Kopsavilkums par alternatīvu oglekļa avotu izmantošanu metanola aizstāšanai SIA “Getliņi EKO” bioloģiskajā notekūdeņu attīrīšanā

Pamatojoties uz trīs RTU Ūdens sistēmu un biotehnoloģiju institūta pētījumiem par alternatīvu oglekļa avotu izmantošanu denitrifikācijas procesā, tika novērtēta spirta destilācijas atkritumu, lidmašīnu pretapledošanas šķīduma (deicera) un AS “Grindeks” etilspirta un acetona atslāņu piemērotība metanola aizstāšanai SIA “Getliņi EKO” bioloģiskās priekšattīrīšanas procesā. Visi eksperimenti veikti laboratorijas mēroga bioreaktorā, replicējot uzņēmuma esošo notekūdeņu attīrīšanas tehnoloģiju.

Pētījumu īstenošanas laiks: 2025. gada oktobris līdz 2026. gada septembrim.

Pētījumu mērķis un pieeja

Pētījumu galvenais mērķis bija atrast alternatīvus, ekonomiski un vides ziņā izdevīgus oglekļa avotus, kas spētu nodrošināt denitrifikācijai nepieciešamo organiskā oglekļa daudzumu un aizstāt pašlaik izmantoto metanolu. Katras vielas ķīmiskais sastāvs tika analizēts ar gāzu hromatogrāfijas metodēm, pēc tam laboratorijas bioreaktorā novērtējot ietekmi uz ķīmiskā skābekļa patēriņa (ĶSP) samazinājumu, kopējā slāpekļa izvadīšanu, pH stabilitāti un redoks potenciāla (ORP) dinamiku.

Spirta destilācijas atkritumu izmantošana

Spirta ražošanas atlikumu sastāva analīze parādīja, ka galvenā sastāvdaļa ir etanols (~75 %), savukārt kopējais oglekļa saturs sasniedz aptuveni 395 mg/g, kas ir ļoti tuvs metanola oglekļa saturam (374,4 mg/g). Tādēļ šie atkritumi teorētiski spēj pilnībā aizvietot metanolu bez būtiskām dozēšanas korekcijām.

Eksperimentā pirmajās divās nedēļās tika sasniegta laba attīrīšanas efektivitāte. ĶSP samazinājums pārsvarā bija 45-60 % robežās, bet kopējā slāpekļa samazinājums pārsniedza 90 %. Sistēmā tika uzturētas stabilas pH, skābekļa un ORP vērtības, kas liecināja par sekmīgu denitrifikācijas procesu.

Tomēr pēc aptuveni 14-17 dienām attīrīšanas efektivitāte sāka samazināties. Tika novērots ORP pazeminājums denitrifikācijas fāzē, kā arī samazinājās slāpekļa izvadīšanas efektivitāte. Pētnieki secināja, ka daļu novēroto izmaiņu ietekmēja bioreaktora aerācijas traucējumi un infiltrāta uzglabāšanas īpatnības, tomēr kopumā spirta destilācijas atkritumi tika atzīti par perspektīvu metanola aizstājēju.

Lidmašīnu pretapledošanas šķīduma (deicera) izmantošana

Pretapledošanas šķīduma analīzes uzrādīja, ka tā galvenā sastāvdaļa ir propilēnglikols (~21 %), savukārt oglekļa saturs ir tikai aptuveni 99,5 mg/g, kas ir gandrīz četras reizes mazāk nekā metanolā. Lai nodrošinātu līdzvērtīgu oglekļa daudzumu, bija nepieciešama aptuveni 3,76 reizes lielāka deva nekā metanolam.

Neskatoties uz zemāko oglekļa koncentrāciju, pētījuma rezultāti bija pozitīvi. Visā eksperimenta laikā kopējā slāpekļa samazinājums saglabājās ļoti augsts, pārsniedzot 90 %. ĶSP samazinājums bija stabils aptuveni sešas līdz septiņas nedēļas, tomēr procesa beigās attīrīšanas efektivitāte pakāpeniski samazinājās.

