deoarece acestea nu se mai mișcă din poziția inițială până la decontaminarea lor, existând un risc mare de contaminare secundară a echipamentelor și suprafețelor din laborator. Pentru contaminarea radioactivă se folosesc suprafețe cu dimensiuni între 1cm² și 2cm² (Figura 13).



Figura 13 - Diferite tipuri de suprafețe metalice contaminate cu metale radioactive

c2. Determinarea gradului de contaminare

c2.1. Detecția metalelor grele după contaminare

Pentru a determina cantitatea de metale grele remanentă pe suprafețe după contaminarea acestora se analizează soluția cu care am contaminat cu ajutorul tehnicii AAS, chiar dacă concentrația inițială a soluției este cunoscută. În același timp, pentru o verificare a suprafețelor contaminate se utilizează metoda SEM/EDX. Astfel, se poate verifica modul de dispunere al contaminantului pe suprafețe și interacțiunile cu aceasta.

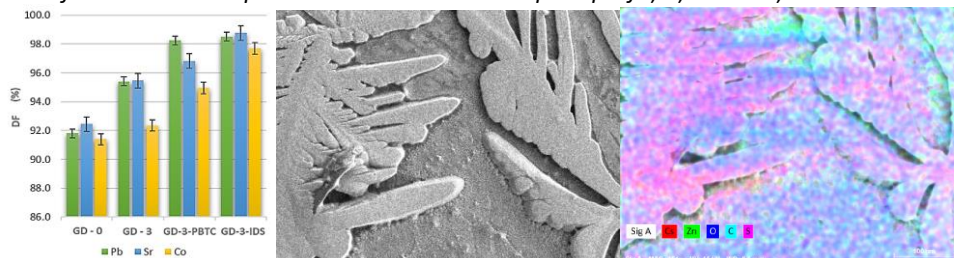


Figura 14 – Eficiența decontaminării metalelor grele de pe diferite tipuri de suprafețe metalice

c2.2. Detecția radiațiilor alfa/beta după contaminare

Pentru determinarea radiațiilor emise de soluția radioactivă cu care se contaminează suprafețele se folosește un detector de radiații alfa și beta pentru suprafețe. Acesta se dispune cât mai aproape de suprafața care trebuie analizată și se setează pentru un timp de detecție de 120s.



Figura 15 – Eficiența decontaminării radionuclizilor de pe diferite tipuri de suprafețe

În afară de analizele mai sus menționate, partenerii P1-ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE au mai efectuat și alte tipuri de măsurători, teste și caracterizări (SEM, TEM, încercări mecanice, încercări termice, teste de decontaminare biologică sau teste de decontaminare agenți chimici, etc.) pentru soluțiile de decontaminare

iar rezultatele obținute se regăsesc în RST-urile întocmite de către aceștia și transmise către coordonator. În cadrul studiilor de cercetare realizate de către P1-ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE s-au propus și soluții de îmbunătățire ale soluțiilor de decontaminare prin introducerea de noi agenți de complexare „eco-friendly” sau folosirea de nanoparticule active, iar rezultatele se găsesc atât în publicațiile menționate cât și în RST-uri.

3. Concluzii

În cadrul Etapei 2/2021 s-au realizat toate activitățile prevăzute în Planul de realizare al proiectului. În baza activităților efectuate pentru optimizarea tehnologiei de obținere a produsului „Pelicule detașabile pentru decontaminarea metalelor grele și radionuclizilor” au fost stabiliți parametri tehnologici și fluxurile tehnologice ale procesului, iar pe baza acestor informații a fost optimizată și instalația de fabricație a prototipului industrial. Lotul prototip industrial, constând în 50 kg soluție de decontaminare „StripCoat-HMR” a fost supus unui program de testare evaluare pentru validarea îndeplinirii cerințelor impuse acestuia. Testarea prototipului s-a desfășurat conform planului de testare și evaluare de dezvoltare PTED-StripCoatHMR, având ca documente de bază specificația de dezvoltare SD—StripCoatHMR și specificația de fabricație SF—StripCoatHMR. Produsul a fost testat pentru încercările descrise în PTED. S-a concluzionat că produsul corespunde caracteristicilor tehnice și de performanță impuse în specificația de dezvoltare a produsului de bază, astfel:

- În urma **verificărilor inițiale** (componența și aspectul produsului, existența documentelor care atestă calitatea materiilor prime) și a **verificărilor caracteristicilor fizico-chimice** a rezultat că produsul **corespunde** prevederilor documentației, fapt confirmat prin rezultatele prezentate în RTED.
- În urma testelor efectuate pentru verificările **caracteristicilor de performanță**, a rezultat faptul că prototipul realizat **corespunde prevederilor** specificației de dezvoltare a produsului de bază: Plaja de valori obținute pentru cele trei tipuri de metale grele cât și pentru cele trei tipuri de radionuclizi folosiți la testări pe cinci tipuri de materiale este de 90-97%.

