

SZENNYVÍZMINŐSÍTÉS ÉS SZENNYVÍZKEZELÉS

KÉMIAI TECHNOLÓGIAI LABORATÓRIUMI GYAKORLAT

ELTE KÉMIAI INTÉZET

SZENNYVIZEK MINŐSÍTÉSE ÉS DERÍTÉSE

1. Bevezetés

A környezetszennyezés mértéke az utóbbi időszak világméretű problémája, igen jelentős e téren a szerepe a kibocsátott használt víznek is (a különféle szennyezettségű kommunális, ipari és mezőgazdasági eredetű szennyvizek, a közműolló jelen helyzete). A vízhasználat mennyiségének csökkentése, az újrahasznosítás, a környezetterhelés mérséklését szolgáló hatékony szennyvízkezelés és szennyezőanyag-visszatartás az ipari technológiák egyre lényegesebb része. Bár az iparágak közt a vegyipar nem a legnagyobb vízfelhasználó, egyes kibocsátott komponensek tekintetében mégis meghatározó szennyezőforrásnak számít.

Az ELTE Kémiai Tanszékcsoportja az oktatási-kutatási feladatokat 1989 óta koncentráltan (1998-tól pedig már a fizikai szakterülettel is együtt), egy épületbe helyezve végzi. A laboratóriumi tevékenység szükségszerű velejárója, hogy a munka során speciális, ipari jelleget képviselő szennyvíz keletkezik. Ezzel az épülettömb létesítésekor számoltak, felmérték a felhasználásra kerülő vegyszermennyiségeket, a speciális eseteket, tevékenységi profilt. Azzal is számoltak, hogy a tanszéki munkáktól függően a vegyszerfelhasználás változó, amikor megbecsülték azt, hogy a szabványban rögzített kibocsátási határértékeknek megfelelő minőségű víz kerülhessen csak ki a csatornába. Azokat a veszélyes anyagokat, amelyeknek az eltávolítása egyszerű eljárással nem biztosítható, és várhatóan a megengedettnél nagyobb koncentrációban is megjelenhetnek időnként a szennyvízben, **nem szabad a lefolyóba önteni**. Ezek pl. a cianidok, ólom-, króm-, kadmium-, higany-, nikkel- és ezüstvegyületek, szerves oldószerek. Ezeket az anyagokat külön összegyűjtés után a kezelésüket megoldó vállalat szállítja el.

A keletkező szennyvíz pH-ja 6,5—10 között ingadozhat, ilyenkor kezelés nélkül csatornába bocsátható. Ettől eltérő pH-értékeknél azonban a szennyvizet kibocsátás előtt semlegesíteni kell. Az épületet csak ellenőrzött pH-jú szennyvíz hagyhatja el.

Az ELTE TTK Északi Épülettömb szennyvizeinek gyűjtése

Az épülethez 2 db, egyenként 200 m³-es, saválló béléssel ellátott gyűjtő-tározó tartozik, ezek fogadják a keletkező ún. technológiai szennyvizet, amely a laboratóriumi különválasztott vízhálózatból használat után kerül a csatornába. Így kizárólag a laboratóriumban keletkező szennyvizet gyűjtik, az egyéb kommunális eredetű szennyvíz az épületből közvetlenül, különválasztottan a közcsatornába jut. Az épülettömb tehát elkülönített rendszerű szennyvízhálózattal rendelkezik.

A folyamatosan termelődő szennyvizet az egyik tárolómedencébe gyűjtik, azalatt a másikon az összegyűlt szennyvíz kevertetése (homogenizálása), esetleges kezelése (semlegesítése) folyik a csatornába való kibocsátást megelőzően. A homogenizált szennyvízminta pH-ját, egyéb paramétereit a szennyvízvizsgálati szabványok előírásait követve rendszeresen ellenőrzik.

Ezen a gyakorlaton a szennyvizet jellemző paraméterek közül néhány mérésére, elsősorban a lebegőanyag- és szervesanyag-tartalom meghatározására és eltávolításuk vizsgálatára kerül sor. A vizek mindig tartalmaznak több-kevesebb lebegőanyagot, amelyet sokszor már a használat előtt, ill. gyakran a használatot követően a keletkező szennyvízből a környezetbe visszajuttatás előtt el kell távolítani.

A lebegő szilárd részecskék egy részét képező durva szemcsék a mechanikai fázisválasztási módszerekkel (pl. üleptéssel, szűréssel) eltávolíthatóak (ld. a mellékelt táblázatban részecskeméret szerint feltüntetve az elválasztási eljárások csoportjait).

A vízszennyezést jelentő lebegőanyag-tartalom jelentős része azonban kolloid méretű. A kolloid részecskék, bár sűrűségük a víznél nagyobb, nem ülepednek le, hanem lebegnek a vízben. E kisméretű részecskék negatív töltésűek, egymást taszítják. Spontán összetapadásuk, pelyhesedésük csak igen hosszú idő alatt (hónapok elteltével) megy végbe. A kolloid részecskék eltávolításához a stabilizáló erők megszüntetésére, nagyobb méretű részecskék (aggregátumok) létrehozására van szükség, amelyek már a mechanikai fázisválasztási módszerekkel a víztől elkülöníthetőek.

