

## HUMILAT COMPO TEHNOLOĢIJA PILSĒTU ATTĪRĪŠANAS IEKĀRTĀM UN NOGULSNĒTO DŪŅU TĀLĀKAI IZMANTOŠANAI

Plaša visekonomiskākās notekūdeņu attīrīšanas no organiskajām un neorganiskajām antropogēnajām toksiskajām vielām (naftas produktiem, pesticīdiem, virsmaktīvajām vielām, smagajiem metāliem, ķīmisko ieroču detoksikācijas produktiem) metodes izplatība mūsdienās ir novedusi pie jaunas ekoloģiskās problēmas – nepieciešamības rast veidu, kā neitralizēt liekās dūņas un smago metālu (vara, svina, hroma, arsēna, dzīvsudraba, cinka utt.) nogulsnes, kuru augstās koncentrācijas neļauj izmantot dūņas un nogulsnes lauksaimniecībā.

Galvenā dūņu un nogulšņu neitralizēšanas metode visā pasaulē joprojām ir aprakšana duļķu uztvērējos. Vidēji viena gada laikā attīrīšanas iekārtās, kas atrodas lielās pilsētās ar vairākiem miljoniem iedzīvotāju, rodas ap 300-450 tūkst. tonnām nogulšņu, kuru aprakšanai nepieciešama aptuveni 8-10 ha platība. Poligoniem jāatrodas 50-60 km attālumā no attīrīšanas iekārtām. Bieži vien šādā attālumā no lielām pilsētām vairs nav poligonu ierīkošanai derīgās zemes, bet tuvākās derīgas teritorijas atrodas 100-150 km attālumā.

Neskatoties uz ārējo pievilcīgumu, vispārzināmās smagos metālus saturošo lieko aktīvo dūņu neitralizēšanas metodes (termiskā un/vai termoķīmiskā apstrāde) ir ekoloģiski nedrošas, jo lielākā vai mazākā mērā piesārņo atmosfēru, kā arī prasa sarežģītas sistēmas gāzu izmešu attīrīšanai no piesārņojošām vielām un sekundāro notekūdeņu attīrīšanai. Šīs metodes neparedz dūņās esošo derīgo organisko vielu izmantošanu humusa daudzuma papildināšanai augsnē, lai gan humusa zudumi augsnes augšējā horizontā pēdējo 100 gadu laikā dažādos reģionos ir sasnieguši no 25 līdz 56%. Citas metodes lieko aktīvo dūņu atbrīvošanai no smagajiem metāliem līdz šim nav tikušas izmantotas attīrīšanas iekārtu izmantošanas praksē.

Atbilstoši nospraustajam mērķim tika:

- izpētītas smago metālu uzkrāšanās aktīvo dūņu sastāvdaļās (bioloģiskajā, organiskajā un neorganiskajā) likumsakarības un atklātas smago metālu saistīšanas formas aktīvajās dūņās notekūdeņu bioloģiskās attīrīšanas procesā;
- atklāti smago metālu uzkrāšanās aktīvo dūņu sastāvdaļās mehānismi, kā arī šim procesam pretējā procesa (smago metālu reģenerēšanas no aktīvo dūņu sastāvdaļām) mehānismi
- noskaidrots, ka lieko aktīvo dūņu atbrīvošanai no smagajiem metāliem var izmantot mazšķīstošus kalcija (magnija) sāļus (gan dabīgas, gan tehnogēnās izcelsmes);
- pamatota un izstrādāta metode smago metālu reģenerēšanai no reālām rūpnieciskajām dūņām, kas balstās uz sistēmā “dūņas-kalcija materiāls” notiekošo procesu virzienu maiņas principu un neparedz augsto temperatūru izmantošanu, kā arī apstrādi ar skābēm vai sārmiem;
- noteiktas galvenās metālu saistīšanas formas aerobi stabilizētajās nogulsnēs un smago metālu reģenerēšanas no aerobi stabilizētajām nogulsnēm mehānismi;
- noteiktas šķietamas smago metālu un no dūņām iegūto humīnskābju kompleksu noturības konstantes;
- izstrādātas pieejas procesa, kura gaitā notiek smago metālu reģenerēšana no dūņām un nogulsnēm ar dažādiem individuāliem vai jauktiem kalcija materiāliem, prognostisko modeļu veidošanai.

