

Miratohet
~~Kryetari i Komisionit të Mbrojtjes nga Rrezatimet~~
Ministër i Shëndetësisë dhe Mbrojtjes Sociale

Ogerta M. SHKRELIU



Sekretari i Komisionit të Mbrojtjes nga Rrezatimet
Rustem PACI

UDHËZUES MBI TEKNIKAT E DEKONTAMINIMIT TË MATERIALEVE TË NDOTURA ME LËNDË RADIOAKTIVE

Nr.

331/16

Prot

Data:

26.06.23

TABELA E PËRMBAJTJES

Hyrje

1. Përkufizimi dhe konsideratat e përgjithshme
2. Objektivat dhe kriteret e përzgjedhjes
3. Anketa e teknikave të aplikuara gjatë procesit të dekontaminimit
4. Karakteristikat e teknikave të përzgjedhura të dekontaminimit për komponentët e segmentuar
5. Karakteristikat e teknikave të zgjedhura të dekontaminimit për sipërfaqet e ndërtesave
6. Konkluzione

Hyrje

Dekontaminimi është një aktivitet kryesor çmontues që mund të përdoret për të përmbushur disa qëllime, të tilla si reduktimi i ekspozimeve në punë, kufizimi i çlirimeve dhe marrjes së mundshme të materialeve radioaktive, lejimi i ripërdorimit të komponentëve dhe lehtësimi i menaxhimit të mbetjeve. Vendimi për dekontaminim duhet të peshohet kundrejt dozës totale dhe kostos. Ky dokument paraqet teknika të provuara dhe të reja që mund të përdoren për të përmbushur qëllimet e përmendura më sipër. Planifikuesi duhet të njihet me këto teknika për të integruar dekontaminimin me aktivitetet e tjera të çmontimit.

Kapitulli 1

PËRKUFIZIMI DHE KONSIDERATAT E PËRGJITHSHME

Dekontaminimi përkufizohet si heqja e ndotjes radioaktive nga sipërfaqet e objekteve ose pajisjeve me anë të larjes, ngrohjes, veprimit kimik ose elektrokimik, pastrimit mekanik ose teknikave të tjera. Në programet e çmontimit, objektivat e dekontaminimit janë të:

- reduktojnë ekspozimin ndaj rrezatimit;
- shpëtojnë pajisjet dhe materialet;
- zvogëlojnë vëllimin e pajisjeve dhe materialeve që kërkojnë ruajtje dhe magazinim në objektet e licencuara të depozitimit;
- rikthejnë vendin dhe objektin, ose pjesë të tyre, në një gjendje përdorimi të pakushtëzuar;
- heqë ndotësit radioaktivë dhe për të rregulluar ndotjen e mbetur në vend në përgatitje për aktivitetet e punës në lidhje me ruajtjen e përkohëshme apo të përhershme;
- reduktojnë madhësinë e burimit radioaktiv të mbetur në një mënyrë depozituese të mbrojtur për arsye të shëndetit dhe sigurisë publike, të zvogëlojë periudhën e depozitimit të mbrojtur ose për të minimizuar kërkesat e monitorimit dhe mbikëqyrjes afatgjatë.

Një formë dekontaminimi kërkohet në çdo program çmontimi, pavarësisht nga forma e produktit përfundimtar. Si minimum, dysHEMEJA, muret dhe sipërfaqet e jashtme strukturore brenda zonave të punës duhet të pastrohen nga ndotja e lëshuar dhe mund të kryhet një shpëlarje e thjeshtë me ujë e sistemeve të kontaminuara. Sidoqoftë, do të lindë pyetja nëse do të dekontaminohen sistemet e tubacioneve, rezervuarët dhe komponentët.

Një rast i veshtirë mund të bëhet në favor të lënies së ndotjes ngjithëse brenda tubacioneve si dhe përbërësve në një formë të shpërndarë në sipërfaqet e brendshme metalike në vend që të ulet përqendrimi i radioaktiviteti përmes dekontaminimit. Në shumicën e rasteve, dekontaminimi nuk është mjaftueshëm efektiv për të lejuar lirimin e pakushtëzuar të sendit pa trajtim të mëtejshëm pas çmontimit. Prandaj, kursimet si në ekspozimin në punë ashtu edhe në kosto mund të arrihen thjesht duke hequr sistemin e ndotur dhe komponentët e tij dhe duke kryer vetëm disa aktivitete paketimi (p.sh. saldimi i kapakëve fundorë në seksionet e tubave, përdorimi i pajisjeve të përshtatshme për prerjen dhe shtrëngimin e tubacioneve më të vogla për të reduktuar shanset çlirimit në ajër). Megjithatë, kostoja shtesë për asgjësimin e materialeve duhet të merret në konsideratë në këtë skenar.

Një program dekontaminimi mund të kërkojë gjithashtu një strukturë të aftë për të trajtuar mbetjet dytësore nga dekontaminimi (p.sh. përpunimi i solucioneve kimike, aerosoleve, mbeturinave, etj.) Mbetjet e koncentruara, që përfaqësojnë një burim më të rëndësishëm rrezatimi, duhet të ngurtësohen dhe të dërgohen në subjekte të licencuara për ruajtje nëse nuk trajtohen sic duhet në subjektet për reduktimin/ riciklimin/ rikuperimin e mbetjeve.

Konfigurimi optimal i reduktimit të mbetjeve duhet të përcaktohet pasi të ketë përfunduar një vlerësim ekonomik i trajtimit kundrejt kostove të transportit/depozitimit. Secili prej këtyre aktiviteteve shtesë mund të rrisë:

- normat e ekspozimit në punë;
- mundësinë për çlirim;
- thithjen e materialit radioaktiv.

Këto mund të rezultojnë në doza edhe më të larta se ato të marra nga zhvendosja, paketimi dhe transportimi i sistemit të kontaminuar pa dekontaminim shtesë. Zgjidhja e kësaj pyetje varet nga fakte specifike, të tilla si shkalla e ekspozimit të ndotjes gama-emetuese, niveli i kontaminimit dhe efektiviteti i komponentit përbërës (trashësia e murit) në reduktimin e fushave të rrezatimit në zonën e punës.

Kapitulli 2

OBJEKTIVAT DHE KRITERET E PËRZGJEDHJES

2.1 Objektivat e teknologjive të dekontaminimit gjatë procesit të çmontimit

Ekzistojnë tre arsye kryesore për të konsideruar përdorimin e teknikave të dekontaminimit. Arsyeja e parë është rëndësia e heqjes së kontaminimit nga komponentët ose sistemet për të reduktuar nivelet e dozës në instalime. Qasja në instalimet mund të bëhet më e lehtë në mënyrë që të bëhet e mundur përdorimi i teknikave praktike për çmontimin dhe jo përdorimi me kosto më të lartë i robotikës ose manipuluesve.

Një arsye e dytë është minimizimi i mundësive për përhapjen e kontaminimit gjatë aktiviteteve të çmontimit, veçanërisht kur kemi të bëjmë me sisteme që përmbajnë grimca dhe actinide shumë radioaktive.

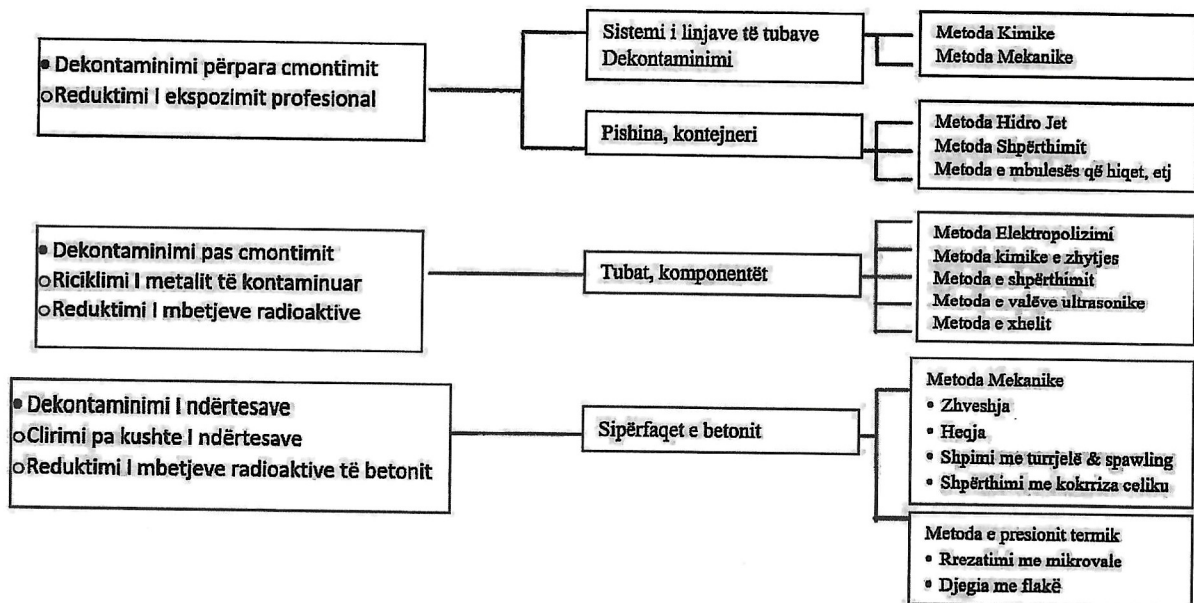
Arsyeja e tretë është se mund të jetë e mundur të reduktohet ndotja e komponentëve ose strukturave në nivele të tilla që ato të mund të hidhen në një kategori më të ulët, dhe për rrjedhojë më ekonomike, të trajtimit dhe depozitimit të mbetjeve ose të kalohen pa kushte për riciklim ose ripërdorim në industrinë konvencionale ose depozituar përfundimisht si mbetje të përjashtuara nga kërkesat rregullatore.

Janë zhvilluar disa teknika dekontaminimi për të mbështetur procesin e mirëmbajtjes në instalimet radiologjike. Me sukses relativ, të njëjtat teknika janë miratuar edhe kur çaktivizohen instalimet dhe komponentët radiologjike (tabela 1). Megjithatë, objektivat ndryshojnë midis këtyre aplikimeve.

Në procesin e mirëmbajtjes, kërkohet shkalla më e lartë e dekontaminimit, duke shmangur çdo dëmtim të komponentit në mënyrë që ai të mund të ripërdoret në mënyrë adekuate. Në të kundërt, qëllimi kryesor i dekontaminimit gjatë procesit të çmontimit është heqja e aktivitetit sa më shumë të jetë e mundur, jo vetëm për të klasifikuar mbetjet, por për të arritur nivelet e çlirimit në mënyrë që materiali nga sistemi të mund të ripërdoret pa kufizime radiologjike. Në shumë raste, do të jetë e nevojshme të hiqen të gjitha oksidet që mund të kapin ndotësit, si dhe një shtresë e hollë e materialit strukturor për të arritur këtë qëllim. Radionuklidet kanë tendencë të përqendrohen në rajonet grimcore, së bashku me papastërtitë e tjera të grumbulluara. Prandaj, kërkohen metoda shumë më agresive të dekontaminimit sesa ato të përdorura gjatë kohës që impianti ka qenë aktiv. Në këtë këndvështrim, metodat teknike që paraqesin faktorë të lartë dekontaminimi në nivele të larta kontaminimi nuk lejojnë gjithmonë arritjen e niveleve shumë të ulëta të kërkuara për çlirimin e materialit (p.sh., sipërfaqet e brendshme të tubacioneve), pa kufizime, me kusht që matja e këtyre niveleve shumë të ulëta të jetë e realizueshme.