În concluzie, în urma desfășurării activităților de testare și evaluare, în conformitate cu planul de testare și evaluare de dezvoltare, produsul „StripCoat-HMR – prototip industrial” a corespuns prevederilor specificației de dezvoltare.

4. Identificarea rezultatelor Etapei 2/2021 și gradul de realizare a obiectivelor

Tabelul 6 prezintă **rezultatele obținute** în cadrul fiecărei activități din această etapă cât și documentația întocmită, conform **Planului de realizare al proiectului**. **Toate obiectivele de management și științifice ale acestei etape au fost îndeplinite în totalitate.**

Tabelul 6 - Rezultatele obținute în cadrul Etapei 2/2021, conform „Planului de realizare al proiectului StripCoat-HMR”				
Act. nr.	Denumire activitate	Rezultate	Referințe și parteneri implicați	Documentație elaborată
2.1	Execuția probelor tehnologice și funcționale ale instalației pilot de fabricare a soluțiilor de decontaminare	- elaborarea specificației de fabricație a lotului prototip industrial „StripCoat-HMR” (proiect tehnic de execuție al soluțiilor de decontaminare, pe baza datelor de proiectare impuse)	Specificație de fabricație (valabil prototip industrial) , informații incluse în RST-ul întocmit de P1 -ATMFI în colaborare cu CO -Stimpex SA, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE	- Specificație de fabricație (valabil prototip industrial) , întocmită de P1 -ATMFI în colaborare cu CO -Stimpex SA, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE
		- realizarea de probe tehnologice și funcționale pentru instalația pilot de fabricare pe baza proiectului tehnic	informații incluse în RST -ul întocmit de CO -Stimpex SA în colaborare cu P1 -ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE	- Raport privind Operațiunile efectuate pentru modernizarea/repararea reactorului de amestecare substanțe vâscoase STI-RSV , întocmit de CO -Stimpex SA
		-modernizarea, repararea, optimizarea instalației de fabricație	informații incluse în RST -ul întocmit de CO -Stimpex SA în colaborare cu P1 -ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE	- RST-ul general (prezentul document), întocmit de CO -Stimpex SA în colaborare cu P1 -ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE
2.2	Optimizarea procesului de fabricație prin	- realizarea unei șarje mai mici (10kg soluție de decontaminare) în vederea verificării bunei funcționari a fluxului tehnologic	informații incluse în RST -ul întocmit de CO -Stimpex SA în colaborare cu P1 -ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE	- RST-ul întocmit de P1-ATMFI - RST-ul întocmit de P2 ICECHIM