Izstrādātās tehnoloģijas ieviešana ļaus būtiski samazināt apkārtējās vides piesārņošanu notekūdeņu nogulšņu atrašanās vietās un izveidos priekšnosacījumus, lai varētu izmantot liekās aktīvās dūņas kā lauksaimniecības mēslošanas līdzekli pēc to kompostēšanas ar aerobās stabilizācijas metodi. Lieko aktīvo dūņu kompostēšanas rezultātā iegūtajam produktam (biokompostam) ir izstrādāta tehnoloģiskā instrukcija un tehniskie noteikumi.

Bioloģisko attīrīšanas iekārtu aktīvās dūņas ietver trīs sastāvdaļas – bioloģisko, organisko un neorganisko. Katra no tām spēj saistīt smago metālu jonus no ūdens vidēm. Lielākā daļa metālu neapstrādātajā dūņās atrodas dūņu nosacīti cietās fāzes organiskajā sastāvdaļā. Augstais N saturs un H/C, O/C, N/C atomu attiecības liecina par alifātisko un amīnu saturošo funkcionālo grupu klātbūtni dūņās. Galvenās dūņu sastāvdaļas ir polisaharīdi un monosaharīdi – 26 %, aminoskābes un olbaltumvielām līdzīgas vielas – 28 %,

lipīdi - 17 %, neorganiskie savienojumi - 28 - 30%. Noskaidrots, ka metālu saistīšanā galvenā loma ir olbaltumvielu molekulām un humīniem līdzīgajām vielām, kā arī dūņu minerālajiem komponentiem - silikātiem un alumosilikātiem. Smagie metāli atrodas dūņu cietajā fāzē jonu veidā, šķīstošo un nešķīstošo kompleksu savienojumu ar neorganiskiem vai organiskiem ligandiem veidā, kā arī pēc jonu mehānisma sorbētā veidā uz mālu minerāliem un humusvielām. Smagie metāli ir saistīti pēc kompleksu veidošanas mehānisma ar humusskābju un citu dūņu organisko komponentu funkcionālajām grupām un ietilpst augu audumu sastāvā, kā arī mikroorganismu sastāvā. Smagie metāli ir dūņu minerālo fāžu (mālu minerālu, dzelzs un alumīnija oksīdu un hidroksīdu, kalcija un magnija karbonātu) neatņemama sastāvdaļa.

Aerobi stabilizēto nogulšņu un dūņu laukumu nogulšņu ķīmiskā sastāva analīze ir parādījusi, ka kopumā tas ir identisks lieko dūņu ķīmiskajam sastāvam, atšķiras vienīgi atsevišķu komponentu daļas. Tas ļauj secināt, ka arī metālu saistīšanas aerobi stabilizēto nogulšņu sastāvdaļās mehānismi būs analogiski aplūkotajiem metālu saistīšanas lieko aktīvo dūņu sastāvdaļās mehānismiem.

Galvenās smago metālu reģenerēšanas no ūdens vidēm likumsakarības liecina par iespēju mainīt procesa virzienu, izmantojot humīnu preparātu Humilat compo. Smago metālu reģenerēšana no liekajām dūņām, pievienojot sistēmai kalciju saturošus materiālus, notiek, pateicoties:

1) jonu apmaiņai (no savienojumiem, kuros metāli ir saistīti ar organiskajām vielām un citiem dūņu komponentiem pēc jonu apmaiņas principa);

2) aizstāšanas reakcijām (no savienojumiem, kuros metāli ir saistīti ar dūņu komponentiem pēc kompleksu veidošanas mehānisma);

