

**FOSZFOR ELTÁVOLÍTÁS ÉS A BIOLÓGIAI
SZENNYVÍZTISZTÍTÁS INTENZIFIKÁLÁSA KÉMIAI
ELŐKEZELÉSSEL /
PHOSPHORUS REMOVAL AND INTENSIFICATION OF
BIOLOGICAL WASTEWATER TREATMENT BY
CHEMICAL PRE-TREATMENT**

**Doktori (PhD) értekezés / PhD Dissertation
ÖSSZEFOGLALÓ / SUMMARY**

Szabó Anita / Anita Szabó

**Témavezető: Dr. Licskó István egyetemi docens /
Supervisor: Dr. István Licskó Associate Professor**

**Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem / Budapest University of
Technology and Economics
Építőmérnöki Kar / Department of Civil Engineering
Víz- és környezetmérnöki alprogram / Program of Water and Environmental
Engineering**

2006

ÖSSZEFOGLALÓ

Hazánkban a környezetvédelmi előírások szigorodása miatt számos kommunális szennyvíztisztító telep nem képes megfelelni a tisztított szennyvíz minőségére vonatkozó elvárásoknak, ezért ezeket bővíteni, korszerűsíteni kell. Az intenzifikálás költséghatékony módja lehet a kémiai előkezelés (előkicsapás) bevezetése, amelyben a biológiai tisztítóegységeket megelőzően a szennyvízhez többértékű fém-ionok adagolására kerül sor. A fém-sók adagolásának elsődleges feladata az ortofoszfát-ionok kicsapása (és a szennyvíz foszfor tartalmának eltávolítása), valamint a szennyvíz szervesanyag koncentrációjának csökkentése (a biológiai tisztítóegységek tehermentesítése, illetve kapacitásnövelés).

Kutatási munkám során a kommunális szennyvizek kémiai tisztítása során lejátszódó szennyezőanyag eltávolítási mechanizmusokat, illetve a kémiai előkezelés biológiai folyamatokra gyakorolt hatásait elemeztem szakaszos és folyamatos laboratóriumi kísérletek, valamint üzemi vizsgálatok alapján.

A foszfát eltávolítás legfontosabb mechanizmusa a vegyes, fém-hidroxid-foszfát csapadékok képződése. Kísérleti úton bizonyítottam, hogy a foszfát kicsapás hatékonyságát a koaguláns mennyisége és minősége mellett az aktuális pH érték (a pH 5,0-7,0 intervallumon kívül), a nyers szennyvíz $\text{PO}_4\text{-P}$, KIO_{Cr} , oldott KIO_{Cr} és TSS koncentrációja, valamint a vegyszer-bekeverés körülményei határozzák meg. Ha a kicsapás feltételei nem optimálisak, a pillanatszerűen lejátszódó foszfát kicsapás mellett jelentős mértékű az időben elhúzódó, a fém-hidroxid pelyhek felületén történő foszfát megkötődés (adszorpció/kemisorpció) foszfát eltávolító hatása.

Megállapítottam, hogy a hazai szennyvíztisztító telepeken - háromértékű fém-sók adagolása esetén - a hatékony foszfát kicsapáshoz szükséges vegyszeradag kisebb az adott szennyvízben elérhető maximális szervesanyag eltávolításhoz szükséges vegyszer dóziséknél. Igazoltam, hogy a közepes és nagyterhelésű eleveniszapos rendszerekben a kémiai előkezelés - a biológiai tisztítóegységek előtt megvalósított intenzív szervesanyag eltávolítás következményeként - pozitív hatással van a nitrifikáció hatékonyságára. Amennyiben a hatékony denitrifikáció megvalósítása nem követelmény, a kémiai előkezeléssel célszerű a szervesanyag eltávolítást maximalizálni, ugyanakkor ügyelni kell arra, hogy a mikroorganizmusok számára elegendő oldott állapotú foszfor maradjon a szennyvízben. Ahhoz, hogy mindkét komponens eltávolításánál a kitűzött cél egyidejűleg elérhető legyen, különböző típusú (háromértékű és előpolimerizált) vegyszerek kombinálása, megfelelő arányban történő adagolása szükséges, amelynek megvalósítására javaslatot dolgoztam ki.