	fabricarea unei șarje mai mici	- efectuarea de teste pentru a determina dacă soluțiile de decontaminare din aceasta prima șarjă sunt conforme cu specificațiile de fabricație - efectuarea de caracterizări fizico-chimice ale produsului pentru a determina dacă acesta respectă specificațiile de fabricație - efectuarea de teste preliminare de decontaminare folosind produsul obținut în aceasta prima șarjă pentru a determina dacă peliculele au capacitatea de a îndepărta agentul contaminant	informații incluse în RST-ul întocmit de P1-ATMFI informații incluse în RST-ul întocmit de P2-ICECHIM informații incluse în RST-ul întocmit de P3-CCSACBRNE	- RST-ul întocmit de P3-CCSACBRNE - RST-ul general (prezentul document), întocmit de CO-Stimpex SA în colaborare cu P1-ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE
2.3	Execuția lotului prototip industrial	- Execuția lotului prototip industrial, utilizând instalația de fabricare dezvoltată - Asistenta tehnică specifică execuției lotului prototip industrial	informații incluse în RST-ul întocmit de CO-Stimpex SA în colaborare cu P1-ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE	- Lot prototip industrial „StripCoat-HMR”, constând în 50 kg soluție de decontaminare, obținut la sediul CO-Stimpex SA, utilizând instalația de fabricare dezvoltată în cadrul proiectului, în colaborare cu P1-ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE
2.4	Elaborarea planului principal de testare al soluțiilor de decontaminare	- redactarea procedurilor operaționale (PO) - armonizarea procedurilor operaționale pentru elaborarea planului principal de testare evaluare (PTED) și redactarea PTED	informații incluse în RST-ul întocmit de P1-ATMFI, în colaborare cu P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE informații incluse în RST-ul întocmit de P1-ATMFI	- Plan de testare evaluare al soluțiilor de decontaminare (PTED) - RST-ul întocmit de P1-ATMFI - RST-ul general (prezentul document), întocmit de CO-Stimpex SA în colaborare cu P1-ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE
2.5	Testarea operațională a soluțiilor de decontaminare și elaborarea raportului de testare	- caracterizări fizico-chimice ale soluțiilor de decontaminare și ale peliculelor polimerice exfoliate (după uscare) - realizarea de contaminări controlate pe diferite tipuri de suprafețe în vederea evaluării capacității de decontaminare a produsului fabricat - realizarea de teste de măsurare a eficienței de decontaminare prin aplicarea soluțiilor de decontaminare pe diferite tipuri de suprafețe contaminate - elaborarea raportului de testare evaluare al soluțiilor de decontaminare (RTED)	informații incluse în RST-ul întocmit de P2-ICECHIM informații incluse în RST-ul întocmit de P3-CCSACBRNE informații incluse în RST-ul întocmit de P1-ATMFI informații incluse în Raport de testare evaluare al soluțiilor de decontaminare (RTED), anexat RST-ului întocmit de P1-ATMFI, în colaborare cu P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE	- Raport de testare evaluare al soluțiilor de decontaminare (RTED) - RST-ul întocmit de P1-ATMFI - RST-ul întocmit de P2-ICECHIM - RST-ul întocmit de P3-CCSACBRNE - RST-ul general (prezentul document), întocmit de CO-Stimpex SA în colaborare cu P1-ATMFI, P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE
2.6	Diseminarea rezultatelor cercetării obținute	- Participare la expoziții de profil în vederea promovării produsului StripCoat-HMR (stand de prezentare) - redactarea de articole de specialitate, participarea la expoziții și manifestări științifice	CO-Stimpex SA P1-ATMFI, în colaborare cu P2-ICECHIM și P3-CCSACBRNE	- standuri de prezentare organizare la diverse expoziții - 3 articole ISI - 7 participări la conferințe internaționale
2.7	Depunere cerere de brevet	- depunere cerere de brevet pentru soluțiile de decontaminare biodegradabile dezvoltate în cadrul acestui proiect	CO-Stimpex SA în colaborare cu P1-ATMFI, P2-ICECHIM	- 1 cerere de brevet depusă la OSIM

5. Diseminarea rezultatelor cercetării

- **1 cerere de brevet depusă la OSIM:**
 - o G. Toader, T. Rotariu, E.A. Moldovan, S.R. Esanu, D. Pulpea, I.A. Podaru, M.F. Dirloman, T.V. Iordache, A.M. Gavrilă, M. Istrate - NANOCOMPOZITE POLIMERICE BIODEGRADABILE, CU PROPRIETĂȚI PELICULOGENE, DESTINATE DECONTAMINĂRII SUPRAFEȚELOR ȘI PROCEDEU PENTRU OBTINEREA ȘI UTILIZAREA ACESTORA, folder OSIM A00340 /16.06.2021
- **3 articole ISI publicate, dintre care primele două într-o revistă din zona roșie, cu factor de impact 4.329:**

- Gabriela Toader; Daniela Pulpea; Traian Rotariu; Aurel Diacon; Edina Rusen; Andreea Moldovan; Alice Podaru; Raluca Ginghină; Florentina Alexe; Ovidiu Iorga; Sorina Aurora Bajenaru; Mihai Ungureanu; Florin Dîrloman; Bogdan Pulpea; Lucia Leonat, *Strippable Polymeric Nanocomposites Comprising "Green" Chelates, for the Removal of Heavy Metals and Radionuclides*, *Polymers* 2021, 13(23), 4194; <https://doi.org/10.3390/polym13234194>
- Gabriela Toader; Aurel Diacon; Traian Rotariu; Mioara Alexandru; Edina Rusen; Raluca Elena Ginghină; Florentina Alexe; Ramona Oncioiu; Florina Lucica Zorila; Alice Podaru; Andreea Elena Moldovan; Daniela Pulpea; Ana Mihaela Gavriliță; Tanta Verona Iordache; Raluca Șomoghi, *Eco-Friendly Peelable Active Nanocomposite Films Designed for Biological and Chemical Warfare Agents Decontamination*, *Polymers*, 2021, 13(22), 3999; <https://doi.org/10.3390/polym13223999>
- G. Toader, T. Rotariu, D. Pulpea, A. Moldovan, A. Podaru, A.M. Gavrila, M. Alexandru, A. Diacon, R. Ginghina, O. Iorga, C. Sau, *Polymeric Blends Designed For Surface Decontamination*, *U.P.B. Sci. Bull. Series B Chemistry and Materials Science*, 83(3), July 2021.