A kolloid méretű részecskék aggregálására általában alkalmas a koaguláló-flokkuláló eljárás. A stabilizáló erők csökkentését ez az eljárás vegyszeradagolással valósítja meg. A vegyszeradagolással létrehozott mikro- és makropehelyképződést és az ezt követő fázisválasztást (leggyakrabban ülepitést) együttesen derítésnek nevezik.

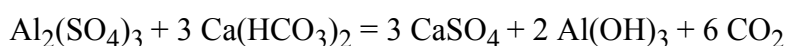
Koaguláció: a vízkezelés során a kolloid részecskék destabilizálását (összetapadását) jelenti, amely a részecskék közötti taszítóerő csökkenésének ill. megszűnésének hatására következik be. A részecskék destabilizálása megvalósítható:

- töltésemlegesítéssel, pl. elektrolitokkal,
- speciálisan szorbeálódó vegyületekkel.

Flokkuláció: pehelyképződés; a destabilizált (koagulált) részecskék további összekapcsolódása nagyobb halmazokká.

A vizek tisztításakor a lebegő részecskék töltésének semlegesítésére elsősorban Al(III)- és Fe(III)-vegyületeket használnak, esetenként kétértékű fémek vegyületeit is, pl. gazdaságos alkalmazhatósága miatt a kalcium vegyületei közül a kalcium-hidroxidot. A háromértékű fémsók alkalmazásának előnye hidrolizáló sajátágaikban is rejlik. E fémsókból vízbe adagolásukat követően pozitív töltésű közbenső termékek (polihidroxivegyületek) képződnek. Ezek semlegesítik a kolloidok negatív töltését. A hidrolízis további szakaszában az átmeneti vegyületek fokozatosan elvesztik töltésüket, és a kolloidokat szorbeálva rosszul oldódó hidroxidpelyheket alkotnak, amelyek makroszkopikus csapadék formájában kiválnak a vízből.

A hidrolízist a víz változó keménysége teszi teljessé a következő bruttó folyamat formájában:



Ezért az alumínium-szulfátot alkalmazó derítés abban az esetben hatékony, ha a derítendő víz literenként legalább 0,5 mval hidrogén-karbonát-iont tartalmaz (protonakceptor), összes keménysége pedig meghaladja az 5 nK^o-ot.

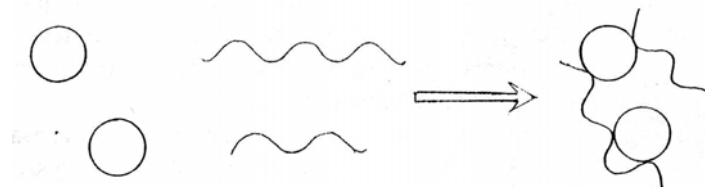
A vizek lebegőanyag-tartalmának eltávolítására a gyakorlatban hidrolizáló fémsót és vízoldható polimert együttesen alkalmazó derítőeljárások is elterjedtek. Hidrolizáló fémsóként alumínium-szulfát, polimerként anionos polielektrolit (pl. részben hidrolizált nagy molekulatömegű poliakrilamid) használata gyakori. Ez esetben a kolloid felületi töltését az adagolt alumíniumsó nemcsak semlegesíti, hanem meg is változtatja. Az így kialakult pozitív töltésű felületekhez kötődnek az anionos polimer funkciós csoportjai. Az ilyen eljárások nagy hatékonyságúak.

A vegyszereket a gyors és homogén eloszlás biztosítása céljából oldat formájában adagolják a derítendő vízhez. Az alkalmazott vegyszeradag a vízminőségtől függően változik, általában 5—150 mg Al₂(SO₄)₃/dm³ víz ill. 0,1—1,0 mg polimer/dm³ víz nagyságrendű.

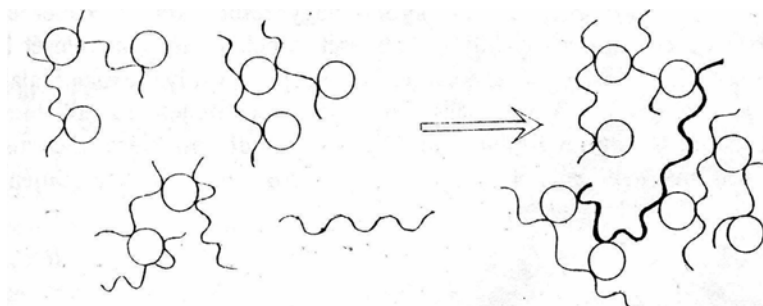
A vízoldható polimerek adagolásakor kialakuló pelyhek ún. hídképződéssel jönnek létre. A folyamat első lépése a polimerek szorpciója a szilárd részecskék felületén, mikropelyhek képződése. Ezt követi a mikropelyhek nagyméretű, jól ülepedő pelyhekké való

összekapcsolódása. A makroméretű pehelyképződést a polimer szerkezete teszi lehetővé. A kolloid felületén a polimermolekula egy része szorbeálódik, a többi része szabadon mozog az oldatban, és újabb részecskékhez képes kötődni. Így a polimer mintegy hidat képezve a pehelyegységek között a mikropelyhek hálósodását, összekapcsolódását eredményezi. A képződött makropelyhely a fém-hidroxid pelyheknél jóval nagyobb méretű, tömörebb szerkezetű, így hatékonyabb szilárd-folyadék elválasztást tesz lehetővé.

