

Modelové čistenie pivovarských odpadových vôd IV. Návrh technológie čistenia

BERNADETTA KRKOŠKOVÁ — MILAN SUHAJ

Súhrn. Na základe výsledkov modelovania biologického čistenia odpadových vôd pivovaru Vyhne a zistených čistiacich efektov pri rôznom usporiadaní technologických procesov sme vypracovali návrh technológie čistenia v dvoch variantoch s uplatnením biologických nárastových reaktorov. Po mechanickom predčistení a anaeróbnom spracovaní sa v prvom variante navrhuje stredne zatažovaný biofilter s recirkuláciou a sedimentácia. V druhom variante navrhujeme dvojstupňovú biofiltráciu: v prvom stupni vysoko zatažovanú a v druhom nízko zatažovanú, so sedimentačnými nádržami po každom stupni.

V rámci riešenia čiastkovej úlohy plánu RVT v 6. päťročnici „Modely a inžiniering technológií čistenia odpadových vôd potravinárskeho priemyslu“ sme riešili problematiku čistenia odpadových vôd pivovarov. V experimentálnych prácach sme modelovali biologické spôsoby čistenia odpadových vôd pivovaru Vyhne. Úloha vyplynula z naliehavej potreby riešiť problematiku čistenia odpadových vôd pivovaru urýchlenu výstavbou čistiarne odpadových vôd. Cieľom riešenia bolo vypracovanie návrhu technológie čistenia, ktorý je podkladom pre projektovanie čistiarne.

Na laboratórnych modeloch sme preskúšali základné procesy biologického čistenia, najmä aktiváciu, biologické nárastové reaktory a vplyv anaeróbného spracovania na účinnosť týchto procesov. V ďalších experimentoch sme preskúšali aj rôzne kombinácie uvedených technológií. O výsledkoch dosiahnutých v jednotlivých etapách výskumu sme referovali v [1, 2]. V tejto publikácii hodnotíme výsledky modelovania a uvádzame návrh technológie čistenia odpadových vôd pivovaru Vyhne.

Ing. Bernadetta Krkošková, CSc., Ing. Milan Suhaj, Výskumný ústav potravinársky, Trenčianska 53, 825 09 Bratislava.

Súhrnné zhodnotenie výsledkov modelovania

Na základe zhodnotenia jednotlivých modelových variantov biologického čistenia v rôznych stupňoch a usporiadaniach sme zostavili súhrnnú tabuľku (tab. 1), kde porovnávame ich čistiace účinky. Vzhľadom na približne rovnaký

Tabuľka 1. Porovnanie čistiaceho účinku pri rôznych variantoch biologického čistenia
Table 1. The comparison of the degrees of purification at different variants of the biological treatment

Zostava ¹	CHSK ² [mg.l ⁻¹]		E [%]
	Vstup ³	Výstup ⁴	
jednostupňová aktivácia ⁵	785	320	57
ďvojestupňová aktivácia ⁶	1177	367	67
jednostupňová biofiltrácia bez úpravy živín ⁷	937	332	67
jednostupňová biofiltrácia s úpravou živín ⁸	971	248	75
ďvojestupňová biofiltrácia bez úpravy živín ⁹	1047	182	85
ďvojestupňová biofiltrácia s úpravou živín ¹⁰	1050	44	96
anaeróbne spracovanie ¹¹	923	867	13
anaeróbne spracovanie a biofilter pri priemernom zaťažení ¹²	757	62	94
anaeróbne spracovanie a biofilter pri vysokom zaťažení ¹³	1409	442	78
biofilter a aktivácia bez úpravy živín ¹⁴	833	166	81
biofilter a aktivácia s úpravou živín ¹⁵	948	91	91

¹Arrangement; ²COD; ³Input; ⁴Output; ⁵One-stage activation; ⁶Two-stage activation; ⁷One-stage biofiltration without regulation of the portion of nutrients; ⁸One-stage biofiltration with regulation of the portion of nutrients; ⁹Two-stage biofiltration with out regulation of the portion of nutrients; ¹⁰Two-stage biofiltration with regulation of the portion of nutrients; ¹¹Anaerobic processing; ¹²Anaerobic processing and the biological filter at the mean load; ¹³Anaerobic processing and the biological filter at the high load; ¹⁴The biological filter and the activation without regulation of the portion of nutrients; ¹⁵The biological filter and the activation with regulation of the portion of nutrients.

stupeň znečistenia odpadových vôd pred čistením, dajú sa zistené čistiace účinky jednotlivých usporiadaní navzájom porovnať. Na základe hodnoty reziduálneho znečistenia pri jednotlivých usporiadaniach možno posúdiť stupeň vyčistenia z hľadiska akceptovateľnosti pre dovolené vypúšťanie do povrchových vôd.

