

Tehnološka obrada klani nih otpadnih voda primenom ejektora u sistemu za predtretman

MILAN R. BOŽOVIĆ, Univerzitet u Prištini,
Prirodno matematički fakultet, Kosovska Mitrovica
ALEKSANDAR LJ. PETROVIĆ, Univerzitet u Beogradu,
Mašinski fakultet, Beograd
ANDRIJA A. PETROVIĆ, Univerzitet u Beogradu,
Mašinski fakultet, Beograd

Originalni naučni rad

UDC: 628.356

DOI: 10.5937/tehnika1701068B

Klani na industrija proizvode velike količine otpadnih voda, koje ugrožavaju i degradiraju prirodne prijemnike – recipijente, obzirom da se otpadne vode najčešće ispuštaju bez bilo kakvog oblika obrade ili prečišćavanja. Otpadne vode klani ne industrije sa sobom nose fekalije, slamu, nepererenu hranu, razne stomačne izljevne, krv, masnoće, razne vrste otpatke i druge prisutne organske materije. Mnoga primenjena tehničko-tehnološka rešenja u cilju sprečavanja ugrožavanja prirodnih recipijenata nisu dala adekvatne rezultate sa ekološkog aspekta. Rekonstrukcijom jednog sistema za predtretman klani nih otpadnih voda primenom tehničko-tehnološkog rešenja ejektor – pumpa, ne samo da su dobijeni dobri rezultati zahtevani po projektu, nego su ukazali i na mogućnost njihove primene kod mnogih tipova agroindustrijskih otpadnih voda, naročito kod sve brojnijih malih agroindustrijskih pogona.

Ključne reči: otpadna voda, klanica, ejektor, aeracija, kiseonik, ekologija, recipijent

1. UVOD

Klani na industrija proizvode velike količine visokoptere enih otpadnih voda, kojima se značajno ugrožavaju i degradiraju prirodni prijemnici – recipijenti, obzirom da se najčešće ispuštaju bez bilo kakvog oblika obrade ili prečišćavanja. Količina otpadne vode koja se upušta u recipijente prvenstveno zavisi od strukture samog pogona, a razlikuje se prema broju i vrsti životinja koje se obrađuju, ili po kilogramu istog skeleta koji se dobija od svake vrste. Otpadne vode industrije za klanje i preradu mesa, obzirom na kvalitativno kvantitativne karakteristike, zaslužuju posebnu pažnju, kako sa higijensko – zdravstvenog aspekta, tako i sa ekološkog i ekonomskog aspekta. U pogonu se u toku tehnološkog procesa rada može trošiti manja ili veća količina sanitarne vode, što zavisi od kontinuiteta rada, trenutnih potreba, radne discipline, kao i nekih drugih veoma značajnih momenata.

Ukoliko se troši manja količina sanitarne vode, ona će na izlazu biti sa većom koncentracijom zagađenja, odnosno veći opterećenje im biološkim opterećenjem i obrnuto. Standardne vrednosti, kako za količinu otpadnih voda, tako i za njihov kvalitet, tj. opterećenost otpadnim materijama nisu definisane, pa razni autori prezentuju razne podatke, tabelu 1. Za približnu standardnu vrednost količine otpadne vode pri preradi svinja i junadi može se uzeti količina od oko 10 l vode po kilogramu obrađenog skeleta.

Otpadne vode klani ne industrije sa sobom nose fekalije, slamu, nepererenu hranu, razne stomačne izljevne, krv, masnoće, razne vrste otpatke i druge prisutne organske materije. Kvalitet sirovih otpadnih voda, kao i njihova količina, zavise od intenziteta rada klani nih pogona, funkcionalnosti tehnoloških segmenata i procesa finalizacije, pa može znatno da varira, ne samo po danima, nego i u toku jednog proizvodnog dana.

Kvalitet ispuštenih otpadnih voda u recipijent zavisi kako od kvaliteta ulazne otpadne vode u sistem za prečišćavanje, tako i od funkcionalnosti i tipa sistema, vremena njenog zadržavanja u sistemu, kao i konkretnih uslova sredine, odnosno lokacije na kojoj se pogon nalazi. Sastav i tip postrojenja za obradu,

Adresa autora: Milan Božović, Univerzitet u Prištini,
Prirodno-matematički fakultet, Kosovska Mitrovica, Ivo
Lole Ribara 25, m.bozovic@afrodita.rcub.bg.ac.rs

Rad primljen: 24.12.2016.