A felhasznált polimer lehet lineáris vagy elágazó láncmolekula, szintetikus vagy természetes eredetű, szerves vagy szervetlen nagy molekulatömegű vegyület, disszociációra képes csoportjai szerint kationos, anionos vagy nemionos jellegű. A kationos polielektrolitok a vizek kolloid részecskéinek töltéssemlegesítésére közvetlenül is alkalmasak, a nemionosak hidrogénhidakkal, az anionosak a diffúziós réteg ellentétes töltésű ionjaival létesítenek szorpciós kapcsolatot. A kationos polielektrolitok alkalmazása gazdasági okok miatt a vízderítésben általában nem, csupán a szennyvíziszap kezelésében terjedt el a gyakorlatban.



Mikropelyhek képződése



Makropelyhek képződése

Az alumínium-szulfáttal végrehajtott derítés hatékonysága nemcsak polimerek alkalmazásával fokozható. Ismeretesek olyan eljárások is, amelyek derítési segédanyagokat is felhasználnak. Ilyen segédanyag lehet pl. a homok a képződött flokkulum fajsúlyának növelésére (Cykloflok-eljárás), vagy szorpciós tulajdonságú adalék, mint az aktív szénpor ill. az agyagásványok. Az agyagásványok a flokkulumméret növelése mellett a hatékonyabb szennyezőanyag eltávolítást is szolgálják. A gyakorlaton egy speciális tulajdonságú, Na-ionformájú agyagásványt tartalmazó közetet (Na-bentonitot) alkalmazunk segédderítőszerként (Flygtol-eljárás). Ennek a közetnek a szemcséi jó duzzadóképeséggel, nagy fajlagos felülettel és szorpciós (ioncserélő) tulajdonságokkal rendelkeznek. A Na-bentonit a polimerrel is kémiai

kölcsönhatást létesít, használata a pehelyméret és a derítési hatásfok növelését egyaránt elősegíti. Derítéskor a közetszemcsék vizes szuszpenziója használatos.

Újabban olyan derítőszer is elterjedtek, melyek a háromértékű fémiont szervetlen polimer formájában tartalmazzák. Ilyen a bázikus poli(alumínium-klorid)-típusú, $Al_n(OH)_mCl_{3n-m}$ összegképletű (BOPAC márkanevű) derítőszer, amely az alumínium-szulfáthoz képest szélesebb pH-tartományban hatékony, hidrolízise csak kevésbé hőmérsékletfüggő, segédderítőszerként nem igényel, továbbá használata a tisztított vízben kisebb alumíniumkoncentrációt eredményez.

A koagulálás, flokkulálás folyamatai legtöbb esetben jelentősen hőmérséklet- és pH-függőek. A vízben lévő kolloidok töltése, valamint az egyes derítőanyagok ionformája

ugyanis egyaránt pH-függő. (Pl. az Al(III)-vegyületek hidrolíziséhez az optimális pH-tartomány 6—6,5.)

Lényeges szerepet játszanak a derítőszer alkalmazásakor a mechanikai körülmények is. A vegyszerek adagolásakor a vegyszert és a tisztítandó vizet igen gyorsan össze kell keverni. Ez egyrészt a vegyszer homogén elosztatását biztosítja, másrészt azt, hogy a vegyszerek még aktív, reakcióképes állapotukban (pl. a töltéssel rendelkező, rövid élettartamú polihidroxidok) reagáljanak a lebegőanyag-részecskékkel. A gyors vegyszerbekeverést követően a primer aggregátumok további ütköztetését, a pehelyméret növelését lassú keveréssel kell elősegíteni. A keverési sebességek (a folyadékban kialakuló ún. sebességgradiens) optimális megválasztása mellett az alkalmazott keverési időt is optimalni kell. (A keverési idő növelése ugyanis az aggregátumképződés mellett az aggregátumok aprítását is eredményezheti.)

2. Gyakorlati munka

Egy modell szennyvízminta minősítésére és derítésére kerül sor a gyakorlaton.

2.1. A szennyvízminta minősítő vizsgálatához alkalmazott módszerek

A minősítő vizsgálatokat minden esetben homogenizált (jól felrázott) szennyvízmintával kell elvégezni!

A gyakorlaton a szennyvízminta alábbi jellemzőinek meghatározására kerül sor:

- pH
- fajlagos elektromos vezetőképesség (mS/cm)
- szín (Pt-egység)
- összes keménység (nK⁰)
- üledéktérfogat (cm³/dm³), Imhoff-kehelyben 30 perc alatt kiülepedő csapadéktérfogat (zagytérfogat)
- reakatív foszfáttartalom meghatározása (PO₄³⁻ mg/dm³).
- kémiai oxigénigény (O₂ mg/dm³)
- zavarosság (NTU)
- lúgosság (mval/dm³)

A gyakorlaton a fotometriás méréseket Hach-típusú hordozható spektrofotométerrel végzik el a mellékelt használati útmutató előírásai szerint.

2.1.1. A szennyvízminta pH-jának meghatározására az OP—264/1 típusú digitális pH-mérőt használják. A műszer használati útmutatója a készülékhez mellékelve van. A minta pH-jának meghatározása előtt a készüléket az útmutató előírása szerint kétféle pufferrel kalibrálni kell. Mind a kalibrálás, mind a mérések során ügyeljenek az oldatok/minta közel azonos hőfokára és a készülék hőmérséklet gombjának megfelelő beállítására.