Gjatë dekontaminimit për mirëmbajtje, komponentët dhe sistemet nuk mund të dëmtohen dhe përdorimi i metodave shumë agresive të dekontaminimit nuk është i përshtatshëm. Megjithatë, në dekontaminimin gjatë procesit të çmontimit, është kryesisht përdorimi i teknikave disi shkatërruese që të japin mundësitë e përmbushjes së objektivave për çlirimin e materialit në nivelet e përcaktuara.

Tabela 1.DEKONTAMINIMI PËR PROCESIN E ÇMONTIMIT



Një aspekt tjetër në të cilin teknikat për dekontaminimin e plotë të materialeve ndryshojnë nga mirëmbajtja ose dekontaminimi në shkallë laboratorike është nevoja për industrializim. Sasia e madhe e materialeve të kontaminuara të prodhuara gjatë procedurave të çmontimit dhe të disponueshme për dekontaminim, në përgjithësi nuk favorizojnë metodat ose teknikat që kërkojnë punë intensive ose të vështira për t'u trajtuar, ose që paraqesin vështirësi. Kjo e fundit është gjithashtu e vërtetë në rastin e dekontaminimit të plotë të sistemit.

Faktorë të tjerë që paraqesin ndikime të ndryshme në zgjedhjen e teknikave janë, për shembull, prodhimi i mbetjeve dytësore dhe mundësitë për të ricikluar produktet nga proceset e dekontaminimit.

Si për dekontaminimin gjatë procesit të mirëmbajtjes, ashtu edhe për dekontaminimin gjatë procesit të çaktivizimit, këto mund të jenë ndër parametrat për vendimmarrje.

Kërkesat absolute për të përfutur në mënyrë efektive nivelet e ndotjes së mbetur që janë nën limitet e përcaktuara është gjithashtu një faktor me ndikim parësor gjatë zgjedhjes së teknikave të dekontaminimit që do të përdoren. Edhe nëse ekzistojnë teknika për dekontaminimin e gjeometrive komplekse (p.sh. kthesat e tubave, tubacionet me diametër të vogël), pamundësia për të arritur zonat mund të parandalojë përdorimin e matjeve të drejtpërdrejta radiologjike për të treguar se limitet e përcaktuara janë përmbushur.

Aktualisht, interesi po kalon nga teknikat e dekontaminimit për procesin e mirëmbajtjes në dekontaminim për procesin e çmontimit. Të dhëna të kufizuara janë të disponueshme nga çmontimi mbi efikasitetin e teknikave të përdorshme për të përmbushur kriteret e ulëta të çlirimit të pakushtëzuar. Jo të gjitha metodat dhe teknikat e disponueshme paraqesin mundësinë e dekontaminimit nën nivelin e kërkuar të pastrimit.

Pra, në disa raste, dekontaminimi kryhet në faza të ndryshme, hapi i fundit që synon konkretisht arritjen e objektivave të kërkuara.

Bazuar në këto konsiderata, kur zgjidhni një teknikë specifike për dekontaminimin e sistemit dhe/ose dekontaminimin e komponentëve, kryesisht duhet të merren parasysh kërkesat e mëposhtme:

- Siguria – Aplikimi i metodës nuk duhet të rezultojë në rritje të rreziqeve nga rrezatimi për shkak të ndotjes së jashtme të punonjësve apo edhe thithje të pluhurit radioaktiv dhe aerosoleve të formuara gjatë zbatimit të tij; nuk duhet të shtojë rreziqe të tjera (p.sh. kimike, elektrike, etj.).
- Efikasiteti – Metoda duhet të jetë në gjendje të largojë radioaktivitetin nga një sipërfaqe në nivelin që do të mundësonte vazhdimin e punës praktike në vend të asaj robotike, ose që do të lejonte riciklimin/ripërdorimin e materialit ose, të paktën, një kategori më të ulët të trajtimit dhe depozitimit përfundimtar të mbetjeve.
- Kosto-Efektiviteti – Aty ku është e mundur, pajisjet duhet të dekontaminohen dhe riparohen për ripërdorim; megjithatë, metoda nuk duhet të shkaktojë kosto që do të tejkalonin kostot për trajtimin e mbetjeve dhe asgjësimin e materialit, pavarësisht nëse përfshin zëvendësimin e pajisjeve ose jo.
- Minimizimi i mbetjeve – Metoda nuk duhet të krijojë sasi të mëdha mbetjesh dytësore, trajtimi dhe asgjësimi i të cilave do të rezultonte në kërkesa të tepërta për fuqinë e punës dhe kostot, duke shkaktuar kështu ekspozime shtesë.
- Fizibiliteti i industrializimit – Për shkak të sasive të mëdha të materialeve të kontaminuara të përfshira, metodat ose teknikat nuk duhet të kërkojnë punë intensive, të vështira për t'u trajtuar ose të vështira për t'u automatizuar.

2.2 Përzgjedhja e teknologjive të dekontaminimit për procesin e çmontimit

Në fazat e hershme të procesit të përzgjedhjes së teknologjive të dekontaminimit për procesin e çmontimit, është e rëndësishme që të kryhet një analizë kosto/përfitim për të parë nëse ia vlen vërtet të dekontaminohet komponenti ose objekti, ose për të përcaktuar nëse një dekontaminim i lehtë me kosto të ulët është më i favorshëm sesa një dekontaminim agresiv me një kosto më të lartë. Kjo analizë zakonisht shoqërohet me një punë të gjerë eksperimentale në mostrat e përzgjedhura nga objekti në funksion të karakterizimit përpara se të bëhet zgjedhja përfundimtare e një teknike dekontaminimi.

Për të arritur një faktor të mirë dekontaminimi (DF), duhet të projektohet një proces dekontaminimi i cili mund të aplikohet specifikisht për vendndodhjen duke marrë parasysh një shumëllojshmëri parametrash, disa prej të cilëve janë renditur më poshtë:

- lloji i instalimit dhe proceset e tij : lloji i burimit, impianti i ripërpunimit, etj.;
- historia e funksionimit të instalimit;
- lloji i materialit: çeliku, zirkaloi, betoni, etj.;
- lloji i sipërfaqes: i ashpër, poroz, i veshur, etj.;
- lloji i ndotësit: oksid, i papërpunuar, llum, i lirshëm, etj.;
- përbërja e ndotësit (dmth. produktet e aktivizimit, produktet e zbërthimit, aktinidet, etj.), dhe radionuklidet specifike të përfshira;
- lehtësia e aksesit në zonat/ që do të dekontaminohen, sipërfaqet e jashtme ose të brendshme që duhen pastruar;
- kërkesat rregullatore dhe faktori i kërkuar i dekontaminimit;
- destinacioni i komponentëve që dekontaminohen: depozitimi përfundimtar, ripërdorimi, etj.;
- koha e nevojshme për aplikim;
- efikasiteti i provuar i procesit për llojin e kontaminimit në objekt;
- lloji i komponentit: tub, rezervuar, etj.

Faktorë të tjerë që janë të rëndësishëm në zgjedhjen e metodës, por që nuk ndikojnë në faktorin e dekontaminimit janë:

- disponueshmëria, kostoja dhe kompleksiteti i pajisjeve të dekontaminimit dhe materialeve të konsumueshme;
- nevoja dhe aftësia për trajtimin dhe kondicionimin e mbetjeve dytësore të krijuara;
- ekspozimi i mundshëm ndaj materialeve të rrezikshme dhe/ose kimikateve të përdorura në procesin e dekontaminimit;
- doza profesionale dhe publike që rezulton nga dekontaminimi (justifikimi i praktikës);
- çështje të tjera të sigurisë, mjedisit dhe sociale;
- disponueshmëria e stafit të trajnuar;
- masën në të cilën instalimi duhet të dekontaminohet për të arritur kushte të pranueshme për çmontim;
- vlera e shpëtimit/ruajtjes të materialeve të cilat përndryshe do të asgjësoheshin;
- shkalla në të cilën objekti duhet të modifikohet për të bërë dekontaminimin: sistemet e izolimit, hapësirat e mbyllura dhe të ventiluara, etj.

Për më tepër, zgjedhja e një procesi ose e një kombinimi të disa proceseve përfundimisht do të varet nga disa faktorë të tjerë si:

- natyra specifike e procesit që do të aplikohet, kompleksiteti i sistemit;
- fizibiliteti i industrializimit;
- analiza kosto/përfitim duke marrë parasysh të gjitha aspektet e procesit të dekontaminimit, p.sh. deri në asgjësimin e mbetjeve radioaktive të mbetura.

Vendimi nëse do të vazhdohet me dekontaminimin dhe procesi përfundimtar i përzgjedhur do të varet nga balanca më e mirë e përgjithshme e faktorëve të mësipërm në mënyrë që të minimizohet ndikimi i përgjithshëm i aktiviteteve të çmontimit mbi punonjësit, publikun dhe mjedisin me kosto të pranueshme.

TEKNIKAT E APLIKUARA GJATË PROCESIT TË DEKONTAMINIMIT

Një listë e proceseve është identifikuar si me interes për dekontaminim (Tabela 2). Për dekontaminimin e metaleve, proceset ndahen në procese kimike, elektrokimike dhe fizike. Për më tepër, është bërë një dallim midis proceseve të përdorura në sistemet e mbyllura (ose dekontaminimii pjesëshëm i tubave të mbyllur), dhe proceseve të përdorura në rezervuarët e hapur (p.sh., dekontaminimi i pjesëve të çmontuara). Për dekontaminimin e betonit janë përzgjedhur proceset e dekontaminimit sipërfaqësor dhe proceset e prishjes.

Bazuar në informacionin e mbledhur, disa karakteristika specifike të teknikave të zgjedhura të dekontaminimit për komponentët e segmentuar dhe për sipërfaqet e ndërtimit diskutohen në seksionet e mëposhtme. Përveç kësaj, përmenden disa elementë kritikë të zgjedhjes së teknikave për një problem praktik dekontaminimi.

Duhet theksuar se informacioni i paraqitur nuk është shterues. Përveç kësaj, përvoja praktike në dekontaminim ka treguar se një proces universal dekontaminimi nuk ekziston. Si i tillë, përdoruesit e ardhshëm duhet të familjarizohen me karakteristikat e teknikave të propozuara, në mënyrë që të bëjnë zgjedhje adekuat bazuar në kërkesa specifike dhe studime të hollësishme të rasteve.