Elődenitrifikációt alkalmazó technológiákban a szennyezőanyag eltávolítási célok a fentiekől eltérnek, amennyiben teljes nitrogén eltávolításra van szükség. Laboratóriumi, valamint üzemi vizsgálataim alapján megállapítottam, hogy kis és közepes dózisú kémiai előkezeléssel elsősorban a nagyobb méretű, nehezen bontható szervesanyagok távolíthatók el, és kismértékben csökkenhet a denitrifikáció hatékonysága. Nagy dózisú ($>0,6\text{-}0,8\text{ mmol/L}$) vegyszeradagolás alkalmazásakor a könnyen bontható szervesanyagok egy része is eltávolításra kerülhet, ami 25-35%-ot meghaladó mértékben csökkentheti a denitrifikáció hatékonyságát. A denitrifikáció fenntarthatóságának biztonsága érdekében ezért a szennyvíztisztító telepeken a vegyszeradagolást - a nyers szennyvíz szennyezőanyag tartalmától függően - úgy kell beállítani, hogy maradjon elegendő mennyiségű szervesanyag a denitrifikáló mikroorganizmusok számára.

Abstract

Investigation and applicability of chemical pre-treatment (pre-precipitation) of municipal wastewater is presented in the dissertation. Basic mechanisms (phosphate precipitation, adsorption/chemisorption, hydroxide formation and coagulation-flocculation) of chemical phosphorus removal were examined. pH, raw wastewater composition ($\text{PO}_4\text{-P}$, TSS, COD and dissolved COD concentration), mixing conditions and aging of flocs were found to be the most important environmental factors affecting phosphate removal efficiency. The most important impacts of chemical pre-treatment on the subsequent biological treatment steps were examined among the typical Hungarian conditions. Main emphasis was given to pH change, effect on size distribution and biodegradability of organic matters, as well as to the weak decrease in denitrification efficiency.

SUMMARY

Due to more and more strict environmental regulations in Hungary, many communal wastewater treatment plants have difficulties to fulfil effluent limits. These plants have to be upgraded and/or extended. Chemical pre-treatment (pre-precipitation) can provide cost-efficient intensification. In this technology metal salts are introduced to the wastewater prior to the biological treatment step. The main aims of applying metal salts are to precipitate ortho-phosphate (and remove P content of wastewater) and to decrease organic matter content (decrease the organic load of biological units and increase capacity of the plant).

During my research I examined the most important pollutant removal mechanisms of chemical pre-treatment, and the effects on the subsequent biological treatment processes. The analysis was carried out with the help of laboratory Jar tests, continuous flow laboratory experiments and full scale experiments.

Precipitation of mixed metal-hydroxide-phosphate is the most important mechanism of phosphate removal. It was proved in the experiments that the efficiency of phosphate precipitation is influenced not only by the quality and dose (Me/P ratio) of the precipitant/coagulant. Other important factors include the actual pH (outside of the range of 5,0-7,0), $\text{PO}_4\text{-P}$; COD_{Cr} , dissolved COD_{Cr} and TSS concentration of raw wastewater; and mixing conditions. If circumstances of coagulant mixing are not optimal - besides instantaneous metal-hydroxide-phosphate precipitation - long-term binding of phosphate on the surface of metal-hydroxides (adsorption or chemisorption) can play a significant role in phosphate removal.

I concluded that at Hungarian communal wastewater treatment plants - in the case of trivalent metal salts - the coagulant dose needed for efficient phosphate removal is usually lower than the one required for the reachable maximum organic matter removal in the same wastewater. It was verified that chemical pre-treatment in moderate and high-loaded activated sludge systems - due to the intensive organic removal - has a positive effect on the efficiency of nitrification. If efficient denitrification is not necessary, organic matter removal is recommended to be maximised in the pre-treatment step. However, at the same time, phosphorus requirement of the microorganisms has to be assured. In order to satisfy both requirements, I suggested a methodology for combining different types of metal salts (trivalent and pre-polymerised).

Pollutant removal objectives are different in technologies with pre-denitrification, where complete nitrogen removal is needed. Based on my laboratory and full-scale experiments, it was concluded that chemical pre-treatment applying small and medium coagulants doses

predominantly removes larger size, slowly biodegradable organic matters, and the efficiency of denitrification can slightly decrease. High doses ($>0,6-0,8$ mmol/L) might remove part of the readily biodegradable organic matters, thus can result in a significant (25-35%) decrease of denitrification efficiency. To ensure safe and efficient denitrification the coagulant dose has to be set - according to the pollutant content of raw wastewater - in a way that enough organic matters should remain for denitrification microorganisms.