2.1.2. A szennyvízminta zavarosságának meghatározása

A zavarosság a vízben jelen lévő diszkrét részecskék fényelnyeléséből és fényszórásából tevődik össze. A vizek zavarosságát okozó részecskék szuszpendált és finoman elosztatott szervetlen és szerves anyagok. A zavarosság a részecskék oldatbeli koncentrációja mellett a részecskék anyagi minőségétől (fénytörő sajátságaitól), alakjától és méretétől is függ. Ezért a zavarosság mértéke nem fejezi ki közvetlenül a vízben levő lebegőanyagok mennyiségét. Tájékoztató, összehasonlító vizsgálatra azonban alkalmas, gyors módszer. Ismert összetételű minta lebegőanyag-tartalmának mérésére azonban a mintatípusra meghatározott lebegőanyag-tartalom–zavarosság összefüggés ismeretében közvetlenül is felhasználható ez az adat.

A zavarosság mérés történhet fényabszorpció meghatározásával: ilyenkor FTU-egységekben (fotometrius zavarosság) fejezhető ki a vízminta zavarossága. Meghatározható továbbá az oldatban lévő diszkrét részecskék fényszórása is a mintát megvilágító fénysugár útjára vonatkoztatva 90°-os szögeltérítéssel nyert fény intenzitásának mérésével. Ilyenkor a zavarosságot NTU-egységekben (nefelometriás zavarosság) kapjuk. Mindkét esetben standardként ismert zavarosságot (adott fényelnyelést ill. fényszórást) okozó, jól reprodukálható szemcseeloszlású, adott koncentrációjú szerves szuszpenziót alkalmaznak összehasonlítás (kalibrálás) céljából.

A vízminta zavarosságát a gyakorlaton fényszórásméréssel, Hach Ratio TM/XR típusú turbidiméter segítségével határozzák meg. A mérés előtt a készülék ellenőrzését desztillált vízzel, majd a 400 NTU értékű törzsoldatból hígítással készített standardok (50 NTU, 100 NTU, 150 NTU, 200 NTU) segítségével végzik. A kalibrációs adatok ismeretében határozzák meg a vízminta zavarosságát. Amennyiben a mért zavarosság a 150 NTU-értéket meghaladja, a mérést desztillált vízzel hígított mintával is el kell végezni.

A kivitelezés menete: A mintával teli kuvettát a készülékbe helyezve 5x10 másodpercenként rögzítjük az adatokat, majd 4 x ¼ fordulattal forgatva (minden pozícióban 5x10 másodpercenként írva az adatokat) mérjük meg az átlagszámításhoz felhasznált 20 adatot.

Az ismeretlen mintára nyert átlagértéket használjuk fel a derítéshez szükséges vegyszermennyiség meghatározásához.

2.1.3. A szennyvízminta színének meghatározása azon alapul, hogy az ismeretlen vízminta színét (adott hullámhosszon a fényelnyelését) platinavegyületet tartalmazó standard oldatával hasonlítják össze. A színintenzitást Pt-egységekben fejezik ki. Egy Pt-egység 1 mg/dm³ platinát tartalmazó vegyület oldatának színét (fényelnyelését) jelenti.

Az ismeretlenként kiadott vízminta színét Hach-spektrofotométerrel, 450 nm hullámhosszon határozzák meg a készülék mellett található útmutatóban leírt munkamenet szerint. A minta színét desztillált vízzel (vakmintával) összehasonlítva mérik meg. A mérést a szennyvízminta szűrletével végezzék el! A minta szűrésére 0,45 µ-os pórusméretű membránt és vákuumberendezést használjanak. A vízminta színadatát a méréskor közvetlenül Pt-egységekben nyerik.

Amennyiben a nyert szín 350 Pt-egység körüli értéket ér el vagy ezt meghaladja, a mérést desztillált vízzel hígított mintával is meg kell ismételni.

2.1.4. A szennyvízminta kémiai oxigénigényének meghatározása

A vizek szennyezettségüktől függően tartalmaznak olyan szerves, lebegő és oldott anyagokat, amelyek erős oxidálószerrel (pl. permanganáttal, dikromáttal stb.) oxidálhatóak. A vizek szerves szennyezettségének mértékét, a szerves szennyezőanyag-tartalmat a szabványos körülmények között végrehajtott oxidálásuk során fogyott oxidálószer mennyiségével ill. az ezzel egyenértékű oxigénmennyiséggel fejezik ki. Ezt nevezik kémiai oxigénigénynek (KOI-nak, vagy COD-nak), amelyet O₂ mg/dm³ egységekben adnak meg.

A gyakorlaton a szennyvízminták dikromáttal meghatározható szervesanyag-tartalmát, a dikromátos kémiai oxigénigényt /KOI_{Kr}/ mérik meg. A vízminták oxigénfogyasztását K₂Cr₂O₇-oldattal, kénsavas közegben történő nagy hőmérsékleten kivitelezett roncsolással határozzák meg.

A meghatározás menete:

Mind az ismeretlen vízmintákkal, mind az oxidálószer önbomlását ellenőrző vakpróbával két párhuzamos meghatározást végezzenek. Vakpróbaként 2,5 ml desztillált vízzel helyettesítsék a mintát. Minden mintacsoportnál új vakpróbát kell készíteni.

- Kapcsolja be a KOI- (COD-) reaktort, előfűtés 150 °C-on.