Table 2. Pershkrim i procesit të dekontaminimit gjatë çmontimit

Dekontaminimi i metaleve	Sisteme të mbyllura	Sisteme të hapura	Dekontaminimi i metaleve	Sisteme të mbyllura	Sisteme të hapura
Proceset kimike			Proceset kimike		
• Proceset e oksidimit			• Pastrimi ultrasonik		x
– ODP/SODP	x		• Ujë me presion të lartë		x
– Cerium/Acid sulfurik		x	• CO ₂ me godditje akull		x
– Cerium/Acid nitrik		x	• Ujë me akull		x
• Procesi i oksidimit-reduktimit			• Freon substitutes		x
			• Lëndë gërryese të lagura	x	x
			• Lëndë gërryese të thata		x
			• Kruarje/Lyerje		x
			Procese kimike/mekanike të kombinuara		
			• Pastë + Pastrimi HP		x

			• Shkumë/Xhel/ Pastrimi HP		×
			• Pastrim me vakum (I thatë/Ilagur)		×
• Proceset me bazë fosforike-acide		×			
• Shkumë	×				
• Reagentë të ndryshëm			Dekontaminim i betoneve	Dekontaminimi i sipërfaqeve	Shkaterimi i betoneve
– HNO ₃		×			
– HNO ₃ + HF	×	×	• Procesi Kelly	×	
– HNO ₃ /NaF	×	×	• Zmerilim	×	
– HCl	×	×	• Rërë me presion	×	
–		×	• Lëndë gërryese të lagura	×	
			• Bluarje	×	
Procese elektrokimike			• Eksplozivët		×
• Acid Fosforik		×	• Mikrovalët	×	
• Acid nitrik		×	• Kruarje furce elektrike/Zumparim		×
• Acid nitrik – Heqje e elektrike		×	• Kruarje furce elektrike /Me zumparim		×
• Sulfate sodiomi - ELDECON Proc.		×	• Matrapik		×
• Acid Oksalik		×			
• Acid Citric		×			
• Acid Sulfurik		×			
• Elektrolite të tjerë		×			

× : Teknikat e dekontaminimit jane per sisteme te hapura dhe te mbyllura.

KARAKTERISTIKAT E TEKNIKAVE TË PËRZGJEDHURA TË DEKONTAMINIMIT PËR KOMPONENTËT E SEGMENTUAR

4.1 Konsiderata të përgjithshme

Në literaturë mund të gjenden pasqyra të thjeshtuara të disa teknikave të dekontaminimit në funksion të efikasitetit të tyre në lidhje me disa kriterë përzgjedhjeje. Përvoja praktike tregon se këto pasqyra duhet të konsiderohen me shumë kujdes. Ndryshime të vogla në detajet e aplikimit të teknikave të përzgjedhura mund të kenë ndikime të rëndësishme në kualifikimin e parametrave ndikues. Megjithëse objektivi i këtij seksioni nuk është të sigurojë një pasqyrë të detajuar të të gjitha avantazheve dhe disavantazheve të teknikave të disponueshme, përshkruhen disa konsiderata specifike mbi kategoritë e zgjedhura të teknikave të dekontaminimit.

Dekontaminimi kimik përdor reagentë kimikë të koncentruar ose të holluar në kontakt me sendin/zonën e kontaminuar, për të shpërndarë shtresën e ndotjes që mbulon metalin bazë dhe përfundimisht një pjesë të metalit bazë. Në shumicën e rasteve, nivelet e nevojshme të dekontaminimit mund të arrihen duke vazhduar procesin për aq kohë sa është e nevojshme, duke u kujdesur që muret e rezervuarit ose tubacionet të mos depërtohen nga korrozioni.

Në proceset e lehta të dekontaminimit kimik, parashikohet shpërbërja e shtresës së ndotjes, por procesi duhet të jetë jo shkatërrues për metalin bazë dhe përdoret përgjithësisht për objektet që janë në operim/funksion. Teknikat agresive të dekontaminimit kimik që përfshijnë shpërbërjen e metalit bazë duhet të merren parasysh vetëm në programet e çmontimit ku ripërdorimi i sendit nuk do të ndodhë kurrë. Shpëlarja kimike rekomandohet për dekontaminimin në distancë të sistemeve të tubacioneve të paprekura.

Dekontaminimi kimik është dëshmuar gjithashtu të jetë efektiv në reduktimin e radioaktivitetit të sipërfaqeve të mëdha, si një alternativë ndaj heqjes së pjesshme ose të plotë. Ato janë gjithashtu të përshtatshme për përdorim në gjeometri komplekse, si dhe për një trajtim uniform të sipërfaqeve të brendshme dhe të jashtme të tubave. Megjithatë, këto teknika kërkojnë riciklim efikas të kimikateve reaktive. Riciklimi i pamjaftueshëm i produkteve të dekontaminimit rezulton në sasi shumë të mëdha mbetjesh dytësore të cilat janë të vështira për t'u trajtuar dhe rrisin kostot.

Dekontaminimi elektrokimik mund të konsiderohet në parim si një dekontaminim kimik i ndihmuar nga një fushë elektrike. Mund të konsiderohet e kundërta e elektrikut pasi shtresat metalike hiqen nga një sipërfaqe në vend që të shtohen si shtresë.

Dekontaminimi elektrokimik është aplikuar duke zhytur artikullin e kontaminuar në një banjë elektrolite ose duke kaluar një tampon mbi sipërfaqen që do të dekontaminohet. Rryma elektrike shkakton shpërbërjen anodike dhe heqjen e shtresave metalike dhe okside nga komponenti. Elektroliti rigjenerohet vazhdimisht nga riqarkullimi.

Këto procese mund të aplikohen vetëm në sipërfaqet përcjellëse. Ato janë shumë efektive dhe japin një faktor të lartë dekontaminimi. Përdorimi i tyre është i kufizuar:

- kur përdoret zhytja/imerssion, nga madhësia e banjës dhe
- kur përdoret një tampon, nga gjeometria e sipërfaqeve dhe hapësira e disponueshme rreth pjesës që trajtohet.

Dekontaminimi me shkrirje paraqet avantazhin e veçantë të homogjenizimit të një numri radionuklidësh në shufër dhe koncentrimin të radionuklideve të tjera në skorje dhe pluhur filtri që rezulton nga procesi i shkrirjes, duke dekontaminuar kështu materialin parësor.

Shkrirja mund të sigurojë një hap thelbësor kur lëshohen komponentë me gjeometri komplekse, duke thjeshtuar procedurat e monitorimit për karakterizimin e metaleve radioaktive. Përveç efekteve të dekontaminimit me shkrirje, problemi me sipërfaqet e paarritshme eliminohet dhe përmbajtja e mbetur e radioaktivitetit homogjenizohet mbi masën totale të shufrës.

Prandaj, shkrirja mund të jetë një hap i fundit në dekontaminimin dhe çlirimin e komponentëve me gjeometri komplekse pasi ato të jenë dekontaminuar, për shembull, me metoda kimike që heqin radionuklidet, si kobalti-60. Duhet të theksohet se kobalti-60 me origjinë nga aktivizimi i metalit bazë do të mbetet në shufër pas shkrirjes.

Dekontaminimi mekanik dhe manual janë teknika fizike. Kohët e fundit, dekontaminimi mekanik ka përfshirë larjen, fshirjen, agjentët shkumëzues dhe veshjet latex që mund të hiqen . Teknikat mekanike mund të përfshijnë gjithashtu dekontaminimin abraziv me lëndë të lagështa ose të thata, gërryerjen e sipërfaqeve dhe heqjen e betonit.

Këto teknika janë më të zbatueshme për dekontaminimin e sipërfaqeve strukturore. Disa prej tyre janë të aplikueshme edhe për sipërfaqet jo metalike, si p.sh. plastika.

Sistemet e dekontaminimit abraziv, si të lagët ashtu edhe të thatë, janë përdorur me sukses. Ato ofrojnë metoda mekanike, që rrjedhin nga industria konvencionale, që japin faktorë shumë të lartë dekontaminimi. Sa më gjatë të vazhdojnë operacionet, aq më shkatërruese janë ato. Megjithatë, sistemet gërryese të lagështa prodhojnë një përzierje pluhuri dhe pika uji që mund të jetë e vështirë për t'u trajtuar. Duhet pasur kujdes që të mos futet ndotja në sipërfaqen e materialit (efekti i çekanit) në mënyrë që aftësia për të përmbushur nivelet e pastrimit të mos rrezikohet. Këto teknika nuk janë të përshtatshme për sipërfaqet e ndërlikuara ku mund të mos garantohej akses uniform.

Vitet e fundit, janë propozuar shumë teknika inovative të dekontaminimit në kuadrin e programeve të kërkimit dhe zhvillimit të menaxhimit të mbetjeve radioaktive. Në pjesën më të madhe, këtoteknologji në zhvillim janë teknologji hibride që përfshijnë një ose më shumë nga metodat emëposhtme: metodologji kimike, elektrokimike, biologjike, mekanike, lazer ose sonike. Këto teknikanovatore janë përshkruar në literaturë.

4.2 Dekontaminimi kimik

4.2.1 Konsiderata të përgjithshme

Dekontaminimi kimik zakonisht kryhet duke qarkulluar në sistem reagentët e përzgjedhur. Megjithatë, pjesët e segmentuara mund të dekontaminohen duke i zhytur në një rezervuar që përmban reagentin, i cili më pas trazohet. Aplikimi i dekontaminimit kimik specifik varet nga shumë faktorë, p.sh., forma

dhe dimensionet e artikullit që do të dekontaminohet, lloji dhe natyra e reagentëve kimikë, lloji i materialit dhe kontaminimi, disponueshmëria e pajisjeve të duhura të procesit, etj.

Shumë reagentë dhe teknika kimike janë zhvilluar për dekontaminimin rutinë të sistemeve gjatë funksionimit dhe çaktivizimit të objekteve radiologjike. Proceset e dekontaminimit kimik në thelb ndahen në dy grupe. Kimikatet e buta përfshijnë reagentë jo-korrozivë të tillë si detergjentët, agjentët kompleksues, acidet e holluara ose alkalet. Kimikatet agresive përfshijnë acide ose materiale alkaline forta dhe të përqendruara dhe reagentë të tjerë gërryes. Vija ndarëse midis këtyre dy grupeve të proceseve është zakonisht në rreth 1 deri në 10 për qind përqendrim të reagentit aktiv.

Teknikat e lehta të dekontaminimit kimik janë përdorur përgjithësisht për artikujt ku objektivi është heqja e ndotjes pa cenuarmaterialin bazë. Përparësitë e tyre janë shkallët e ulëta të korrozionit dhe përqendrimet e ulëta kimike të cilat lehtësojnë trajtimin e solucionëve të dekontaminimit (mbetjeve dytësore). Edhe pse disa teknika dekontaminimi me përqendrim të ulët kanë faktorë të ulët dekontaminimi dhe kërkojnë kohë të gjata kontakti, ato mund të bëhen më efektive duke u kombinuar me proceset që përdorin agjentë oksidues ose reduktues jo korrozivë, dhe agjentë kompleksues dhe kelues, dhe duke i aplikuar ato në disa faza. Në shumë raste, efektiviteti mund të përmirësohet gjithashtu duke rritur temperaturën e trajtimit zakonisht në intervalin 20 deri në 90°C. Përzgjedhja e agjentëve redoks do të varet nga përbërja e produkteve të korrozionit sipërfaqësor që do të hiqen. Përshkrime të teknikave të ndryshme të dekontaminimit me përqendrim të ulët mund të gjenden në shumë publikime.

Teknikat agresive kimike dhe elektrokimike të dekontaminimit mund të përfshijnë një ose më shumë faza duke përdorur zgjidhje të ndryshme kimike. Rekomandohen shpëlarje të ndërmjetme për të shmangur problemet e mundshme me rikontaminimin. Përparësitë e procesit përfshijnë aplikimin në kohë të shkurtër dhe faktorët e lartë të dekontaminimit (zakonisht ulje 10:1 deri në 100:1 në nivelet e aktivitetit). Kufizimet e tij përfshijnë përqendrime të larta kimike dhe probleme të mundshme për sistemet e trajtimit të efluentëve.