Rad prihvaćen: 09.01.2017.

odnosno pre i \check{s} avanje otpadnih voda klani ne industrije zavisi od tehnološkog procesa u klanici, na ina vršenja klanja i vrste životinja, na ina pripreme i obrade mesa, stepena finalizacije tehnološke obrade, prerade i pakovanja sa jedne strane, kao i ekoloških karakteristika prijemnika – recipijenta sa druge strane.

Recipijent je veoma bitan faktor, obzirom na nivo kvaliteta do kojeg otpadna voda mora biti pre i \check{s} ena da bi bez posledica mogla biti ispuštena u recipijent, i sa higijensk-sanitarnog i sa ekološkog aspekta.

Unapre enje rada sto arskih farmi pra eno je izgradnjom manjih, lokalnih mini klanica, u kojima se, pored klanja, vrši samo gruba obrada. Tako e, razvoj privatne inicijative u novije vreme uslovalo je izgradnju ve eg broja mini klanica, u kojima se pored klanja i grube obrade vrši i finalizacija tehnološkog procesa obrade mesa, ali u veoma malom obimu, što ne mora da zna i i smanjenje koli ine otpadnih voda i sredstava za pranje prostorija i tehnoloških linija. Izgradnju tih malih klanica neminovno mora pratiti i izgradnja postrojenja za obradu, odnosno pre i \check{s} avanje njihovih otpadnih voda. Naj e \check{s} e su to samo sistemi za predtretman, obzirom da se smatraju dovoljnim za klani ni proizvodni program manjeg obima, što je sasvim pogrešno i neprihvatljivo, kako sa sanitarno – higijenskog, tako i sa ekološkog aspekta.

Tabela 1. Stepen optere enja klani nih otpadnih voda

Parametar	Jed. mere	Rusija	SAD	Hungary
pH	ml	7,1 – 7,8	/	7,5
IMHOFF -30'	mg/l	1,7 – 2,9	/	10 – 12
Suspend. materije	mg/l	800 – 2.000	840	550 – 650
Etarski ekstrat	mg/l	200 – 500	720	100 – 120
HPK	mg/l	1.800 – 2.300	/	/
BPK5 (talož. mater.)	mg/l	900 – 1.250	1.300	800 – 900
BPK20 (talož. mater.)	mg/l	1.350 – 1.700	/	/
Hloridi	mg/l	655 – 1.000	1.220	/
Ukupan N	mg/l	96 – 140	104	145
Ukupan P	mg/l	/	31	15 – 20

2. MATERIJAL I METODIKA

Rade i na ispitivanju funkcionalnosti sistema za predtretman otpadnih voda jedne mini klanice, uo en je ve i broj grešaka kako pri prostornom planiranju i samom projektovanju, tako i pri realizaciji tog projekta.

Sistem za predtretman klani nih otpadnih voda jedne mini klanice sastojao se iz slede ih segmenata:

- Grube rešetke, na kojoj su se izdvajale sve grublje vrste materije, koje su se nalazile u otpadnoj vodi. Povremeno se istila ru no i sadržaj je odlagan u kontejner;
- Fine rešetke sa automatskim i \check{s} enjem, na kojoj su iz otpadne vode odstranjivane ne isto e manje granulacije “šljama”, koje su tako e odlagane u kontejner; aerisanog peskolova – mastolova u kojem su iz otpadne vode izdvajani pesak i masno e. Zemlja, pesak i drugi materijali kao teži padaju na dno peskolova, a ubacivanjem vazduha masno e isplivavaju na površinu i slivaju se u bazen mastolov i egalizacionog bazena sa poludnevnom zadržavanjem i mešanjem vazduhom, gde su se otpadne vode, oslobodjene dela suspendovanih materija, oboga ivale vazduhom i ujedna avale po svom kvalitetu. U tom bazenu otpadne vode su se zadržavale do njihovog narednog tretmana, pri emu se vazduh kompresorom uduvavao preko plasti nih perforiranih cevi, montiranih na dnu bazena.

Predvi eno je da otpadna voda nakon prolaza kroz navedene faze predtretmana ima slede e karakteristike:

Suspendovane materije 30 mg/l
pH 7,5 – 8,5
BPK₅ < 300 mgO₂/l

Ostali parametri su - u granicama za komunalne otpadne vode.