- Nyissa ki a megfelelő koncentrációtartományban alkalmazható reagenst tartalmazó ampullát (0—1500 mg/l O₂).
- Tartsa az ampullát 45 fokos szögben, és pipettázzon bele 2,5 ml-t a szennyvízmintából. VIGYÁZAT A REAKCIÓ EXOTERM!!!
- Zárja le az ampullát. Törölje szárazra. Kupakjánál fogva rázza meg néhányszor a keveredés biztosítása céljából. Helyezze a reaktorba.
- Melegítse az ampullát egy órán keresztül. (Készülék időkapcsolójának beállítása.)
- Kapcsolja ki a reaktort. Vegye ki az ampullákat, egyhuzal rázással keverje össze a tartalmukat, majd a tartóba téve hűtse le őket.
- Ha a minta a melegítést követően zöld színű, a reagens kevés volt. Ilyenkor végezze el a vizsgálatot hígított mintával is.
- Mérje meg a lehűtött minta színnyelését 620 nm-en, Hach-fotométerrel. A készülék leírása szerint végezve a mérést a kijelzőn a minta színnyeléssel arányos KOI-értéke közvetlenül leolvasható.
- **Figyelem!** Az ampullákat a mérést megelőzően külsőleg tisztítani, törölni kell. A mérés végeztével az ampulla tartalmát csak az erre a célra rendszeresített gyűjtőbe szabad kiönteni! (A reagens tömény kénsavas kálium-dikromát-oldat, a kloridok megkötése céljából higany-só-, és katalitikus hatású ezüst-só tartalmú!)

2.1.5. A szennyvíz minta összes keménységének meghatározása

A víz keménységét a vízben oldott Ca- és Mg-sók okozzák. Általában nK⁰-ban (német keménységi fokokban) kifejezve (1 nK⁰ = 10 mg CaO/dm³ víz) adják meg.

A meghatározás elve: A vízben lévő Ca²⁺-ok és Mg²⁺-ok 9,5—10-es pH-tartományban az EDTE-vel (etiléndiamin-tetraecetsavval) stabil komplexet képeznek. Ez eriokrómfekete-T-indikátor jelenlétében lehetővé teszi komplexometriás titrálásukat. A mérést gyors mikroteszt-módszerrel végezzék el.

A mérés menete:

Mérjenek ki 5,0 cm³-nyi homogén vízmintát. Adjának hozzá 0,5 cm³-nyi puffert (NH₄Cl-tartalmú NH₄OH-oldat), homogenizálják a mintát. Adjának hozzá spatulahegynyi eriokrómfekete-T-indikátort és oszlassák el benne. A titrálást 0,005 mólos EDTE-oldattal végezzék el. A végpontban a vízminta lilás színe kékre vált.

2.1.6. A szennyvíz minta lúgosságának meghatározása

A vízminta m-lúgossága: metilnarancsindikátor jelenlétében savval titrálják a mintát az indikátor színátcsapásáig, 4,3-es pH eléréséig. A mért savfogyasztást mval sav/dm³ vízminta egységekben fejezik ki. Amennyiben a titrálatlan vízminta pH-ja 8,3 alatti (nincs fenolftalein indikátorral kimutatható lúgossága), a lúgosság a minta hidrogén-karbonát-tartalmával azonos.

A lúgosság meghatározást 4,3-es pH-n színt váltó metilvörös-brómkrezolzöld keverék-indikátort alkalmazva mikrotesztel végezzék el.

A meghatározás menete:

5,0 cm³-nyi homogén vízmintát mérjenek ki. Adjának hozzá 1-2 csepp indikátor-oldatot. A titrálást 0,01 mólos sósavval végezzék addig, amíg a vízminta színe zöldről pirosra nem változik.

2.1.7. A szennyvíz minta fajlagos elektromos vezetőképességének meghatározása

A méréshez OK—102/1 típusú konduktométert használnak. Leírása a készülék mellett található. A hőmérséklet egyidejű mérésére 0,1 °C beosztású higanyos bothőmérőt alkalmaznak. A készülékhez mellékelte a készülékállandó és az oldathőmérsékletéhez tartozó korrekciós faktorokat tartalmazó táblázat is.

2.1.8. A szennyvízminta kiülepedő lebegőanyag-tartalmának meghatározása

Töltsön 1 liter homogenizált szennyvizet a tartóba helyezett Imhoff-kehelybe, és ülepítse azt 30 percig. Jegyezze fel fél óra állásidő után a kiülepedett iszaprézsfogatót, és vegyen 50 cm³ térfogatú vízmintát a kehelyből a vízfelszín alatti 6 cm mélységből a további analízis (lebegőanyag-tartalom, KOI-meghatározás) céljára.

2.1.9. Reaktív foszfáttartalom meghatározása

A foszfáttartalom meghatározására savas-molibdenátos reagens keveréket alkalmazó színreakciót használnak a gyakorlaton. A mérés a minta foszfát-ion koncentrációjával arányosan kialakuló kék szín intenzitásának meghatározásán alapul.