Trešajā eksperimenta nedēļā ORP rādītāji pasliktinājās, tāpēc īslaicīgi tika atjaunota metanola dozēšana. Pēc dažām dienām procesa stabilitāte atgriezās, un deicera izmantošanu varēja turpināt. Pētījums parādīja, ka pretapledošanas šķīdumu iespējams izmantot kā papildus vai daļēju oglekļa avotu, taču nepieciešama regulāra procesa uzraudzība un gatavība īslaicīgi atgriezties pie metanola dozēšanas.

AS "Grindeks" etilspirta un acetona atslāņu izmantošana

Trešajā pētījuma posmā tika izvērtēti farmācijas uzņēmuma AS "Grindeks" ražošanas atlikumi.

Etilspirta atslāņi

Analīzes parādīja, ka etilspirta atslāņi satur aptuveni 80 % etanola un to oglekļa saturs ir 417-420 mg/g, kas pat pārsniedz metanola oglekļa saturu. Nepieciešamā deva bija aptuveni 10 % mazāka nekā metanolam.

Pirmajās trīs dienās tika novērota dūņu adaptācija un paaugstināta nepieciešamība regulēt pH, tomēr pēc mikroorganismu pielāgošanās attīrīšanas rezultāti bija ļoti labi. ĶSP samazinājums sasniedza 40-51 %, savukārt kopējā slāpekļa samazinājums pārsniedza 92-95 %. Rezultāti liecināja, ka etilspirta atslāņi efektīvi nodrošina denitrifikācijai nepieciešamo oglekli un ir viens no perspektīvākajiem metanola aizstājējiem.

Acetona atslāņi

Acetona atslāņos acetona saturs sasniedza aptuveni 93 %, un oglekļa saturs bija 575 mg/g, kas ievērojami pārsniedz metanola rādītājus. Teorētiski tas ļāva samazināt nepieciešamo devu līdz aptuveni 65 % no metanola devas.

Praktiskajos eksperimentos rezultāti bija mazāk stabili. Acetona augstās gaistamības dēļ sākotnēji bija grūti nodrošināt precīzu dozēšanu. Visā testēšanas laikā bija nepieciešama intensīva pH regulācija, un kopējā slāpekļa un ĶSP samazinājums vairākkārt nesasniedza vēlamās vērtības. Lai gan pēc dozācijas režīma pielāgošanas rezultāti uzlabojās, acetona atslāņi tika novērtēti kā mazāk perspektīvi nekā etilspirta atslāņi. Pētnieki rekomendēja apsvērt devas korekciju vai kombinēšanu ar citiem oglekļa avotiem.

Kopējie secinājumi

Veiktie pētījumi apliecina, ka vairāki rūpnieciskie blakusprodukti var tikt izmantoti metanola aizstāšanai bioloģiskajā denitrifikācijas procesā.

No visām pārbaudītajām alternatīvām visperspektīvākie izrādījās:

1. **Grindeks etilspirta atslāņi**, kas nodrošināja ļoti augstu slāpekļa izvadīšanas efektivitāti un ātru sistēmas stabilizēšanos.
2. **Spirta destilācijas atkritumi**, kuru oglekļa saturs ir ļoti tuvs metanolam un kuri sekmīgi nodrošināja procesa darbību vismaz divu nedēļu periodā.
3. **Pretapledošanas šķīdums**, kuru iespējams izmantot ilgstoši, taču nepieciešama lielāka deva un periodiska procesa korekcija ar metanolu.

Savukārt **acetona atslāņi** uzrādīja potenciālu, tomēr to izmantošanu ierobežo sarežģītāka dozēšana, paaugstinātas pH korekcijas prasības un nepietiekami stabili attīrīšanas rezultāti.

Kopumā pētījumi apliecina, ka aprites ekonomikas pieeja, izmantojot rūpniecības blakusproduktus kā ārējos oglekļa avotus, var samazināt metanola patēriņu un veicināt ilgtspējīgāku notekūdeņu attīrīšanu SIA "Getliņi EKO".