- **1 articol BDI**

- Daniela PULPEA, Dan BULIGA, Marian BUNEA, Bogdan PULPEA, Gabriela TOADER, Andreea MOLDOVAN, and Alice PODARU, *The Disposal of Strippable Coatings Employed in Chemical and Radioactive Surface Decontamination*, *Journal of Military Technology*, Vol. 3, No. 2, Dec. 2020.

- **7 participări la conferințe internaționale:**

- Andreea Miron, Anita Radu, Carmen Lazau, Anca Dumitru, Ana- Mihaela Florea, Teodor Sandu, Tanta Verona Iordache, Andrei Sarbu, *Application of host- guest polymerization for titanium nitride synthesis*, *EmergeMAT*, 4th International conference on emerging technologies in materials engineering, 4-5 November 2021, Bucharest, Romania
- D. PULPEA, G. TOADER, T. ROTARIU, A. MOLDOVAN, G.B. PULPEA and E. TRANĂ, *A review on water decontamination methods and future research trends*, *Proceedings of the International Scientific Conference SEA-CONF 2021*, pg.115-122, doi: 10.21279/2457-144X-21-015
- D. PULPEA, G. TOADER, T. ROTARIU, A. MOLDOVAN, G.B. PULPEA, A. PODARU, *Advances in Radioactive Decontamination via STRIPCOAT-HMR Research Project*, *Nuclear 2021 – The 13th Annual International Conference on Sustainable Development through Nuclear Research and Education*, 26-28 May 2021 in Pitesti, Romania, online
- Daniela Pulpea, Gabriela Toader, Traian Rotariu, Mircea Teodorescu, Gheorghe Bogdan Pulpea, Valentina Neculae, *Strippable polymeric nanocomposite coatings for radioactive decontamination*, *Bucharest Polymer Conference 2nd Edition University POLITEHNICA of Bucharest, Romania*, 10 - 11 June 2021
- Gabriela Toader, Daniela Pulpea, Traian Rotariu, Aurel Diacon, Andreea Moldovan, Alice Podaru, Ciprian Sau, Florentina Alexe, Raluca Ginghina, Mihai Ungureanu, Florin Dirloman, *Evaluation of alginate-based formulations suitable for the removal of radionuclides and heavy metals from the contaminated surfaces*, *Bucharest Polymer Conference 2nd Edition University POLITEHNICA of Bucharest, Romania*, 10 - 11 June 2021
- Adriana BRATU, Raluca GINGHINĂ, Andreea MOLDOVAN, Tudor TIGĂNESCU, Gabriela TOADER, Ramona ONCIOIU, Panaghia DELIU, Gabriel EPURE, *The influence of the zinc oxide nanoparticles over decontamination efficiency of soman and sulfur mustard*, *The International Symposium PRIOrities of CHEMistry for a sustainable development*, XVIIth Edition, ICECHIM - Bucharest – ROMANIA October 27 - 29, 2021
- Alice PODARU, Gabriela TOADER, Daniela PULPEA, Traian ROTARIU, Aurel DIACON, Edina RUSEN, Andreea MOLDOVAN, Raluca GINGHINĂ, Florentina ALEXE, Sorina BAJENARU, Ovidiu IORGA, Mihai UNGUREANU, Florin DIRLOMAN, Bogdan PULPEA, Lucia LEONAT, *Film-forming polymeric blends designed for the removal of heavy metals and radionuclides from contaminated surfaces*, *The International Symposium PRIOrities of CHEMistry for a sustainable development*, XVIIth Edition, ICECHIM - Bucharest – ROMANIA October 27 - 29, 2021