Me utim, prilikom ispitivanja funkcionalnosti sistema za predtretman u dužem vremenskom periodu (petodnevnom) nisu se mogle dobiti ni utvrditi kvalitativno kvantitativne karakteristike predvi ene projektom. Najbolji uvctx postignuti kvalitet otpadne vode u toku ispitivanja funkcionalnosti postoje e sistema za predtretman bio je:

Suspendovane materije 105 mg/l
pH 7,29
BPK₅ 845 mgO₂/l

Ostali parametri su van granica za komunalne otpadne vode. Obzirom na injenicu da radom postoje eg sistema nije postignuta projektovana tehnološka funkcionalnost i da nije postignut odgovaraju i kvalitet otpadne vode, izvršena je izmena tehni kih rešenja, rekonstrukcija postoje ih segmenata, i ugradnja sistema

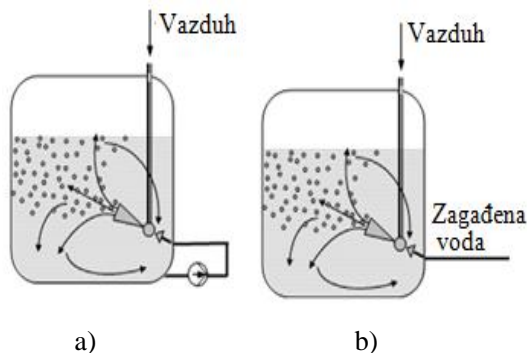
ejektor – pumpa sa prethodno definisanim parametrima u skladu sa tehnološkim procesima obrade.

Pored ugradnje ejektora i pumpe za efikasniji rad sistema za predtretman, rekonstruisani su i sistemi za odvajanje grubih i finih nečistoća, bazeni peskolov i mastolov, kao i kompletan sistem za aeraciju.

Nakon izvršene rekonstrukcije i ugradnje pumpe sa namenskim tehnološki definisanim i tehničkim rešenjem ejektora, izvršeno je uzorkovanje otpadnih voda pod različitim režimima rada i na osnovu fizičko-hemijskih analiza data je ocena stepena zagađenosti otpadnih voda u skladu sa Pravilnikom o opasnim materijama u vodama, Pravilnikom o tehničkim i sanitarnim uslovima za upuštanje otpadnih voda u gradsku kanalizacionu mrežu, kao i Uredbom o klasifikaciji voda. Fizičko-hemijska i bakteriološka ispitivanja klaninoh otpadnih voda obuhvatila su specifične i najvažnije indikatore zagađenosti voda, koji su od higijenskog, ekološkog i tehničko-tehnološkog značaja za određivanje funkcionalnosti sistema za predtretman klaninoh otpadnih voda.

3. TEHNIKO-TEHNOLOŠKO REŠENJE – AERACIJA EJEKTORIMA

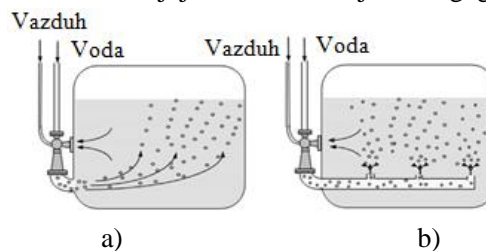
Na slikama 1. a) i b), 2 a) i b), i 3, [10], su prikazana neka rešenja sistema za aeraciju, koji koriste ejektore.



Slika 1 - Šaržna aeracija a) i aeracija u jednom prohodu b)

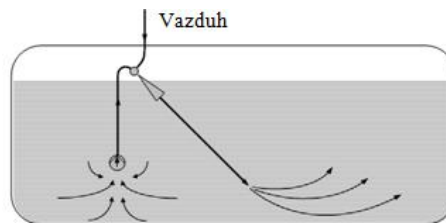
Ejektorski aeratori rade na istom principu kao i ostali ejektorski uređaji. Za rad koriste energiju ulaznih fluida (vodu). Pogonski fluid (voda) sa velikom brzinom ulazi u predkomoru ejektora, u kojoj se sudara i meša sa usisanim fluidom (vazduh). Usled različitih brzina strujanja pogonskog i usisavanog fluida, dolazi do razbijanja oba fluida u najsitnije čestice, sa velikom međusobnom aktivnom površinom dodira. Velika međusobna aktivna površina dodira dovodi do brze razmene energije, brze apsorpcije i rastvaranja vazduha (kiseonika). Rastvoreni kiseonik ulazi u reakciju sa rastvorenim gvožđem, manganom i drugim rastvorenim mineralima, gradeći soli koje taloženjem ostaju na dnu sudova ili kanala. Rastvoreni kiseonik

tako ulazi u reakciju i sa drugim prisutnim elementima i jedinjenjima. Ejektorskim ubacivanjem vazduha vrši se prođuvavanje zagađene tečnosti, kojim se donekle odstranjuju metan, amonijak i drugi gasovi.