A mérés menete

Hach DR/2000 típusú spektrofotométerrel, a készülékhez mellékelte gyorseszte leírása szerint végezzék el a meghatározást. Az ismeretlenként kiadott szennyvízminta 10 ml-nyi részletéhez ill. a minta megfelelő mértékben hígított változatához (desztillált vízzel készül a hígítás) 2 ml reagens keveréket adva a minta fényelnyelését a homogenizálást követő 10 perc elteltével reagenst tartalmazó vakkal (reagenst tartalmazó desztillált víz) szemben mérjék le. Amennyiben a kiadott szennyvízminta zavaros ill. színes, reagens hozzáadás nélkül a minta saját fényelnyelését is korrekcióba kell venni, azaz az adott hullámhosszon az eredeti ill. a színreakció igényelte mértékben hígított szennyvízmintát is le kell mérni a reagenst ugyancsak nem tartalmazó desztillált vízzel, mint vakkal szemben. Az alkalmazandó hullámhossz a készülék mérőskáláján fel van tüntetve (890 nm), a skáláról ez esetben a mért fényelnyelés alapján az abszorbancia értékek olvashatók le. A minták foszfáttartamát mg/l egységekben a gyakorlaton kiadott vagy meghatározott kalibrációs összefüggés alapján - a hígítás mértékét is figyelembe véve - számítsák ki.

A szennyvízminősítő méréseket az érvényben lévő magyar és ISO szabványok előírásainak elveit követve, az előzőekben leírt módszerek szerint végzik el a gyakorlaton a csatornába bocsátandó, nyers technológiai szennyvízmintákkal. **Figyelem!** Egyes paraméterek meghatározásakor a vizsgálatokhoz a nyers szennyvízminta 0,45 µ-os pórusméretű membránszűrőn előállított szűrleteit alkalmazzák (oldott anyagtartalom jellemzése).

A kilencféle minősítő paraméterre meghatározott adatokat a gyakorlaton ill. a gyakorlatleírás mellékleteként kiadott, a hatóságilag megszabott területi kategóriára vonatkozó csatornába bocsáthatóságra, valamint közvetlenül az élővízbe bocsáthatóságra előírt szabványos határértékekkel is hasonlítsák össze. Állapítsák meg ezek alapján, hogy a vizsgált szennyvízminták jellemzői megfelelnek-e a kibocsáthatóság minőségi követelményeinek, ill. mely paraméterek azok, amelyeket módosítani szükséges ahhoz, hogy a szennyvíz kibocsáthatóvá váljon.

2.2. A vízminta lebegőanyag-tartalmának eltávolítása (derítésvizsgálat)

A szennyvízminta derítését a vízkezelési gyakorlatban elterjedten alkalmazott "jar test" (poharas vizsgálat) típusú keverőberendezésben végezzék el.

A keverőberendezés négy-hat minta egyidejű, azonos körülményeket biztosító kevertetésére alkalmas. A vizsgálathoz a derítendő vízmintából mérőhengerrel egyenként 500 cm³ homogén részletet mérjenek be 800 cm³-es főzőpoharakba. A főzőpoharakat helyezték a keverőberendezés alsó lapjára, majd a keverőlapátokat merítsék a mintákba úgy, hogy elhelyezkedésük centrikus legyen.

A vizsgálatra kerülő hat minta a derítővegyszereket a következő összetételekben tartalmazza:

- 1.) derítővegyszer-mentes (ortokinétikus koagulálás),
- 2.) számított mennyiségű Al₂(SO₄)₃-ot (**A**),
- 3.) számított mennyiségű Al₂(SO₄)₃-ot és polimert (**A + P**),
- 4.) számított mennyiségű Al₂(SO₄)₃-ot, bentonitot és polimert (**A + B + P**),
- 5.) számított mennyiségű BOPAC-ot (**PAC**),
- 6.) számított mennyiségű bentonitot és BOPAC-ot (**PAC + B** vagy **P**).

A vizsgálathoz használt derítőszer:

Al ₂ (SO ₄) ₃	20 mg/cm ³ koncentrációjú oldat (A komponens)
Na-bentonit polimer	20 mg bentonit/cm ³ szárazanyag-tartalmú szuszpenzió (B komponens) nagy móltömegű, egészségügyileg ivóvízkezelésre is engedélyezett anionos polielektrolit frissen hígított 0,1 mg/cm ³ töménységű oldata (P komponens)
BOPAC	2 m/m %-os poli(alumínium-klorid) frissen hígított vizes oldata, amelynek töménységét az alumíniumszulfát oldat alumínium tartalmának megfelelően állítsák be (PAC komponens).

A derítéshez szükséges vegyszermennyiségek a szennyvízminta minőségétől függenek. A mintára meghatározott pH-, zavarosság- és színadatok alapján a gyakorlaton kiadott derítési segéd táblázatból állapítsák meg az alkalmazandó vegyszermennyiségeket. A BOPAC mennyiségét úgy számítsák ki, hogy *a minta alumíniumtartalma azonos legyen az alumíniumszulfát derítőszerrel tartalmazó minták alumíniumtartalmával!!!*

A derítőszer-koncentrációk ismeretében készítsék elő fecskendőben az egyes poharakba adagolandó derítővegyszereket. Indítsák meg a keverést a hálózati kapcsoló és fordulatszám-szabályozó megfelelő állításával (gyors keverés).

Az egyes vegyszerek beadagolási sorrendje: **A**, **B** majd **P**; a **PAC** beadagolása az **A** **vegyszerrel egyidejűleg** történjen!