V zmysle požiadaviek na minimalizáciu zvyškového znečistenia a efektívneho čistenia je z aplikovaných variantov biologického čistenia v laboratórnych podmienkach najlepšia dvojstupňová biofiltrácia s úpravou pomeru živín. Potom nasleduje kombinácia anaeróbného spracovania a biofiltra pri priemernom látkovom zaťažení, kde sa dosiahol čistiaci efekt 94 %. Vysoký čistiaci účinok (okolo 90 %) sa dosiahol aj pri kombinácii biofiltra a aktivačného procesu pri súčasnej úprave obsahu biogénnych prvkov. Pri dvojstupňovej biofiltrácii bez úpravy živín sa dosiahol o niečo nižší účinok — 85 %. Čistiace účinky dosiahnuté pri ďalších variantoch biologického čistenia nepokladáme za postačujúce.

Hlavné problémy čistenia odpadových vôd pivovaru Vyhne

Pri biologickom čistení pivovarských odpadových vôd sa spravidla vyskytujú niektoré problémy špeciálneho charakteru. Vyskytli sa aj pri laboratórnom modelovaní a možno s veľkou pravdepodobnosťou predpokladať, že sa vyskytnú aj počas prevádzky plánovanej čistiarene. Tieto problémy súvisia so samým charakterom pivovarskej výroby a špecifickými zdrojmi znečistenia a môže k nim prispievať aj zhoršená technologická disciplína a stav výrobných zariadení.

Hlavným problémom je pomerne vysoký stupeň organického znečistenia v odpadovej vode, ktoré v priebehu dňa i ročných období značne kolíše. Pretože zistené hodnoty znečistenia sú vyššie, ako sa obvykle uvádza, možno odôvodnene predpokladať, že lepšou organizáciou výrobného procesu vo vzťahu k zamedzeniu vniku spracúvaných surovín, resp. finálneho výrobku do odpadových vôd, sa dá tento nepriaznivý stav zlepšiť. Napokon k tomu môže prispieť i dobrý stav výrobného zariadenia, kvalitná údržba a dôsledné odstraňovanie prípadných netesností v rozvodnom systéme.

Ďalším problémom je trvalý alkalický charakter odpadových vôd. V tejto súvislosti možno predpokladať, že v niektorých prípadoch dochádza k predávkovaniu líhu do umývacích zariadení. Pri správnom chode týchto zariadení možno očakávať zníženie alkality odpadových vôd. Pri laboratórnom modelovaní sme preskúšali úpravu pH na hodnotu požadovanú pre biologické čistenie

(pH 6—8) pomocou vyrovnávacej nádrže a anaeróbného predčistenia. O priaznivom vplyve anaeróbného stupňa na zníženie pH a zlepšenie pomeru biogénnych prvkov sme už referovali [2]. Zistili sme, že účinnosť znižovania pH v rozhodujúcej miere závisí od látkového zaťaženia. Treba uvažovať s dlhšími časmi zdržania (8—12 h) alebo použiť chemickú neutralizáciu. V prácach, ktoré riešia vyrovnávanie zmien kvality a pH pivovarských odpadových vôd, sa uvádzajú časy zdržania vo vyrovnávacej nádrži 8—18 hodín [3]. Špecifický spôsob neutralizácie chemickou cestou využitím odpadových dymových plynov sa riešil vo VÚP a realizuje sa v pivovare Urpín v Banskej Bystrici.