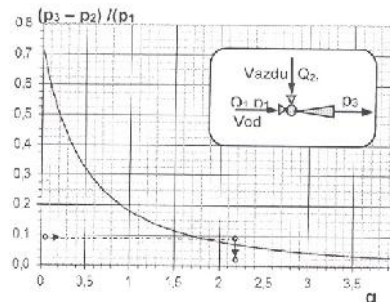
Slika 2 – a) kombinovana aeracija i b) kombinovana aeracija sa sistemom za raspodelu u bazenu

Najefikasniji i najjeftiniji na inobogađivanje vode sa kiseonikom je primenom ejektorskih aeratora je prikazan na slici 3. Pogonska voda se u ejektor dovodi pomoću motornih pumpi, elektro-pumpi ili iz vodovoda.



Slika 3 - Šaržna aeracija

U ejektoru se sa pogonskom vodom usisava i meša vazduh, a potom potiskuje prema izlazu iz ejektora. Manji deo usisanog vazduha se rastvara u pogonskoj vodi do stepena zasićenja, a preostali veći deo neapsorbovanog vazduha potiskuje se podvodno u okolni prostor bazena. Podvodno dovedeni višak usisanog vazduha barbotiranjem, sa sitnijim i većim mehurima, izlazi na površinu vode. Mehuri i vazduh, na svom putu prema površini vode, dolaze u dodir sa vodom koja nije prošla kroz ejektor, mešaju se sa njom i pri tome se vrši dodatna apsorpcija vazduha, odnosno kiseonika. Upotrebljavaju se za protoke i do nekoliko stotina m^3/h , za različite temperature i za male i relativno visoke izlazne pritiske. Zapreminski odnos vazduh-voda kreće se u granicama od 0 do 3,5.



Slika 4 - Zavisnost odnosa pritiska od odnosa zapreminskih protoka

Na dijagramu na slici 4, [9], prikazana je zavisnost odnosa razlike pritisaka od odnosa zapreminskih protoka vazduh/voda, prema izrazu:

$$q=Q_2/Q_1 (m^3vazduha /m^3vode) \quad (1)$$

4. REZULTATI FIZI KO-HEMIJSKIH ANALIZA

Uzorkovanje otpadnih voda iz sistema za predtretman vršeno je više dana, pri čemu se u analizama krenulo od postojećeg stanja otpadne vode u sistemu za predtretman, a zatim u zavisnosti od intenziteta rada klanice, kao i režima rada rekonstruisanog sistema sa tehničkim rešenjem ejektor – pumpa, izvršena je analiza veće broja pojedinačnih, ali i kompozitnih uzoraka otpadnih voda. Uzorkovanje je vršeno svakih 30 minuta u periodu od početka do završetka rada klanice, a zatim je formiran kompozitni uzorak otpadnih voda. Na kraju procesa proizvodnje i slivanja svih otpadnih voda u sistem za predtretman, izvršeno je uzorkovanje iz sistema za prečišćavanje. Kvalitet je proučavan u kontinuitetu, da bi, već na kraju trećeg dana funkcionisanja novog tehničko-tehnološkog rešenja, dobijen kvalitet koji je bio ispod projektno zahtevanog. Od kompletnih analiza svih parametara koje zahteva ovaj tip otpadnih voda, prikazani su samo oni parametri u tabeli 2 koji definišu funkcionalni kvalitet primenjenog tehničko-tehnološkog rešenja ejektor – pumpa.

Uzorkovanja izvršena prvog dana:

- uzorak br. 1 kvalitet postojećeg otpadne vode u sistemu za prečišćavanje;
- uzorak br. 2 kvalitet otpadne vode kompozitnog uzorka;

Tabela 2. Rezultati fizičko-hemijskih analiza

Parametar	Dimenzije	Uzorak					
		1	2	3	4	5	6
Suspend. materije	mg/l	705	-	140	175	75	30
Utrošak KMnO ₄	mg/l	2.938,	5.191	3.444	2.022	1.148	1.180
HPK	mg O ₂ /l	2.746	3.770	2.482	1.992	1.832	629
BPK ₅	mg O ₂ /l	1.490	3,100	2.150	780	820	270

Taloživost suspendovanih materija je bila nezatna, što je uslovljeno promenom sistema sakupljanja krupnijih primesa i otpadnog materijala na rekonstruisane rešetke i mreže.