Pillanatszerűen adagolják a derítendő, kevertetett szennyvízmintákhoz az egyes derítőszeret. Mindegyik vegyszer beadagolására és gyors elkeverésére 30 másodperc áll rendelkezésre. A kevesebb komponenst tartalmazó mintát is a többi mintával azonos módon, együtt kevertessék. Egy adott minőségű vegyszert egyidejűleg adagoljanak, vagyis a kevertetett mintákhoz az **A** komponenst (ill. a **PAC** vegyszert) a kísérlet indításakor, 30 másodperc kevertetést követően a **B**, és a kísérlet 60. másodpercében a **P** komponenst. A polielektrolit elkeverését követően (90 sec) a fordulatszám-szabályozót állítsák alsó fokozatra (lassú keverés), és folytassák a minták kevertetését további 2 percre. Közben figyeljék meg a kevertetett mintákat, minősítsék a képződött koagulumokat, flokkulumokat becsült átlagos (mm-ben kifejezett) relatív méretük alapján. A 2 perc keverési idő elteltével állítsák le a keverést. A mintákból emeljék ki a keverőelemeket. 5 perc ülepedési idő után vegyenek ki fecskendővel a felső kb. 1/3-nyi térfogatszintről, mintánként azonos mélységből (a 300 cm³-es jelszint mélységéből) 50-50 cm³-nyi mintarészetet. Ezeket a mintákat a derítés hatékonyságának megállapítása céljából zavarosság-, reaktív foszfáttartalom és KOI-meghatározással minősítsék (szükség esetén hígítsák a mintákat, és azok adataiból

számoljanak)! Állapítsák meg az ortokinetikus aggregálással elért lebegőanyag-eltávolítás és szervesanyag-eltávolítás hatásfokát, továbbá azt, hogy melyik vegyszer-kombinációval nyerték a legkisebb szennyezőanyag-tartalmú vizet. Mérjék meg és értékeljék a vegyszer nélkül fél órán keresztül Imhoff-kehelyben ülepített vízből nyert, szintén egyharmad térfogathoz tartozó mélységből vett vízminta adatait is. A lebegőanyag-eltávolítás hatásfokát a derített és kiindulási vízminta zavarosságának (NTU) valamint szervesanyag-tartalmának (KOI O₂ mg/l) összehasonlításával százalékban is fejezzék ki.

Segéd táblázat a dritőszer mennyiségének meghatározásához.

Víz minta	„A” vegyszer adagolandó mennyisége (mg/L)
pH < 6.0	
a minta pH értékét	
6.0-6,5 érékre kell beállítani	
pH 6.0 – 6.6	0
pH 6.7 – 7.0	10
pH 7.1 – 7.4	15
pH 7.5 – 8.0	25
NTU	0.4 · NTU
Pt színegység és NTU aránya	
3.5	0
3.3 – 3.5	10
3.0 – 3.3	20

A három vízminőségi szempont alapján számított „A” $[Al_2(SO_4)_3]$ mennyiségeket összegezze és derítéskor ezt adagolja. Az alumínium-szulfát számított mennyiségének megfelelően a következő „B” és „P” derítőszer adagolását alkalmazza:

$Al_2(SO_4)_3$ („A”); mg/dm ³	Bentonit („B”); mg/dm ³	Polimer („P”); mg/dm ³
50		
50 – 100	50	0.2
100 – 150	75	0.3
150 ellenőrizze a számítást!	100	0.5

A laboratóriumi feladatok elvégzése egyéni munka, a gyakorlatvezetővel megbeszélte beosztás szerint történik.

Jegyzőkönyv készítése

A jegyzőkönyv elkészítése a laboratóriumi gyakorlat része, annak leadása a gyakorlat végén kötelező. A csoportnak egy közös jegyzőkönyvet kell leadnia, hozzácsatolva a gyakorlat során végzett egyéni munkák adatait is a külön névvel ellátott jegyzőkönyv lapokon.

Ellenőrző kérdések

1. Mi a KOI?
2. Hogyan fogja meghatározni a szennyvíz kémiai oxigénigényét?
3. Miért van szükség a szennyvíz pH-jának meghatározására, és hogyan végzi ezt?
4. Mire tud következtetni a szennyvíz vezetőképességének értékéből, és hogyan határozza meg azt?
5. Hogyan határozza meg a szennyvíz zavarosságát, és mire ad felvilágosítást ez az adat?
6. Hogyan határozható meg a vizek lebegőanyag-tartalma?
7. Miért szükséges a gyakorlat során a szennyvíz keménységét és lúgosságát meghatározni? Hogyan végzi ezeket a feladatokat el?
8. Mit jelent és mikor alkalmazzák a derítést?
9. Milyen adatok alapján határozza meg a derítőszer mennyiségét?
10. Milyen vegyületek alkalmasak a szennyvizek lebegőanyagainak koaguláltatására?
11. Milyen kémiai módszerrel lehet megnövelni a vízben lévő nehezen ülepedő kisméretű lebegő részecskék méretét?
12. Milyen felületi töltésűek általában a vizekben levő lebegő szennyeződést okozó részecskék?
13. Hogyan lehet megváltoztatni a lebegő szennyező anyagok felületi töltését?
14. Milyen vegyületeket használnak flokkulálószerként?
15. Milyen típusú polielektrolitot fog alkalmazni flokkulálószerként a gyakorlaton?
16. A polielektrolit koncentráció növelésének mi a szerepe a pelyhek kialakulásakor?
17. Mi a szerepe a keverés intenzitásának a flokkuláció során?
18. Ismertesse a kísérleti munka menetét pontokban!
19. Mi a koaguláció és flokkuláció lényege?
20. Milyen paraméterek befolyásolják a flokkuláció folyamatát?
21. Mi a bentonit szerepe a gyakorlat során végzett flokkuláció folyamán?
22. Milyen vízminőségi paraméterek meghatározása alapján fogja minősíteni a szennyvizet a gyakorlaton?
23. Milyen indikátort használ a keménység-meghatározás során, és milyen a színváltozás?
24. Hogyan végzi a foszfát-tartalom meghatározást a gyakorlat során?
25. Melyik derítőszerrel lehet a legnagyobb foszfát-tartalom csökkenést elérni?