Një proces me shumë hapa (d.m.th., aplikimi i një solutioni të fortë oksidues i ndjekur nga një zgjidhje acidi komplekse) është një teknikë e zakonshme për heqjen e shtresës së oksidit të kontaminuar nga sipërfaqet metalike, si çeliku inox. Faza e parë (alkaline) synon të oksidojë oksidet e kromit për të prodhuar jone kromat të tretshëm.

Faza e dytë (acid) është primar një reaksion shpërbërjeje për kompleksimin e metaleve të tretur.

Tretësirat alkaline të permanganatit janë reagentët më të zakonshëm të përdorur në fazën e parë. Në fazën e dytë janë përdorur me sukses një sërë reagentësh si citrati i amonit, citrati i amonit, acidi oksalik, një përzierje e acidit citrik dhe oksalik, acidi sulfurik etj., për aplikime të ndryshme për dekontaminimin e çelikut inox, çeliku i karbonit, inkoneli, veshja me zirkalo(zircaloy), etj. Acidet sulfurike, fosforike, klorhidrike, hidrofluorike dhe reagentë të tjerë janë përdorur me sukses veçmas si dekontaminues individualë agresivë, përgjithësisht në përqendrime nga 2 deri në 15 për qind. Niveli i kërkuar i dekontaminimit mund të kërkojë përsëritjen e procesit disa herë. Duhet pasur kujdes nëse procesi i shpërbërjes mund të rezultojë në korrozion të papranueshëm sipërfaqësor, p.sh., kur kërkohet ripërdorimi i drejtpërdrejtë i një artikulli. Teknikat kimike janë përgjithësisht të përshtatshme për t'u

përdorur në gjeometri komplekse, si dhe për trajtimin uniform të sipërfaqeve të brendshme dhe të jashtme të pajisjeve, veçanërisht kur sigurohet kontakt i mirë midis kimikatit dhe sipërfaqes, (p.sh. zhytja në rezervuar).

Faktorët e konsideruar për dekontaminimin kimik në linjë janë gjithashtu të vlefshëm për procesin e zhytjes. Megjithatë, për shkak se rezervuarët janë zakonisht të hapur në krye, duhet të instalohet një sistem i duhur ventilimi dhe duhet treguar kujdes i veçantë për të shmangur kontaktin midis operatorëve dhe reagentëve shumë korrozivë. Duhet të theksohet se reagentët kimikë në temperatura tepër të larta mund të rezultojnë në efekte të padëshirueshme, të tilla si gaze toksike ose shpërthyes, p.sh. hidrogjen.

Dekontaminimi kimik kërkon riciklim efikas të kimikateve reaktive, pasi riciklimi i pamjaftueshëm i produkteve të dekontaminimit mund të rrisë sasinë e mbetjeve dytësore të cilat mund të jenë të vështira për t'u trajtuar. Mund të gjenerojë mbetje të përziera dhe mund të rezultojë në korrozioni dhe probleme sigurie kur përdoret gabimisht. Përveç kësaj, ai kërkon si reagentë të ndryshëm për sipërfaqe të ndryshme, ashtu edhe kontrollin e kullimit. Për punë të mëdha, përgjithësisht kërkon ndërtimin e një pajisjeje për ruajtjen dhe grumbullimin e kimikateve, si dhe adresimin e shqetësimeve kritike, aty ku është e aplikueshme. Dekontaminimi kimik zakonisht nuk është efektiv në sipërfaqet poroze.

Në përgjithësi, njohja e metodologjisë së pastrimit kimik është një parakusht për vlerësimin e teknologjisë së dekontaminimit pasi shumica e procedurave dhe kimikateve të përdorura për dekontaminimin e materialeve dhe pajisjeve radiologjike u përdorën gjithashtu për pastrimin e pajisjeve dhe materialeve në industrinë e përpunimit kimik. Si pastrimi kimik ashtu edhe dekontaminimi kërkojnë të njëjtat fusha të njohurive dhe përvojës: kimia e ndotjes, teknologjia e korrozionit dhe teknikat e gjenerimit/heqjes së mbetjeve. Për më tepër, të njëjtat njohuri inxhinierike kërkojnë për të hartuar procedura të përshtatshme për përzierjen, pompimin, si dhe për ngrohjen e tretësve dhe përbërësve të tjerë kimikë të pastrimit. Kërkohet respektimi i praktikave bazë të shëndetit dhe sigurisë në lidhje me agjentët kimikë, përveç aspekteve të sigorisë radiologjike. Si minimum, punëtorët duhet të kalojnë një program trajnimi dhe të pajisen me syze, kominoshe mbrojtëse për të gjithë trupin, doreza të papërshkueshme dhe mbulesa këmbësh. Pajisjet shtesë të sigurisë varen nga toksiciteti i ndotësve.

4.2.2 Reagentët kimikë

Për programet e çmontimit, ekziston një gamë e gjerë reagentësh kimikë për të zgjedhur, pasi korrozioni i metalit bazë është shqetësues. Disa reagentë kimikë shfaqin një varësi kohore në ciklin e përzierjes, ngrohjes, riqarkullimit dhe kullimit, gjë që ndikon si në stabilitetin e tretësirës kimike ashtu edhe në tretshmërinë e ndotjes së përmbajtur. Çdo proces në shqyrtim duhet të vlerësohet për efektin e një aksidenti të humbjes së rrjedhës dhe ftohjes së tretësit. Faktorët e konsideruar përfshijnë prodhimin e gazit toksik ose shpërthyes, daljen e tepërt të pllakave dhe korrozionin e tepërt.

Procesi i përzgjedhur duhet të përfshijë procedurat e duhura të emergjencës, p.sh. kullimin emergjent, zbulimin e gazit dhe ventilimin emergjent.

Kur përqendrimi i ndotësve në tretësirë rritet gjatë procesit të dekontaminimit, artikulli që pastrohet mund të rikontaminohet. Ky problem mund të minimizohet duke pastruar së pari artikujt më pak të kontaminuar dhe duke pastruar ose zëvendësuar (riciklimin nëse është e mundur) solucionin, nëse përqendrimi i ndotësve tejkalon disa nivele.

Disa procese me shumë hapa përdoren zakonisht për heqjen e shtresave të ndotjes shumë ngjitëse. Në shumë raste, dekontaminimi kimik mund të përdoret si një hap në një proces me shumë hapa (p.sh., përpara polistrimit elektronik), artikujt e mbuluar me shtresa të trasha oksidi i nënshtrohen dekontaminimit kimik për të reduktuar veshjet okside.

4.2.3 Tretësirat e konsumuara të dekontaminimit

Përzgjedhja e reagentit kimik padyshim përcakton karakteristikat kimike të mbetjeve dytësore që dalin nga procesi. Rinovimi i vazhdueshëm i solucionit rrit efektivitetin e dekontaminimit, por sasia e tretësirës së konsumuar për t'u trajtuar dhe për t'u asgjësuar gjithashtu rritet në mënyrë dramatike. Në vitet e fundit, rigjenerimi i kimikateve është bërë një pjesë themelore në të gjitha proceset e dekontaminimit kimik. Disa procese kimike konvencionale mund të përdoren për rigjenerimin e tretësirave të konsumuara, në kombinim, për shembull, me shkëmbimin e joneve, avullimin/distilimin dhe elektrodializën.

Problemi i kufizimit të mbetjeve dytësore që dalin nga procesi i dekontaminimit mund të rezultojë në përzgjedhjen e proceseve të tjera të ngjashme, si p.sh. elektropolizim ose ultratinguj duke përdorur kimikate, në vend të dekontaminimit vetëm kimik. Siç u tha më parë, vetëm një analizë e detajuar kosto/përfitim mund të sigurojë kriteret aktuale për zgjedhjen e opsionit më të mirë për një detyrë specifike dekontaminimi.

4.2.4 Udhëzime për zgjedhjen e teknikave të përshtatshme të dekontaminimit kimik

Kur zgjidhni një proces të përshtatshëm dekontaminimi kimik, përveç konsideratave të përgjithshme të dhëna në seksionin 2.2 dhe duke pasur parasysh shumëllojshmërinë e proceseve të dekontaminimit kimik të disponueshëm, duhet të merren parasysh disa kriterë në një analizë të detajuar bazuar në kushtet specifike në zonë. Shumica e kriterëve lidhen me veçoritë specifike të një instalimi radiologjik, si p.sh.

- vendndodhjen e ndotjes (p.sh., sipërfaqet e brendshme kundrejt atyre të jashtme të sistemeve të mbyllura);
- statusi i integritetit fizik të sistemeve;
- materiale (p.sh. çeliku, betoni);
- historia e funksionimit (për të përcaktuar profilin e shtresës së ndotjes);
- natyra e kontaminimit (p.sh., oksid, bruto, grimca, llum);
- efektiviteti i proceseve të dekontaminimit kimik të përdorur më parë;
- shpërndarja e kontaminimit (p.sh. sipërfaqe, çarje, shpërndarja homogjene në materialin me shumicë);
- ekspozimi ndaj njerëzve dhe mjedisit;
- çështjet e sigurisë, mjedisit dhe sociale;
- Kërkesat për uljen e nivelit të ekspozimit (p.sh. riciklimi kundrejt asgjësimit);

- sasinë dhe llojin e mbeturinave dytësore nga dekontaminimi dhe kondicionimi;
- fati përfundimtar i materialeve të dekontaminuara;
- koha;
- shpenzimet.

Duke marrë parasysh konsideratat e përgjithshme të paraqitura në këto seksione mbi dekontaminimin kimik, jepet një pasqyrë e avantazheve dhe disavantazheve kryesore të kësaj teknike për zgjedhjen e teknikës më të përshtatshme.

Përparësitë

- Dekontaminimi kimik është relativisht i thjeshtë dhe i ngjashëm me pastrimin klasik në industrinë konvencionale për të cilën ekziston shumë përvojë. Mund të jetë gjithashtu relativisht i lirë kur nuk kërkohen pajisje shtesë.
- Dekontaminimi kimik është një praktikë e njohur në shumë impiante dhe objekte radiologjike.
- Me përzgjedhjen e duhur të kimikateve, pothuajse të gjitha radionuklidet mund të hiqen nga sipërfaqet e kontaminuara. Problemet e rikontaminimit mund të reduktohen duke shpëlarë vazhdimisht sipërfaqen me ujë.
- Me acide minerale të forta, mund të arrihet një rënie e faktorit dekontaminues prej më shumë se 100:1 në nivelet e aktivitetit dhe në shumë raste, artikulli mund të dekontaminohet deri në nivele të çlirueshme.
- Dekontaminimi kimik gjithashtu mund të largojë radioaktivitetin nga sipërfaqet e brendshme dhe të fshehura. Megjithatë, në këtë rast, efektiviteti i tij mund të jetë i ulët dhe matja në nivelet e çlirimit do të jetë problem.
- Dekontaminimi kimik përfshin probleme relativisht të vogla të ndotjes ajrore, të ngjashme me ato të qasjes me sistem të mbyllur.