Radom pumpe otpadna voda iz egalizacionog bazena se kroz ugrađeni ejektorski sistem prebacuje u bazen mastolov, pri čemu se obogaćuje vazduhom, a time i potrebnim kiseonikom, što je uslovljavalo znatno bolju aeraciju u odnosu na prethodni sistem

- uzorak br. 3 kvalitet otpadne vode iz sistema za prečišćavanje nakon slivanja sirovih otpadnih voda posle završetka proizvodnje u klanici i puštanja u rad tehničko rešenja ejektor – pumpa (sa kraćim prekidima rada, sistem je radio šest sati).

Uzorkovanja izvršena drugog dana:

- uzorak br. 4 kvalitet otpadne vode u sistemu za prečišćavanje pre početka rada klanice i puštanja sistema ejektor – pumpa u rad;
- uzorak br. 5 kvalitet otpadne vode u sistemu za prečišćavanje posle završetka procesa proizvodnje i režima od 3 sata rada sistema ejektor – pumpa (jedan sat u toku procesa proizvodnje i dva sata na kraju procesa proizvodnje).

Uzorkovanja izvršena trećeg dana:

- uzorak br. 6 kvalitet otpadne vode u sistemu za prečišćavanje pre početka rada klanice i puštanja sistema ejektor – pumpa u rad.

Količina otpadnih voda, odnosno potrošnja sanitarnog vode, zavisi od intenziteta rada klanice i u ispitivanom periodu kretala se od 6 – 9 m³ vode.

Kompozitni uzorak sirove otpadne vode sa injen polu asovnim uzorkovanjem u toku dnevnog perioda rada klanice je sa karakterističnim mirisom na krv, jarko crvene boje i ima pH vrednost 7,20.

Veoma visoka potrošnja kalijum permanganata (KMnO₄-5.191. mg/l), kao i kiseonika kod parametara hemijske potrošnje kiseonika (HPK - 3.770,3 mgO₂/l) i biološke potrošnje kiseonika (BPK₅ – mg O₂/l) odražava visok stepen zagađenosti ovih otpadnih voda.

kompresorsko uduvavanje vazduha). U bazenu mastolovu je znatnije izraženo penušanje vode (daleko više nego kod prethodnog stanja), čime je povećana efikasnost odstranjivanja masnih nečistoća iz otpadne vode, što u znatnoj meri umanjuje stepen zagađenosti. Masnoće se prelivaju u za to poseban bazen i odvajaju u dosta istijem stanju, što otvara mogućnost njihove dalje prerade u određene vrste maziva. Trećeg dana (posle odležavanja vode u sistemu za prečišćavanje

nakon prethodnog rada sistema ejektor – pumpa od samo tri sata, jedan sat u toku procesa proizvodnje i dva sata nakon procesa proizvodnje), pred po etak rada klanice, dobijen je kvalitet otpadne vode koji po MDK-a (maksimalno dozvoljenim koncentracijama) zadovoljava kriterijume po kojima je dozvoljeno njihovo upuštanje u kanalizacionu mrežu i podvrgavanje drugim oblicima tretmana. Efikasnost primenjenog tehni kog rešenja ejektor – pumpa je veoma velika i svakako bi se mogli postići i još bolji rezultati aeracije, što bi doprinelo i značajnijem smanjenju parametra BPK₅, ne samo u ovom tipu otpadnih voda, nego i u drugim.

5. ZAKLJUČAK

Obzirom na značaj oštećenja prirodnog kvaliteta životne sredine, kao i potpuno sprečavanje stihijskog izlivanja neprečišćenih ili delimično prečišćenih klaninih otpadnih voda u prirodne prijemnike – recipijente, neophodno je razmotriti sve moguće oblike njihove obrade i prečišćavanja i primeniti najkvalitetnije. Otpadnu vodu je neophodno prečišćavati do kvaliteta koji ni po jednom parametru ne ugrožava karakteristike recipijenta i neophodna je redovna kontrola funkcionalnosti primenjenog tehničkog rešenja. Rad tehničkog sistema ejektor – pumpa se pokazao veoma efikasnim u različitim uslovima i režimima rada u sistemu za predtretman klaninih otpadnih voda. Njihova primena može biti veoma značajna u sistemima za obradu i prečišćavanje različitih tipova otpadnih voda, naročito za obradu otpadnih voda malih agroindustrijskih privrednih subjekata.