Pri čistení pivovarských odpadových vôd sa veľmi často vyskytuje problém vláknitého kalu. Na potlačenie jeho rozvoja sme v laboratórnych experimentoch odskúšali niekoľko opatrení: zvýšenie intenzity prevzdušňovania aktivačnej nádrže na hodnotu koncentrácie kyslíka nad 2 mg.l^{-1} ; zvýšenie recirkulácie kalu z 30 na 100 %; oddelená regenerácia kalu, pridávanie aminokyselín (leucín), koagulantov (Fe^{2+}) a i. Ako jediné účinné opatrenie sa osvedčilo zníženie látkového zaťaženia predradením biofiltra a zvýšenie času zdržania v aktivačnej nádrži, pri súčasnej úprave pomeru živín.

Problémom pri aplikácii biofiltrácie môže byť výskyt roztočov, najmä v prípadoch, keď sa vytvorí na náplni reaktora hrubšia vrstva biokalu. Pri správnom chode biologického nárastového reaktora a pri dodržaní požadovaných hydraulických parametrov by sa tento problém nemal vyskytnúť.

Návrh technológie čistenia odpadovej vody pivovaru Vyhne

Pri návrhu technológie čistenia odpadových vôd pivovaru Vyhne sme vychádzali z výsledkov vodohospodárskeho prieskumu a laboratórneho modelovania procesov biologického čistenia, ako aj zo skúseností, ktoré sme získali v priebehu experimentálnych prác. Zásadne vychádzame z požiadavky realizovať navrhovanú technológiu zariadeniami iba tuzemskej výroby.

Pri návrhu vychádzame z priemernej hodinovej produkcie odpadových vôd 75 m^3 a priemerného znečistenia $1000 \text{ mg CHSK.l}^{-1}$, ktoré sme zistili na základe dlhodobého sledovania počas výskumných prác.

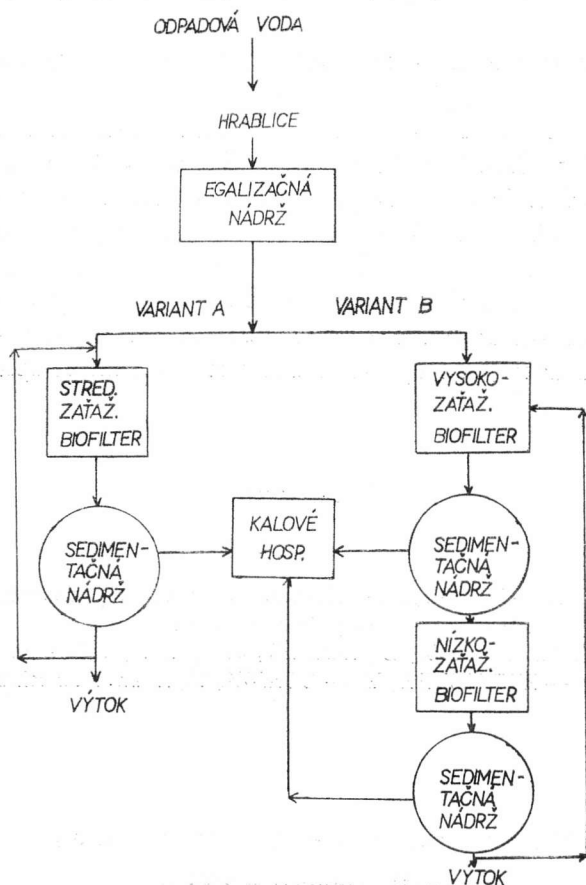
Pri vodohospodárskom prieskume sme nezistili významnejší výskyt hrubého znečistenia, ale kvôli prevádzkovej istote navrhujeme mechanický stupeň predčistenia hrablicami.

Na vyrovnanie veľkých výkyvov pH a znečistenia odpadovej vody navrhujeme použiť egalizačnú nádrž vo forme štrbinovej nádrže s časom zdržania 8—12 hodín. Na tomto technologickom stupni sa prejaví optimalizujúci úči-

nok na pomer biogénnych prvkov, čím sa rieši problém nedostatku živín v surovej odpadovej vode, a to v pomerne postačujúcej miere.

Podstatou technológie čistenia je biofiltrácia v dvojstupňovom usporiadaní. Prvý stupeň navrhujeme ako vysoko zaťažovaný, s látkovým zaťažením do $3 \text{ kg CHSK} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$ a druhý stupeň s nižším zaťažením, do $1 \text{ kg CHSK} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{d}^{-1}$. Pri uvedenej priemernej produkcii množstva a znečistenia odpadových vôd možno uvažovať s výškou biofiltrov od 4 do 6 m.