Disavantazhet

- Disavantazhi kryesor i dekontaminimit kimik është gjenerimi i mbetjeve të lëngshme dytësore, duke rezultuar në vëllime relativisht të larta në krahasim me proceset e tjera, si p.sh. Trajtimi dhe kondicionimi i këtyre mbetjeve dytësore kërkon që të merren parasysh proceset e duhura gjatë zgjedhjes së opsionit të dekontaminimit. Për më tepër, në disa raste (p.sh., sipërfaqe të brendshme dhe të fshehura), efektiviteti i dekontaminimit mund të jetë relativisht i ulët.
- Zakonisht solucioni duhet të nxehet deri në 70 deri në 90°C për të përmirësuar kinetikën e procesit të dekontaminimit.
- Një disavantazh i mëtejshëm në marrjen e faktorëve të lartë të dekontaminimit është se mund të kenë nevojë të trajtohen reagentët gërryes dhe toksikë.
- Dekontaminimi kimik kryesisht nuk është efektiv në sipërfaqet poroze.

4.3 Dekontaminimi elektrokimik

4.3.1 Konsiderata të përgjithshme

Dekontaminimi elektrokimik mund të konsiderohet në parim si një dekontaminim kimik i ndihmuar nga një fushë elektrike. Elektropolizim është një proces i përdorur gjerësisht në aplikimet industriale jo radiologjike për të prodhuar një sipërfaqe të lëmuar në metale dhe lidhje. Mund të konsiderohet e kundërta e elektrokimit pasi shtresat metalike hiqen nga një sipërfaqe në vend që të shtohen si shtresë.

Dekontaminimi elektrokimik përdor rrymë elektrike të drejtpërdrejtë, e cila rezulton në shpërbërjen anodike dhe heqjen e shtresave metalike dhe okside nga komponenti. Shpërbërja mund të kryhet duke zhytur sendet që do të dekontaminohen në një banjë elektrolite si anodë ose të pajisur me anodë. Kjo metodë është e dobishme për dekontaminimin e sendeve me sipërfaqe lehtësisht të arritshme. Rryma gjithashtu mund të dërgohet në një komponent të zhytur duke lëvizur një tampon mbi sipërfaqen që do të dekontaminohet, si një metodë efektive për sipërfaqet e rregullta.

Elektroliti rigjenerohet vazhdimisht nga riqarkullimi.

Për elektropolizim brenda rezervuarit, kërkohen të paktën dy rezervuarë (çelik inox). Një rezervuar përmban elektrolitin, elektodat dhe pjesët që duhen dekontaminuar. Rezervuari tjetër mban ujin e përdorur për shpëlarjen e pjesëve pas dekontaminimit. Për të kontrolluar avujt e lëshuar nga elektroliti gjatë procesit të elektropolistrimit, një zonë nxjerrjeje ndodhet pranë rezervuarit të elektropolistrimit. Kërkohen gjithashtu dispozita për ngrohjen dhe trazimin e elektrolitit, si dhe shpëlarjen e rezervuarit.

Proceset e dekontaminimit elektrokimik mund të aplikohen vetëm për heqjen e ndotjes radionuklide nga sipërfaqet përcjellëse, të tilla si lidhjet me bazë hekuri (përfshirë çelik inox), bakri, alumini, plumbi dhe molibden. Ato janë shumë efektive dhe japin një faktor të lartë dekontaminimi.

Parametrat e rëndësishëm të funksionimit për dekontaminimin elektrokimik janë përqendrimi i elektrolitit, temperatura e funksionimit, potenciali i elektrodës dhe dendësia e rrymës.

Efektiviteti i dekontaminimit mund të kufizohet nga prania e materialeve ngjitëse në sipërfaqen e artikujve që do të dekontaminohen. Materialet si vaji, yndyrat, oksidet (ndryshku) dhe bojëra ose veshje të tjera duhet të hiqen përpara dekontaminimit. Përdorimi i dekontaminimit elektrokimik është i kufizuar:

- kur përdoret zhytja, nga madhësia e banjës, dhe
- kur përdoret një tampon, nga gjeometria e sipërfaqeve dhe hapësira e lirë e disponueshme rreth pjesës që trajtohet.

Kjo e bën metodën pothuajse të pazbatueshme për dekontaminimin industrial të gjeometrive komplekse (p.sh. tuba me diametër të vogël).

4.3.2 Reagentët kimikë

Acidi fosforik zakonisht përdoret si elektrolit në elektropolizim për shkak të qëndrueshmërisë, sigurisë dhe zbatueshmërisë së tij në një sërë sistemesh aliazesh. Për më tepër, natyra jo-tharëse e acidit

fosforik ndihmon në minimizimin e ndotjes së ajrit dhe karakteristikat e mira komplekse të acidit fosforik për jonet metalike janë një faktor i rëndësishëm në minimizimin e rikontaminimit nga elektroliti.

Elektrolite të tjera, si acidi nitrik dhe sulfati i natriumit janë hetuar dhe propozuar si alternativa ndaj acidit fosforik dhe sulfurik. Nevoja për elektrolite të reja fillimisht u motivua nga papajtueshmëria e acideve fosforike dhe sulfurike me objektet ekzistuese të trajtimit dhe mundësia e prodhimit të mbetjeve të lëngshme dytësore të cilat janë më të lehta për t'u përpunuar ose rigjeneruar. Sot, problemet që lidhen me trajtimin e mbetjeve të lëngshme dytësore janë zgjidhur vetëm pjesërisht.

4.3.3 Gjenerimi i mbetjeve dytësore

Dekontaminimi elektrokimik me elektropolim shkakton një rritje të vazhdueshme të hekurit të tretur në acidin fosforik. Nëse përmbajtja e hekurit tejkalon 100 g/dm^3 , ndodh një precipitim i fosfatit të hekurit dhe ndalon efikasitetin e procesit të dekontaminimit. Prandaj, acidi duhet të shkëmbehet ose rigjenerohet periodikisht. Duke vepruar kështu, vëllimi i rrjedhjeve është i kufizuar; megjithatë, trajtimi i pjesëve që do të zhyten ose i tamponit, mund të çojë në ekspozim shtesë ndaj punonjësve.

4.3.4 Udhëzime për zgjedhjen e teknikave të përshtatshme të dekontaminimit elektrokimik

Kur zgjidhni një proces të përshtatshëm dekontaminimi elektrokimik, kriteret duhet të merren parasysh në një analizë të detajuar bazuar në kushtet specifike të zonës. Këto janë të ngjashme me kriteret e përmendura me sipër, por duke marrë parasysh që proceset e dekontaminimit elektrokimik kërkojnë sipërfaqe përcjellëse.

Nga konsideratat e përgjithshme të paraqitura në seksionet e mësipërme mbi dekontaminimin elektrokimik, mund të tregohen disa avantazhe dhe disavantazhe kryesore të kësaj teknike për të lejuar zgjedhjen e teknikës më të përshtatshme.

Përparësitë

- Elektroliti është i disponueshëm në treg. Pajisjet kryesore janë relativisht të lira dhe procedurat e përpunimit janë mjaft të thjeshta. Ai është i aftë të dekontaminojë në nivele foni natyror për qëllime çmontimi, duke hequr praktikisht të gjitha radionuklidet që mbulojnë sipërfaqen, duke përfshirë plutoniumin, uraniumin, radiumin, kobaltin, stronciumin, ceziumin dhe americiumin, duke dhënë zakonisht ulje në faktorë dekontaminimi më shumë se 100:1 në niveleve të aktivitetit.
- Elektroliti mund të dekontaminojë zonat e sheshta, cepat, gjeometritë e zhytura, rezervuarët, etj., ku matja deri në nivelet e çlirimit nuk shkakton ndonjë problem. Ai prodhon një sipërfaqe të lëmuar me një aftësi të ulët të natyrshme për t'u rikontaminuar. Trashësia e metalit të hequr gjatë dekontaminimit është përgjithësisht më pak se $25 \mu\text{m}$.
- Kur krahasohet me vëllimin e lëngjeve të kërkuara për dekontaminimin kimik, vëllimet e elektroliteve për ndotjen e elektrodës janë relativisht të ulëta.

Disavantazhet

- Për procesin më të përdorur (dmth. në rezervuar), artikulli që do të dekontaminohet duhet të hiqet nga impianti dhe të zhytet në rezervuar me elektrolit. Për procesin in-situ, kërkohet qasja ose hyrja e pajisjes në artikullin që do të dekontaminohet. Prandaj, përdorimi i dekontaminimit elektrokimik kufizohet nga madhësia e banjës, kur përdoret zhytja, dhe nga gjeometria e sipërfaqeve dhe hapësira e lirë e disponueshme rreth pjesës që trajtohet, kur përdoret një tampon. Kjo e bën metodën më pak të zbatueshme për dekontaminimin industrial të gjeometrive komplekse (p.sh. tuba me diametër të vogël).
- Trajtimi i elektrolitit për asgjësim (nëse nuk është i riciklueshëm) kërkon neutralizimin dhe përpunimin në një sistem trajtimi për mbetjet radioaktive të lëngshme.
- Elektroliti nuk heq (ose heq me vështirësi) llumrat ose ndonjë material izolues nga sipërfaqet.
- Pjesët e fshehura si pjesa e brendshme e tubave trajtohen keq.
- Trajtimi i komponentëve mund të çojë në ekspozim shtesë ndaj punonjësve.

4.4 Dekontaminimi mekanik

4.4.1 Konsiderata të përgjithshme

Metodat mekanike të dekontaminimit mund të klasifikohen si pastrim sipërfaqësor (p.sh. fshirje, fërkim) ose heqje të sipërfaqes (p.sh., gërryerje, shpim dhe copëtim). Dekontaminimi mekanik mund të përdoret ose si një alternativë ndaj dekontaminimit kimik, ose njëkohësisht me dekontaminimin kimik ose në sekuencë me dekontaminimin kimik.

Në përgjithësi, metodat e dekontaminimit mekanik mund të përdoren në çdo sipërfaqe dhe të arrijnë një rezultat shumë të mirë. Kur këto metoda përdoren në kombinim me metodat kimike, mund të arrihet një rezultat edhe më i mirë. Për më tepër, kur kemi të bëjmë me sipërfaqe poroze, metodat mekanike mund të jenë zgjidhja e vetme.

Ka dy disavantazhe themelore me metodat mekanike. Së pari, metodat kërkojnë që sipërfaqja e pjesës ku do të punohet të jetë e aksesueshme (dmth, pjesa ku do të punohet në përgjithësi duhet të jetë pa të çara dhe qoshe që pajisjet e procesit nuk mund t'i qasen lehtësisht ose në mënyrë efektive). Së dyti, nëse nuk merren masat e nevojshme paraprake, shumë metoda mund të prodhojnë pluhur në ajër. Nëse kontaminimi është një shqetësim, kjo kërkon që të sigurohet një kontroll për të ruajtur shëndetin dhe sigurinë e punonjësve dhe për të parandaluar përhapjen e kontaminimit.

Ashtu si me dekontaminimin kimik, zgjedhja e teknikës më efektive varet nga shumë variabla, siç janë ndotësit e përfshirë, materiali i sipërfaqes dhe kostoja. Trajtimi i zgjedhur mund të duhet të aplikohet disa herë për të përmbushur objektivin e vendosur të dekontaminimit. Për shkak se secila prej këtyre teknikave mund të modifikohet në kushte specifike të vendndodhjes, efektiviteti aktual dhe zbatueshmëria e një teknike duhet të hulumtohet në studimet e fizibilitetit të vendit specifik.

Teknikat e pastrimit të sipërfaqes përdoren kur ndotja kufizohet në material afër sipërfaqes.