LITERATURA

- [1] Božovi RM, Possibilities of using of Wastewaters in agriculture - an analysis, Of The Banat Region Water Quality *The Waste Water Treatment Technologies and Water Quality Management in Tamis river Watershead*, p. 93-103, BSB Engineering and Research Institute for Waste Water Treatment - Bucuresti Romania 1995.
- [2] Božovi M, Konstrukcija pilot postrojenja za biotretman agroindustrijskih otpadnih voda i optimalizacija tehnološkog procesa obrade zbirnih otpadnih voda PKB-a, Projekat Ministarstva za nauku i razvoj Republike Srbije - S.3.0283, 1995.
- [3] Božovi R. M, Tehnološko unapređenje obrade otpadnih voda mlinske industrije, Ekotehnološka studija "Žitomlin" Beograd, 1993.
- [4] Božovi RM, Tehnološki proces prerade svinjskog stajnjaka u sistemu za biogas - rekonstrukcija i optimalizacija rada farme svinja "Vizelj", Projektomontaža N° 3116., Padinska Skela 1992-1993.
- [5] Božovi R. M, Petrovi Lj, Tehnološka studija - rekonstrukcija sistema za prečišćavanje otpadnih voda klanice Ratari i optimalizacija rada sistema, PKB "Dragan Markovi" - Ratari – Obrenovac, 1993.
- [6] Božovi RM, Tehnološki proces separacije otpadnih voda pogona "Mašinac", rekonstrukcija taložnika i projektovanje taložno - separacionog sistema, PKB "Dragan Markovi" - Ratari – Obrenovac, 1993
- [7] Božovi R. M, Otpadne vode mlinske industrije, *Voda i sanitarna tehnika, God XXIV, br. 1-2 str. 41-43*, Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo, Beograd, 1994
- [8] Božovi R. M, Joci S, Otpadne vode mlinske industrije sa ekološkog aspekta *Jugoslovenska konferencija Zaštita voda 93. str. 195-199.*, Aran elovac, 1993
- [9] Božovi RM, Babi D, Joci S, Primena ejektora u sistemu za predtretman klaninih otpadnih voda, Otpadne vode iz prehrambene proizvodnje i industrije, Zbornik radova, str. 25-32, *Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo*, Kikinda, 1993.
- [10] A & Lj. Petrovi, *Ejektor*, Beograd, ETA, 2009.
- [11] Božovi M, Otpadne vode mlinske industrije, Otpadne vode iz prehrambene proizvodnje i industrije, Zbornik radova, str. 133-136, *Udruženje za tehnologiju vode i sanitarno inženjerstvo*, Kikinda, 1993
- [12] Božovi M. Ekološki kapacitet i (ne) opravdanost ispuštanja otpadnih voda, Jugoslovenska konferencija Zaštita voda 96, Zbornik radova, str. 480-486, *Ulcinj, Jugoslovensko društvo za zaštitu voda*, Beograd, 1996
- [13] Bozovic RM, Ekološki problemi u prehrambenoj industriji, Chemical Industry, *Journal for Chemistry Engineering and Technology*, Vol 56. str. 191-197. Savez hemijskih i tehnoloških Jugoslavije, THM-Beograd, 2002.

SUMMARY

TECHNOLOGICAL PROCESSING WASTE WATER USING THE DRESSING THE EJECTOR SYSTEM FOR PRETREATMENT

Slaughter industry produces large amounts of waste water, which endanger and degrade the natural recipients - recipients, given that the waste wodenaj eš e discharged without any form of treatment or purification. Wastewater slaughter industry carry faeces, straw, unprocessed animal feed, various stomach secretions, blood, fat, a variety of solid waste and other organic matter present. Many applied technical and technological solutions in order to prevent harming the recipients are not given adequate results from the ecological aspect. The reconstruction of a system for pre-treatment and slaughter waste water by applying technological solutions ejector - pump, not only have obtained good results required by the project, but also pointed to the possibility of their use in many types of agro-industrial waste water, especially with the growing number of small agro-industrial drive .

Key words: wastewater, slaughterhouse, ejectors, aeration, oxygen, ecology, recipient