Nagy zh kérdések

1. Mikor alkalmazzák a kémiai szennyvíztisztítást? Jelöljön meg három kémiai tisztító eljárást!
2. Milyen szennyező anyag távolítható el a szennyvizetből mechanikai műveletekkel? Írjon példát is erre!
3. Milyen elv alapján méri meg a szennyvízminta színét?
4. Mi a vízkeménység (definíció)? Milyen formában adják meg a magyar szabványokban?
5. Milyen előírások alapján és milyen feltételekkel lehet ipari jellegű szennyvizet a közcsatornába bocsátani?
6. Milyen feltételek mellett lehet szennyvizet befogadóba engedni?
7. Hány fázisú rendszer a Kémiai Intézet épületében keletkező szennyvíz?
8. Becsülje meg, mennyi vizet használ egy felnőtt ember naponta, és ennek alapján mennyi szennyvíz képződik naponta Budapesten?
9. Hogyan venne mintát egy 200m³-es szennyvíztartályból?

10. Soroljon fel három a szennyvizek potenciális szerves, valamint három szervesetlen szennyeződésére utaló komponenst!
11. 5 mL 50 mg/L NH_4^+ tartalmú oldatot 50 ml-re hígítunk. Számítsa ki a keletkező oldat koncentrációját!
12. Mekkora egy liter vízben jelen levő egy mval mennyiségű neutrális só okozta fajlagos vezetőképesség érték számszerű adata, ha a mértékegység nagyságrendje mikrosiemens/cm?
13. Hány mL 20g/L-es bentonit törzsoldatot kell adagolni 500mL derítendő mintához, ha a derítéshez szükséges hatóanyag koncentráció 120 mg/L?
14. 10mL ismeretlen koncentrációjú OH^- ion tartalmú vízmintát titrál sósavoldattal fenoftalein jelenlétében, a végpontban mért fogyások átlaga 5 mL. Mennyi a titrált minta hidroxid ion koncentrációja, ha a savoldat koncentrációja 0,2 mol/L, $f=1.000$?
15. Mekkora annak a 500 mL térfogatú kénsavoldatnak a koncentrációja, amelynek a pH értéke: 3 (A disszociáció teljes!) ?
16. Hogyan készít egy 400 NTU zavarosságú törzsoldatból egy 200 NTU zavarosságú oldatot, ha van egy 100mL mérőhengere és 40 mL oldatra van szüksége minimálisan? (egy-két szóban, röviden!!!)
17. 250cm^3 vízben 20 mg kalcium oxiddal egyenértékű keménységokozó (Mg^{2+} és Ca^{2+}) iont mérünk. Mekkora a víz keménysége?

Ajánlott irodalom és források:

Kémiai Technológia Főkéllégium törzsanyaga, Általános és Analitikai kémia törzsanyaga,
Gerecs Árpád: Bevezetés a kémiai technológiába

MELLÉKLET

A szennyvizekre a KTM 34/1993 (XII. 3.) miniszteri rendelettel módosított 4/1984 (II. 7.) OVH csatornabírságról szóló rendelkezés alapján, a II. területi kategóriára **előírt** kibocsáthatóságra vonatkozó **határértékek**:

Minősítő paraméter	Csatornába bocsáthatóság feltétele	Felszíni vízbe, befogadóba bocsátható
pH	6,5—10	6,5—9,5
KOI (kromát) O ₂ mg/l	1000	150
Összes só mg/l természetes vagy technológiai eredetű	2500	-
üledő anyag* lebegőanyag; mg/l	150*	100
ANA detergens; mg/l	50	2
Szerves oldószeres extraktum (olaj, zsír)** mg/l	50	10
Szerves oldószer ml/l	0,1	
Fenolok mg/l	5	3
NH ₄ -N mg/l	100	20
Szulfid mg/l	0,5	2
Összes vas mg/l	10	20
Összes ezüst mg/l	0,2	0,1
Összes ólom mg/l	0,4	0,1
Összes kadmium mg/l	0,1	0,05
Összes higany mg/l	0,05	0,01
Összes króm mg/l	1	1
stb.....		

* mérendő, ha az üledéktérfogat már 10 perc ülepedés alatt meghaladja az 5 cm³/dm³ értéket

** eredettől és kibocsátott vízmennyiségtől függő adat

A lebegőanyag mérete és az eltávolításra alkalmazható eljárás:

Részecskeméret µm	A diszperz rendszer csoportja	Az eltávolításra alkalmazható elválasztó eljárás
0,0001	valódi oldat	adszorpció, ioncsere, fordított ozmózis
0,001—1,0	kolloid oldat	ultra- és mikroszűrés
1—20	kolloid szuszpenzió/ lebegőanyag	szűrés (pl. mélységi)
20—150	finom üledő szilárd anyag	szűrés
150—2000	közepes méretű üledő anyag	ülepítés, flotálás
2000—1 cm	durva üledő anyag	ülepítés