Disa teknika mund të heqin shtresat e holla të sipërfaqes për të hequr ndotjen. Megjithatë, këto teknika ndryshojnë nga teknikat e heqjes së sipërfaqes duke qenë se heqja e ndotësit nga sipërfaqja është qëllimi kryesor dhe jo heqja e vetë sipërfaqes. Disa teknika të pastrimit të sipërfaqes gjenerojnë lëngje të kontaminuara që duhet të mblidhen dhe trajtohen. Shumë teknika të pastrimit të sipërfaqes mund të përdoren si për dekontaminimin e pajisjeve ashtu edhe për ndërtesat, dhe disa teknika të pastrimit të sipërfaqes mund të përdoren si trajtim dytësor pas heqjes së sipërfaqes.

Për shkak se këto teknika janë të gjithanshme, mund të jetë e dobishme të vendoset një strukturë e centralizuar dekontaminimi në kantier ku përdoret një ose më shumë nga këto teknika. Një strukturë e tillë mund të përdoret më pas për të dekontaminuar komponentët që janë çmontuar në copa të mëdha ose të segmentuara.

4.4.2 Sistemet e dekontaminimit abraziv me presion

Sistemet abrazive të lagësht dhe të thatë, që rrjedhin nga industria konvencionale, mund të ofrojnë faktorë shumë të lartë dekontaminimi. Sa më gjatë të vazhdojnë operacionet, aq më shkatërruese janë ato. Duhet pasur kujdes që të mos futet ndotja në sipërfaqen e materialit (efekti i çekanit) në mënyrë që aftësia për të përmbushur nivelet e pastrimit të mos rrezikohet.

Sistemet gërryese të lagështa prodhojnë gjithashtu një përzierje pluhuri dhe pika uji që mund të jetë e vështirë për t'u trajtuar. Një sistem i lagësht abraziv është një teknikë e dekontaminimit me gërryes të lëngshëm me qark të mbyllur. Sistemi përdor një kombinim të ujit, materiale gërryese dhe ajrit të kompresuar, dhe zakonisht aplikohet në një kontejner çeliku/inoksi të mbyllur dhe të papërshkueshme nga rrjedhjet. Nuk ka rrezik të ndotjes nga ajri, pasi një sistem i pavarur i ventilimit të ajrit me filtër absolut mban një presion negativ brenda kabinetit. Mbetjet radioaktive ndahen mekanikisht nga mjetet e pastrimit (p.sh., me ndarje ciklon/centrifuge, sitë, etj.). Uji mund të filtrohet dhe riciklohet dhe nuk kërkohen kimikate të tretshme ose të rrezikshme.

Pastrimi i lagësht abraziv po përdoret në shumë objekte radiologjike për të hequr ndotjen e fiksuar nga sipërfaqet metalike, si çeliku strukturor, skelat, komponentët, veglat e dorës dhe pjesët e makinerive. Pajisja mund të përdoret në pjesë me tolerancë të afërt, të tilla si fletët e turbinës ose valvulat, ku heqja e metalit nuk dëshirohet, ose mund të rregullohet për të hequr korrozionin e rëndë dhe bojën duke ndryshuar sasinë e presionit të ajrit dhe materialeve gërryese.

Teknika e dekontaminimit të thatë abraziv me presion, e quajtur zakonisht spërkatje me rërë ose gërryerje, është përdorur në industrinë jo-radiologjike. Kjo teknikë, e cila përdor materiale gërryese të pezulluara në një medium që projektohet në sipërfaqen që trajtohet, rezulton në një heqje uniforme të ndotjes së sipërfaqes. Turbinat me ajër të kompresuar ose me presion zakonisht përdoren për të bartur gërryesin.

Materiali i hequr sipërfaqësor dhe gërryes mblidhet dhe vendoset në kontejnerë të përshtatshëm për trajtim dhe/ose asgjësim. Riqarkullimi i lëndëve gërryese lejon minimizimin e mbetjeve dytësore.

Teknika e dekontaminimit të thatë abraziv me presion është i zbatueshëm për shumicën e materialeve sipërfaqësore, përveç atyre që mund të thyhen nga gërryesit, si qelqi, tranziti ose plexiglas. Aplikimi

në alumin ose magnez duhet gjithashtu të shmanget për shkak të rrezikut të shpërthimit të pluhurit. Është më efektiv në sipërfaqe të sheshta dhe për shkak se gërryesi është spërkatur, është gjithashtu i aplikueshëm në zonat e vështira për t'u arritur. Megjithatë, materiale të tilla si vaji dhe yndyrat, ose pengesat pranë ose të lidhura me bulona me komponentë duhet të hiqen përpara aplikimit dhe duhet të merren masa paraprake për të stabilizuar, neutralizuar ose hequr ndotësit e djegshëm, sepse disa gërryes mund të shkaktojnë shpërthime të disa materialeve ose të gjenerojnë shpërthime pluhuri.

Elektriciteti statik mund të gjenerohet gjatë procesit të shpërthimit; prandaj, komponenti i pastruar, ose vetë instalimi, duhet të jetë i tokëzuar. Njësitë industriale të operuara nga distanca janë të disponueshme.

4.4.3 Mjetet gërryese të përdorura

Në varësi të aplikimit, një shumëllojshmëri materialesh mund të përdoren si mjete gërryese:

- minerale (p.sh. magnetit ose rërë);
- pluhur çeliku, oksid alumini;
- rera, carbide silikoni, qeramika;
- copa plastike;
- produkte natyrale (p.sh. lëvozhga orizi ose lëvozhga e arrave të bluara);
- dioksid karboni (akulli i thatë, për oksidet "të ftohta", sipërfaqet e lyera, etj.).

Silicë është përdorur gjithashtu si gërryes; megjithatë, përdorimi i tij nuk rekomandohet pasi është mesatarisht toksik si pluhur shumë irritues dhe është shkaktari kryesor i sëmundjeve pulmonare. Thithja e zgjatur e pluhurave që përmbajnë silicë të lirë mund të rezultojë në zhvillimin e një fibroze pulmonare paafësuese të njohur si silikozë.

4.4.4 Gjenerimi sekondar i mbetjeve

Siç u tregua më parë, gërryes mund të aplikohen në kushte të lagështa ose të thata. Në kushte të thata, nevojiten masa të kontrollit të pluhurit për të kontrolluar pluhurat dhe/ose ndotjen e ajrit. Ky problem mund të reduktohet duke përdorur sisteme me vakum të filtruar në zonën e punës.

Kur uji përdoret për të aplikuar gërryesin, prodhohen vëllime të mëdha mbetjesh duke përfshirë ujërat e zeza, gërryesin dhe mbeturinat e hequra. Është i nevojshëm trajtimi dhe asgjësimi i duhur i këtyre mbetjeve. Riqarkullimi i lëndëve gërryese dhe riciklimi i ujërave të zeza (të trajtuara ose jo para ripërdorimit) mundëson një reduktim të ndjeshëm të sasisë së mbetjeve dytësore.

Tabela 3 jep disa rezultate mbi normat e punës dhe gjenerimin e mbetjeve dytësore gjatë punës së dekontaminimit të kryer me një sistem gërryes të thatë dhe të lagësht në shkallën e një projekti pilot. Konsumi i ujit përfshin ujin e larjes për të pastruar komponentët dhe instalimin pas çdo cikli dekontaminimi.

Tabela 3. Disa rezultate të dekontaminimit të thatë dhe të lagësht me presion dhe abraziv të metaleve me

Efikasiteti	Shpërthim abraziv I thatë	Shpërthim abraziv I lagësht
	Shumë lartë	Më poshtë
Konsumi gërryes	55 g/kg metal	109 g/kg metal
Prodhimi I mbetjeve dytësore		
– Veshje për ndërhyrje	5.3%	8.2
– Mbetjet e gërryerjes	5.5%	10.9%
– Konsumi i ujit	–	6.9 l/kg metal
Shkalla e dekontaminimit		
– Siperfaqe sheshta	57.4 kg/h	48.0 kg/h
	2.8 m ² /h	2.3 m ² /h
– Profilet	127.7 kg/h	106.8 kg/h
	1.8 m ² /h	1.3 m ² /h

4.4.5 Udhëzime për zgjedhjen e teknikave të duhura të dekontaminimit abraziv me presion

Kur zgjidhni një proces të përshtatshëm dekontaminimi abraziv, përsëri kriteret duhet të merren parasysh në një analizë të detajuar bazuar në kushtet specifike të zonës. Këto kriteret janë shumë të ngjashme me kriteret e përmendura në seksionet me siper, duke marrë parasysh karakteristikat specifike të procesit të dekontaminimit të shpërthimit gërryes. Parashikohen disa avantazhe dhe disavantazhe kryesore të shpërthimit gërryes të thatë dhe të lagësht zgjedhjen e teknikës më të përshtatshme.

Përparësitë

- Në përgjithësi, teknikat e dekontaminimit abraziv me presion kanë rezultuar efektive. Në shumë raste, pajisja është e zhvilluar mirë dhe e disponueshme në treg. Pajisjet industriale janë gjithashtu të disponueshme për funksionim në distancë.
- Disa metoda heqin materialin që ngjitet fort, duke përfshirë shtresat e korrozionit. Ekzistojnë gjithashtu mjete speciale për pastrimin e pjesës së brendshme të rezervuarëve dhe tubave.
- Teknika e dekontaminimit abraziv me presion jep rezultat në një kohë relativisht të shkurtër.

Disavantazhet

- Teknikat e dekontaminimit abraziv në përgjithësi prodhojnë një sasi të madhe mbeturinash, nëse nuk disponohet riciklimi dhe/ose riciklimi i lëndëve gërryese dhe/ose uji. Në disa raste, është e vështirë të kontrolloni sasinë e metalit bazë të hequr. Në sistemet gërryese të thata, nevojiten masa të kontrollit të pluhurit për të kontrolluar pluhurin dhe/ose ndotjen e ajrit. Sistemet gërryese të lagështa prodhojnë gjithashtu një përzierje pluhuri dhe pika uji që mund të jetë e vështirë për t'u trajtuar.
- Duhet pasur kujdes që të mos futet ndotja në sipërfaqen e materialit (efekt çekan) në mënyrë që aftësia për të përmbushur nivelet e pastrimit të mos rrezikohet.

4.5 Dekontaminimi me shkrirje

4.5.1 Konsiderata të përgjithshme

Gjatë çmontimit të instalimeve radiologjike, krijohen sasi të mëdha skrap metalik pak të kontaminuar. Ky skrap mund të rezultojë gjithashtu nga mirëmbajtja dhe nga zëvendësimi i pajisjeve. Pjesa më e madhe e këtyre mbetjeve përbëhet nga pajisje të mëdha, që nëse hidhen në depo të përshtatshme, do të konsumonin vëllime të konsiderueshme të hapësirës në dispozicion. Për më tepër, në shumë raste, kjo pajisje përmban materiale të vlefshme që mund të riciklohen, duke përfshirë çelikut e enëve nën presion, çelik inox dhe inkonel. Duke shkrirë skrapin pak të kontaminuar, është e mundur të rikuperohet shumë prej këtyre metaleve të vlefshëm duke ruajtur njëkohësisht hapësirën e vlefshme në objektet e depozitimit përfundimtar. Pajisjet e konsideruara shpesh kanë gjithashtu gjeometri komplekse, gjë që e bën jashtëzakonisht të vështirë, kërkon kohë dhe të kushtueshme përcaktimin e saktë të vendndodhjes dhe nivelit të radioaktivitetit në sipërfaqet e brendshme. Megjithatë, pas shkrirjes, radioaktiviteti mund të përcaktohet saktësisht nga mostrat e secilës shufër. Për më tepër, një shufër mund të lëshohet për ripërdorim të kufizuar ose të pakufizuar, ose të ruhet për prishje në kufijtë e duhur.