Po každom biologickom reaktore treba zaradiť sedimentačné nádrže s časom usadzovania 1,5 hodiny.



Obr. 1. Schéma navrhovanej technológie čistenia odpadovej vody pivovaru Vyhne.

Fig. 1. Scheme of the model technology of the brewery waste-water in Vyhne brewery. (Waste-water; Rake; Balancing tank; Variant A; Mean loaded biological filter; Sedimentation tank; Outlet; Sludge receiver; Variant B; High loaded biological filter; Sedimentation tank; Low loaded biological filter; Sedimentation tank; Outlet).

Základnou výhodou tejto navrhovanej alternatívy je schopnosť biofiltra pracovať aj za podmienok variabilného zafaženia, pričom sa dosahuje vysoký čistiaci efekt — nad 90 %. V porovnaní s aktiváciou sú menšie nároky na energiu a produkuje sa menšie množstvo kalu, čo znižuje nároky na jeho spracovanie, resp. likvidáciu.

V prípade, že z ekonomických dôvodov nebude možné realizovať dvojstupňovú biofiltráciu, možno pracovať aj s jedným vysoko zafažovaným biofiltrom. Tento biofilter treba potom dimenzovať odlišne, najmä znížiť jeho látkové zaťaženie zväčšením rozmerov a recirkuláciou časti vyčistenej vody po sedimentácii. Recirkuláciou možno zvýšiť čistiaci efekt aj v predchádzajúcej alternatíve.

Schematické znázornenie navrhovaných variantov biologického čistenia odpadových vôd pivovaru Vyhne je na obrázku 1.

V prípade A očakávame koncentráciu reziduálneho znečistenia vody po čistení okolo $0,1 \text{ kg CHSK} \cdot \text{m}^{-3}$ a v prípade B $0,05 \text{ kg CHSK} \cdot \text{m}^{-3}$.

Pri návrhu technológie čistenia pre pivovar Vyhne treba výhľadovo uvažovať o napojení splaškových vôd obce, po plánovanom vybudovaní kanalizácie, čo by sa priaznivo prejavilo na účinku navrhovanej technológie. Spoločným čistením komunálnych a pivovarských odpadových vôd by sa parametre čistenia zlepšili v dôsledku zriedenia odpadových vôd a zníženia látkového zaťaženia čistiacich zariadení, ako aj obohatenia vôd živinami zo splaškov.

Literatúra

1. KRKOŠKOVÁ, B. — SUHAJ, M. — EGED, Š., Čistenie odpadových vôd. Výskumná správa. Bratislava, Výskumný ústav potravinársky 1984.
2. SUHAJ, M. — KRKOŠKOVÁ, B., Bull. PV, 26(6), 1987, č. 1, s. 85.
3. SASAHARA, T. — KITAMURA, Y. — OGAWA, T., Brauwissenschaft, 35, 1982, č. 4, s. 94.

Модельная очистка пивоваренных сточных вод

IV. Проект технологии очистки

Резюме

На основании результатов моделирования биологической очистки сточных вод пивоваренного завода Выгнэ и установленных очистных действий в различном упорядочении технологических процессов, мы разработали проект технологии очистки в двух вариантах, с помощью внедрения биологических слоистых реакторов. После

механической предварительной очистки и анаэробной обработки проектируем в первом варианте среднезагружаемый биофильтр с рециркуляцией и седиментацию. Во втором варианте мы проектируем двухступенчатую биофильтрацию; на первой ступени высокозагружаемую а на второй ступени низкозагружаемую, с отстойными бассейнами (отстойниками) на каждой ступени.

The model treatment of the brewery waste-water

IV. The proposal of the treatment technology

Summary

The proposal of the technology of the waste-water treatment in two variants was elaborated with regards to results of the biological treatment modelling in Vyhne brewery and owing to the specified degrees of purification at various arrangements of technological processes. The biological growth reactors were there also applied. The sedimentation and the mean loaded biological filter with the recirculation are proposed after the mechanical pretreatment and after the anaerobic processing, too. The two-stage biofiltration is proposed in the 2nd variant; in the 1st stage this biofiltration is high loaded and in the 2nd one the biofiltration is low loaded with the sedimentation tanks after each stage.