3) peptizācijas procesam, kura gaitā ar olbaltumvielām līdzīgām vielām saistītie metāli pāriet dūņu ūdens fāzē;

4) adsorbcijas līdzsvara izjaukšanai starp metāla kompleksu un aktīvo dūņu nosacīti cietās fāzes minerālās sastāvdaļas komponentiem. Metālu reģenerēšana no aerobi stabilizētajām nogulsnēm notiek ne tik aktīvi, ko nosaka ar organiskajām vielām un citiem nogulšņu komponentiem saistīto metālu īpatsvara samazināšanās nogulsnēs pēc jonu apmaiņas mehānisma un metālu, kas veido noturīgus savienojumus un ietilpst silikātu un alumosilikātu struktūrā, īpatsvara pieaugums.

Smago metālu reģenerēšanas no aktīvajām dūņām procesa pilnīgumu un ātrumu nosaka fizikālie un ķīmiskie nosacījumi (pH, T, C), ilgums, pievienotā humīnu preparāta Humilat compo daudzums. Ir noskaidrots, ka, lai nodrošinātu vajadzīgo reģenerēšanas līmeni, īstenojot sistēmas "dūņas - humīnu preparāts humilat compo" sajaukšanu ar gaisu, pietiek ar 1 stundu. Smago metālu atlikušās koncentrācijas apstrādātajās nogulsnēs ir atkarīgas no metālu sākotnējā satura nogulšņu kopējā masā, no to savienojumu formas nogulsnēs, no reaģenta devas, kā arī no procesa fizikālajiem un ķīmiskajiem nosacījumiem.

Tiek piedāvāta metode lieko dūņu sablīvēšanai nostādināšanas laikā, pievienojot tām preparātu humilat compo un mehāniski maisot tās. Tas ļauj samazināt mitrumu par 13%, ja nostādināšana ilgst 60 minūtes, kā arī 2,7-3 reizes samazināt uz filtrpresēm padoto nogulšņu apjomu. Sistēmas "dūņas - humilat compo" maisīšana ar gaisu veicina organiskā komponenta atdalīšanos no ūdens fāzes, pateicoties kam nostādināšanas laiks samazinās līdz 30 minūtēm un izdalījušās ūdens fāzes apjoms pieaug līdz 55-65%. Dūņu, kurām nepieciešama tālāka atūdeņošana, apjoms samazinās 2,2-2,9 reizes. Pievienojot kalcija materiālus, var samazināt nogulšņu un dūņu atūdeņošanas izmaksas.

Humīnskābju pievienošana sistēmai paātrina metālu elektrokoagulācijas procesu un palielina nogulsnēšanas pilnīgumu. Ņemot vērā ūdens fāžu mazos apjomus salīdzinājumā ar bioloģiskajai attīrīšanai pakļaujamo ūdeņu apjomu, pastāv iespēja reģenerēt līdz 90-95 % smago metālu, atgriežot ūdens fāzi uz attīrīšanas cikla sākumu, kas var būt ekonomiski izdevīgi.

Ir izstrādāta metode, kas ļauj samazināt smago metālu daudzumu liekajās dūņās un aerobi stabilizētajās nogulsnēs līdz minimālajam līmenim, kas nepārsniedz noteiktas normas nogulsnēm, kuras ir atļauts izmantot lauksaimniecībā. Procesi norisinās normālās temperatūrās un atklātās tilpnēs, to ilgums ir neliels, dārgi reaģenti netiek izmantoti. Šo metodi iespējams ieviest esošās bioloģiskās attīrīšanas iekārtās, maksimāli izmantojot jau esošo aprīkojumu. Tā neprasa lielus kapitālieguldījumus, taču tā paplašina iekārtu funkcijas. Neitralizēto aerobi stabilizēto nogulšņu kvalitāte atbilst normatīvajām prasībām.

**Nogulsnētās dūņas ir izdevīgi izmantot kā augsni trašu un tehnisko laukumu apzaļumošanai.**