Shkrirja shkatërron plotësisht përbërësit dhe, si një teknikë dekontaminimi, është efektive vetëm për ndotësit që janë të paqëndrueshëm ose që përqendrohen në skorje (p.sh. conalt) dhe jo në metalin e shkrirë. Efikasiteti i dekontaminimit ndryshon shumë në varësi të radioizotopit të pranishëm. Radionuklidet e mbetura në materialin e shkrirë shpërndahen në mënyrë homogjene dhe të imobilizuara në mënyrë efektive, duke reduktuar kështu mundësinë e përhapjes së kontaminimit. Në disa raste, kur zbulohet se shufrat janë aq aktive sa duhet të dërgohen në një depo përfundimtare, shkrirja do të ketë arritur reduktimin maksimal të volumit dhe kështu do të ruajë kapacitetin e vlefshëm të depove. Si një alternativë, disa shufra me nivele aktiviteti mbi kufijtë e çlirimit të pakushtëzuar mund të shkrihen për të bërë blloqe mbrojtëse ose të mbështjellen në të ftohtë për të fabrikuar kontejnerë për mbetje radioaktive, dhe kështu të riciklohen brenda industrisë radiologjike.

Një pasojë veçanërisht e favorshme e shkrirjes është efekti i tij "dekontaminues" në cezium-137, një element i paqëndrueshëm që ka një gjysmë jetëgjatësi prej 30 vjetësh. Gjatë shkrirjes, cezium-137 grumbullohet në pluhurin e mbledhur nga filtrat e ventilimit dhe hiqet. Nuklidi është kobalt-60. Ky element ka një gjysmë jetëgjatësi prej vetëm 5.3 vjetësh. Nuklidet e tjera të mbetura kanë gjysmë jetë

edhe më të shkurtër. Rrjedhimisht, shufrat me përqendrim të arsyeshme me aktivitet të ulët mund të ruhen për t'u çliruar në një të ardhme të parashikueshme. Për më tepër, ekspozimi ndaj rrezatimit ndaj punonjësve të fabrikes gjatë shkrirjes së mëvonshme të shufrave zvogëlohet në mënyrë drastike si rezultat i heqjes së cezium-137. Mbetjet dytësore përbëhen nga skorja nga segmentimi dhe shkrirja, si dhe pluhuri nga filtrat e ventilimit. Këto mbetje dytësore përbëjnë vetëm 1 deri në 4 për qind të peshës së skrapit të shkrirë.

4.6 Teknika të tjera dekontaminimi

Në raste të veçanta janë përdorur edhe teknika të tjera dekontaminimi (p.sh. ultrasonikë, lazer, nxjerrje uji me presion të lartë ose spërkatje me avull, erozioni termik, pasta, xhel, shkumë etj.) për çaktivizimin. Megjithatë, disa prej tyre kërkojnë procedura pak a shumë komplekse aplikimi ose ende kanë nevojë për më shumë zhvillim për të lejuar aplikimet industriale.

KARAKTERISTIKAT E TEKNIKAVE TË ZGJEDHURA TË DEKONTAMINIMIT PER SIPËRFAQET E NDËRTESAVE

5.1 Konsiderata të përgjithshme

Gjatë çmontimit të strukturave të ndërtesave, duhet të merren parasysh kryesisht teknikat mekanike të heqjes së sipërfaqes. Teknikat e heqjes së sipërfaqes përdoren kur skenarët e ardhshëm të përdorimit të tokës përfshijnë ripërdorimin, kur është jopraktike të prishet ndërtesa (p.sh. një laborator brenda një ndërtese), ose në funksion të minimizimit të mbetjeve. Teknikat e shqyrtuara në seksionet e mëposhtme heqin thellësi të ndryshme të ndotjes sipërfaqësore (p.sh. dyshemetë kundrejt mureve) dhe mund të përdoren për të reduktuar sasinë e materialit të ndotur për asgjësim. Për shembull, nëse një ndërtesë e ndotur prishet, të gjitha mbeturinat konsiderohen të kontaminuara dhe kërkojnë trajtim të veçantë.

Megjithatë, duke përdorur fillimisht një teknikë të heqjes së sipërfaqes, vëllimi i ndotësit kufizohet në materialin e hequr sipërfaqësor. Prishja eventuale mund të kryhet në mënyrë konvencionale. Në këtë rast, duhet të përgatitet një analizë kosto-përfitim dhe të merren parasysh shqetësimet e tilla të mundshme si kostot e paketimit, transportit dhe asgjësimit të përfshira kur përdoret një teknikë e heqjes së sipërfaqes në krahasim me prishjen dhe asgjësimin konvencional.

Përpara çdo aktiviteti të pastrimit ose heqjes së sipërfaqes, kërkohet përgatitja e sipërfaqes dhe masat paraprake të sigurisë. Sipërfaqet që do të trajtohen duhet të jenë pa pengesa (p.sh. tubacionet dhe mbështetësit duhet të çmontohen ose segmentohen) dhe duhet të pastrohen me vakum për të minimizuar çlirimin e ndotjes ajrore gjatë aplikimit të teknikës së heqjes së sipërfaqes. Për më tepër, nevojiten masa paraprake për të parandaluar shpërthimet kur trajtoni një zonë që përmban lëndë djegëse. Në këtë rast, të gjitha lëndët e djegshme duhet të neutralizohen, stabilizohen ose hiqen. Duhet t'i kushtohet vëmendje e duhur rreziqeve industriale që lidhen me përdorimin e këtyre teknikave dhe dëmeve të papranueshme që mund të shkaktohen.

Së fundi, mbeturinat e kontaminuara (p.sh., pjesa e hequr e sipërfaqes) duhet të mblidhen, trajtohen dhe/ose asgjësohen, dhe çdo lëng i përdorur gjatë procesit të heqjes, qoftë si pjesë e procesit ose si kontroll i pluhurit, duhet të përpunohet/riciklohet.

Në rastet kur një ndotës ka depërtuar në material përtej shtresës sipërfaqësore, një trajtim i mëtejshëm mund të jete i nevojshëm.

Shumica e teknikave të heqjes së sipërfaqes zakonisht lënë një përfundim të padëshirueshëm të sipërfaqes.

Nëse kërkohet një sipërfaqe e përfunduar pa probleme (dmth, nëse ndërtesa do të ripërdoret), duhet të aplikohet një veshje betoni ose ndonjë trajtim tjetër.. Gjithashtu, duhet t'i kushtohet vëmendje e duhur

reziqeve industriale që lidhen me përdorimin e këtyre teknikave dhe dëmeve të papranueshme që mund të shkaktohen (qëndrueshmëria e ndërtesës).

5.2 Teknikat bazë

Proceset e dekontaminimit që do të përdoren për betonin e ndotur varen shumë nga karakteristikat e sipërfaqes së betonit që do të pastrohet. Ato mund të ndryshojnë nga procese shumë të thjeshta të bazuara në dorë deri te teknikat e heqjes së çekiçit ose shpimit. E para zakonisht përdoret për pastrimin e sipërfaqeve të lyera ose të lëmuara të mbuluara nga ndotja e lirshme dhe kjo e fundit për dekontaminimin e betonit në të cilin ndotja ka depërtuar thellë.

Proceset e thjeshta, të tilla si larja, pastrimi, dhe pastrimi me vakum, janë përdorur gjerësisht, pasi nevoja për dekontaminim/pastrim u vu re për herë të parë në industrinë radiologjike dhe çdo objekt radiologjik ka një përvojë praktike të këtyre llojeve të proceseve të dekontaminimit. Këto procese në përgjithësi kërkojnë punë intensive, por ato kanë avantazhin e të qenit të gjithanshme. Ato përdoren shpesh si hapi i parë (p.sh., për të fshirë pluhurin dhe për të hequr ndotjen e lirshme) para ose gjatë çmontimit, për të përgatitur artikujt për dekontaminim më presion duke përdorur proceset më të fortë.

Teknika të tjera, më të forta janë bluarja, copëtimi dhe shpimi, derdhja e ujit me presion të lartë, dekontaminimi me shkumë, përdorimi i veshjeve të zhveshme, mikrovalët me frekuencë të lartë, ngrohja me lazer dhe induksion.

Përdorimi i shumicës së këtyre teknikave është i kufizuar në aplikime specifike në raste specifike. Disa prej tyre kanë disavantazhe si përhapja e kontaminimit, ose prodhojnë shumë mbetje dytësore të padëshirueshme. Disa prej tyre janë gjithashtu më pak të përshtatshme për aplikime industriale.

Gjatë dekontaminimit të sipërfaqeve të betonit, përdoren kryesisht teknikat mekanike të zumparimit, si p.sh. shkallëzimi me punto, gërvishtja ose rruajtja.

5.3 Kruarje e mureve

Kruarja e mureve nenkupton që gërryejnë fizikisht si sipërfaqet e betonit dhe çelikut të veshura ashtu edhe ato të pa veshura. Procesi i zumparimit heq shtresat e sipërme të sipërfaqeve të kontaminuara deri në thellësinë e zërit dhe sipërfaqeve të pakontaminuara. Një dekadë më parë, zumparimi i betonit u konsiderua një qasje radikale ndaj dekontaminimit për shkak të performancës së dobët të mjeteve dhe pamundësisë për të siguruar një profil të njëtrajtshëm të sipërfaqes me heqjen e ndotësve.

Zmeriluesit nuk janë vetëm mjete shumë të besueshme, por gjithashtu ofrojnë profilin e dëshiruar për sistemet e reja të veshjes në rast se objekti duhet të lirohet për përdorim të pakushtëzuar

5.3.1 Puntot shkallëzuese

Puntot shkallëzuese zakonisht drejtohen në mënyrë pneumatike dhe përdorin grupe uniforme puntosh 2, 3 ose 4 mm për të marrë profilin dhe performancën e dëshiruar. Kompletet e puntove përdorin një veprim reciprok për ndotjen nga një sipërfaqe. Shumica e mjeteve kanë mbështjellës të specializuar dhe bashkëngjitje me vakum për të mbledhur pluhurin dhe mbeturinat e hequra gjatë shkallëzimit të puntos me rezultat të mungesës së përqendrimeve të dallueshme mbi nivelet e sfondit.

Puntot shkallëzuese janë një mjet i shkëlqyer në zona të ngushta dhe të vështira për t'u aksesuar (p.sh. depërtimet e tubave, etj.), dhe mund të përdoren gjithashtu për dekontaminimin e sipërfaqes së murit dhe tavanit. Kjo teknikë është një proces dekontaminimi i thatë dhe nuk fut ujë, kimikate ose gërryes në rrjedhën e mbetjeve.

Vetëm mbeturinat e hequra mblihen për trajtim dhe asgjësim. Normat e prodhimit ndryshojnë në varësi të profilin të dëshiruar të sipërfaqes që duhet të arrihet.

5.3.2 Zhveshja

Metoda me puntot shkallëzuese është një proces zhveshje që përdoret për të hequr sipërfaqet e betonit. Mjetet e zhveshjes zakonisht përfshijnë disa koka pistoni me funksion pneumatik që godasin (dmth. copëton) një sipërfaqe betoni. Këmbajtësat e disponueshëm variojnë nga trapanet me një deri në tre koka të mbajtura në dorë deri tek trapanet me operim në distancë, me versionet më të zakonshme që përfshijnë tre deri në shtatë pistona zhveshëse të montuara në një shasi me rrota. Pjesët e zhveshjes kanë prerëse karabit tungsteni, ato kanë një jetëgjatësi prej rreth 100 orë në përdorim normal.

Janë të disponueshme si makinat elektrike ashtu edhe ato pneumatike. Për shkak se zhveshja mund të shkaktojë një rrezik të ndërthurjes së kontaminimit, lidhjet me vakum dhe konfigurimet e mbulesës janë inkorporuar, në mënyrë që zhveshja të mund të bëhet pa rritje të dukshme në ekspozimet ajrore.

Para zhveshjes, lëndët e djegshme duhet të neutralizohen dhe/ose hiqen. Në praktikë, gërvishtjet e dyshemesë mund të zhvendosen vetëm në një distancë prej rreth 5 cm nga një mur. Për këtë arsye nevojiten mjete të tjera zhveshjeje me dorë për të hequr 5 cm të fundit të dyshemesë prej betoni pranë një muri, si dhe për të hequr betonin sipërfaqësor në mure dhe tavane. Kjo teknikë është një metodë e thatë dekontaminimi - nuk kërkohet ujë, kimikate ose gërryes. Mbetjet e prodhuara janë vetëm mbeturinat e hequra. Normat e punës nuk janë të lehta për t'u parashikuar për shkak të shumëllojshmërisë së përbërjes dhe karakteristikave të betonit, si dhe për shkak të llojeve të ndryshme të pjesëve që mund të përdoren.

Zhveshjet janë më të përshtatshmet për heqjen e shtresave të holla (deri në 15 ose 25 mm të trasha) të kontaminuara betoni (duke përfshirë bllokun e betonit) dhe çimento. Rekomandohet për rastet kur:

- ndotja e ajrit duhet të kufizohet ose të shmanget;
- sipërfaqja e betonit duhet të ripërdoret pas dekontaminimit;
- parashikohet minimizimi i mbetjeve;
- për rastet në të cilat materiali i prishur duhet të pastrohet përpara asgjësimit.

Sipërfaqja e shpuar është përgjithësisht e rrafshët, megjithëse e përfunduar në mënyrë të trashë, në varësi të grilës së përdorur. Kjo teknikë është e përshtatshme si për zona të mëdha të hapura ashtu edhe për zona të vogla.

5.3.3 Heqja e betonit

Si një alternativë për zhveshjen e dyshemesë, është zhvilluar një makineri për dyshemenë. Kjo makinë është e ngjashme me një njësi normale të zhveshjes së dyshemesë. Ajo ka një kokë prerëse rrotulluese me majë diamanti që ndryshon shpejt, e projektuar për të dhënë një sipërfaqe të lëmuar, më të lehtë për t'u matur dhe gati për lyerje. Ai është i aftë të presë bulonat dhe objektet metalike, të cilat do të kishin dëmtuar kokën e zhveshjes së një skableri tradicional. Performanca aktuale e prerjes rezulton në:

- një normë mesatare pune tre herë më të lartë për dekontaminimin e dyshemesë në krahasim me zhveshjen;
- një prodhim mbetjesh 30 deri në 45 për qind më të ulët se sa me gërvishtje me një efikasitet të krahasueshëm dekontaminimi;
- shumë më pak ngarkesë fizike tek operatorët për shkak të mungesës së dridhjeve të makinës;
- produkte përfundimtare (pluhur betoni) që, të kombinuara me aditivë të përshtatshëm, mund të përfshihen në një matricë çimentoje me një faktor shtesë të reduktimit të vëllimit.

Bazuar në përvojën pozitive me këto makineri për dyshemenë, është zhvilluar një sistem i tillë me diamant me telekomande dhe si zgjidhje për dekontaminimin e betonit të sipërfaqeve më të mëdha. Makina përbëhet nga:

- një paketë energjie hidroelektrike me telekomandë për njësinë e rrugës me telekomandë;
- sisteme vakumi për fiksimin e përkohshëm të tamponëve me vakum që mbajnë shinat horizontale dhe vertikale të makinerisë; një sistem i thjeshtë me kornizë xy që përmban një udhëzues, një shirit vertikal dhe një
- karrocë për kokën e makinerisë;
- një kokë rrotulluese me majë diamanti me ndryshim të shpejtë me mbulesë kontrolli të pluhurit për lidhje me sistemet ekzistuese të nxjerrjes së pluhurit.

I gjithë sistemi është i ndërtuar në seksione të cilat janë të lëvizshme nga një operator. Ai heq një shtresë betoni në një mënyrë të kontrolluar dhe pa dridhje me thellësinë e heqjes të kontrollueshme ndërmjet 1 dhe 15 mm për kalim, dhe duke prodhuar një sipërfaqe të lëmuar. Koka prerëse është projektuar për të ndjekur konturet e sipërfaqes që hiqet, dhe rregullimet e thellësisë mund të vendosen manualisht në rritje prej 1 mm për të minimizuar prodhimin e mbeturinave. Me kokat e makinerisë 300 dhe 150 mm të gjera, mund të aksesohen si zona të mëdha ashtu edhe qoshe të vështira. Kur shina vertikale vendoset në mur me kokën prerëse, shina horizontale mund të shkëputet dhe të zhvendoset përpara, duke siguruar kështu funksionimin e vazhdueshëm.

Normat e prodhimit ndryshojnë në varësi të strukturës dhe ngurtësisë së betonit, thellësisë vendosjen, shpejtësinë e prerjes dhe llojin e diamantit të përdorur. Kokat mund të përdoren për zhveshje deri në 2 000 m².

5.3.4 Hidraulike/ Pneumatike (me goditje)

Prerja dhe dekontaminimi i strukturave të betonit mund të kryhet me çekiç hidraulikë ose pneumatikë, me dorë ose duke përdorur një robot me energji elektrike, të kontrolluar hidraulikisht. Ky i fundit mund të jetë i pajisur me një çekiç hidraulik, një mbajtës eskavatori ose mjete të tjera dhe është i përshtatshëm për dekontaminimin e dyshemeve dhe mureve. Një mini njësi elektro-hidraulike çekanit (me peshë vetëm 350 kg) përdoret zakonisht në zonat ku ndotja ka depërtuar thellë në sipërfaqen e betonit, duke rritur mundësitë e dekontaminimit dhe duke ulur ndjeshëm ngarkesën e punës për operatorët.

5.3.5 Mbledhja e pluhurit

Për dekontaminimin pa pluhur të betonit, mund të integrohen në një sistem pajisjesh gërryese të operuara në distancë dhe me dorë. Me këto sisteme, pluhuri dhe mbeturinat kapen në sipërfaqen e veglave prerëse, gjë që minimizon ndotjen e kryqëzuar. Për trapanet e dorës dhe sistemet më të vogla, evakuimi i pluhurit kryhet duke përdorur fshesa elektrike industriale (kapacitete deri në 500 m³ /h) dhe të pajisura me sisteme filtrimi absolut në dalje.

Makinat më të mëdha zhveshëse janë të lidhura me sisteme vakum me kapacitet deri në 2 500 m³ /h ose më të lartë. Ato përfshijnë një ciklon për të evakuuar grimcat më të mëdha të betonit, një sistem filtri me parafiltra të pastrueshëm dhe filtër absolut, dhe një pompë vakum. Sistemi i filtrimit të pastrueshëm përfshin një metodë të ndryshimit të kazanit të vulës së mbushjes (shkëmbim pa ndotje) që lejon operatorin të mbushë, mbyllë, heqë dhe zëvendësojë kazanin e mbeturinave në kushte të kontrolluara. Njësia mund të akomodojë madhësi të ndryshme kazani dhe disa gërshërë, zhveshje dhe shkallëzime puntosh në distanca më të gjata.

5.3.6 Normat e prodhimit

Normat tipike të punës të marra me shkallëzues puntosh, gërshërë dhe zhveshje tregohen në tabelën 6.

Tabela 6. Normat tipike të punës të marra me lloje të ndryshme teknikash skarifikuese

Teknika e kruarjes së murit	Trashësia e shtresës së hequr (mm)	Shpejtësia e heqjes (m^2/h) (koha e punës së makinerisë)
Puntot shkallëzuese (1 kokë)	2	0.6
Puntot shkallëzuese (7 koka)	3	4.6
Zhveshja e murit (3 koka)	3	4.6
Zhveshja e murit (7 koka)	4	8.4
Zhveshja e dyshemesë	1.5	13.6
Zhveshja e mureve	1.5	21

5.4 Udhëzime për zgjedhjen e teknikave të përshtatshme të dekontaminimit për sipërfaqet e ndërtesave

Kur zgjidhni një teknikë të përshtatshme dekontaminimi për sipërfaqet e ndërtesave, duhet të merren parasysh disa konsiderata të përgjithshme të paraqitura në seksionet me sipër. Në çdo rast, duhet të shmangët përdorimi i teknikave që do të bënin që ndotja të depërtonte më tej në nënshtresë. Për më tepër, sipas rregullave të përgjithshme:

- Për dekontaminimin e dyshemeve dhe mureve të lyera, ku mund të vërtetohet se ndotja nuk ka depërtuar në nënshtresë, mund të përdoren procese të thjeshta si larja, fërkimi dhe pastrimi me vakum.
- Për dekontaminimin e sipërfaqeve të betonit të cilat nuk janë të lyera dhe në të cilat ndotja ka depërtuar pak ose më thellë në nënshtresë, duhet të merren parasysh teknika më agresive

KONKLUZIONET

Qëllimi i këtij dokumenti është të paraqesë një raport më të avancuar mbi dekontaminimin dhe të përshkruante disa elementë kritikë për përzgjedhjen e teknikave të përshtatshme me qëllim zgjidhjen e problemeve praktike të dekontaminimit. Puna është fokusuar në dekontaminimin për reduktimin e dozës, dekategorizimin e mbetjeve dhe çlirimin me kusht ose pa kushte të materialeve. Është marrë parasysh dekontaminimi i sipërfaqeve metalike dhe betonit.

Bazuar në informacionin e mbledhur, janë diskutuar disa karakteristika specifike të teknikave të zgjedhura të dekontaminimit për komponentët e segmentuar dhe për sipërfaqet e ndërtimit. Përveç kësaj, janë dhënë disa elemente kritike të zgjedhjes së teknikave për problemet praktike të dekontaminimit.

Informacioni i paraqitur në këtë dokument nuk është shterues. Përvoja praktike në dekontaminim ka treguar gjithashtu se një proces universal dekontaminimi nuk ekziston. Si i tillë, përdoruesit e ardhshëm duhet të familjarizohen me karakteristikat e teknikave të propozuara, në mënyrë që të bëjnë zgjedhje adekuate bazuar në kërkesat specifike. Ky udhezim vlen për Institutin e Fizikës Berthamore të aplikuar, qendrat e radikimise që do të montohen, mjeksise berthamore etj ku përdoren si burime të hapura dhe të mbyllura.