

XI 7 628.3 664 1

ODPADNÍ VODY Z CUKROVARŮ

V. KUBELKA, V. KOŘÁN

Ústav pro chemickou technologii vody Slovenskej vysokej školy technickej v Bratislave

Cukrovary produkují v době kampaně veliké množství odpadních vod, neboť skoro všechna použitá voda se mění ve vodu odpadní — mimo vodu odpařenou a vodu, která z cukrovaru odchází v řízkách a kalech, jak o tom bude podrobněji pojednáno v dalších odstavcích. *Hotový výrobek cukrovaru neobsahuje žádnou vodu.*

Na výrobu cukru z řepy se potřebuje podle místních poměrů bez cirkulace 1700—1800% vody z váhy převzaté řepy. To znamená, že průměrný střední cukrovar, který zpracuje 10 000 q řepy denně, potřebuje denně až 18 000 m³ vody.

Tolik vody spotřebuje pro zásobování obyvatelstva město se 180 000 obyvatel při dodávce 100 l vody denně pro jednoho obyvatele. Největší naše cukrovary, které zpracují 30 000 q i více řepy denně, potřebují podle toho tolik vody denně, jako město s půl milionem obyvatel. To je ovšem pro naše poměry maximální spotřeba, neboť některé cukrovary vodou šetří, používajíce jí při některých operacích několikrát po sobě.

Odpadní vody odtéká vždy z cukrovaru méně, nežli bylo vody spotřebováno, neboť značné množství vody se při výrobě odpaří. Mimoto nastávají ztráty vody i v různých čistících zařízeních, na př. při vyvážení vodnatých kalů z usazovacích čistíren a pod., jak se o tom zmíníme ještě podrobněji. Tab. 1 udává množství hlavních odpadních vod odtékajících z jednotlivých oddělení cukrovaru podle čs. směrných průměrů [2].

Tab. 1. Složení cukrovarských odpadních vod podle [2]

druh vody	% z řepy	% z celkové vody	rozpuštěné sušiny v mg/l		
			celkové	anorganické	organické
řízkové	185	11,1	2000	1000	1000
řepné	700	42,1	800	320	480
praní CO ₂	26	1,6			
technické	750	45,0	600	200	400
praní plachetek, mytí a j.		0,2	3500	1900	1600

Poznámka:

Vše, co bude řešeno níže, platí pouze, pokud zůstane v cukrovarech difusní soustava založená na dnešním principu (Robert). Při eventuální změně způ-

sobu těžení šťávy z řepy na jiném principu (jako na př. soustavy Berge, Silver, Reis, Frinta, dr. Ptáček a m. j.) byly by vodní poměry v této stanici podstatně jiné. Jelikož tak dalekosáhlé změny nelze v cukrovarství v blízké budoucnosti očekávat, je pro naše úvahy směrodatným dnešní princip difusní stanice.

Voda spotřebovaná v cukrovaru se mění na tři druhy odpadní vody, a to na:

1. vody z manipulace řepy, použité na splachování řepy z vagonů, plavení řepy a j. manipulace až po praní v pračkách. V dalším budou nazývány stručně „vody řepné“ Bývá jich celkem podle druhu manipulačních zařízení asi 700—1000% z váhy řepy;

2. vody kondenzační, z ohřivacích těles, chladicích, brýdové, z barometrické kondensace a j. technických operací nazýváme dále stručně „vody technické“ Bývá jich 500—700% z váhy řepy;

3. odpadní vody z vlastního výrobního procesu, t. j. z vyluhování řízků (z difuse), od vyplachování difuserů, z lisů na řízky, od praní plachetek, z lavérů saturačních plynů nazýváme dále souhrnně „vody řízkové“. Bývá jich kolem 200% z váhy řepy.

Dříve všechny cukrovary měly — a z větší části i nyní ještě mají vybudované kanalisace tak, že všechny popsané tři druhy odpadních vod se svádějí do

Tab. 2. Složení vody v řece pod cukrovarem

místo odběru	nad městem pod cukrovarem		pod městem	
	před kampaní	v kampani	před kampaní	v kampani
veškerý kal mg/l	27,4	17,4	22,0	74,5
veškeré rozpustné látky mg/l	410		446	534
anorganické rozpustné látky mg/l	315	230	326	221
organické rozpustné látky mg/l	95	325	120	313
oxydatelnost mg/l	3,1	132,0	9,0	79
ion Cl' mg/l	11,5	12,3	20,2	19,5
alkalita ml 1,0 N-HCl na 100 ml	7,0			5,3

společného sběrače, v němž se smísí, a vzniklá „celková odpadní voda“ se pak vypouští do řeky anebo do nějaké čisticí stanice. Obvykle se čistí pouhou průtokovou sedimentací, složenou z kanálů, v nichž se usadí nejhrubší kal, jímž pak proudí voda do řeky. Jaké závady působí takto „vyčištěná“ odpadní voda v řece, ukazuje tab. 2 vzatá z konkrétního šetření v jednom cukrovaru.

Obsah rozpustných organických látek jakož i oxydovatelnost vody v pozorované řece pod cukrovarem dosahují v kampani takových hodnot, jaké nalézáme u ne-zředěných, nečištěných odpadních vod cukrovarských i městských splašků.

Tato řeka se stává v době kampaně kanálem, kterým tekou odpadní vody, zředěné jen částečně říční vodou — když totiž korytem řeky vůbec nějaká přirozená voda protéká. A to kanálem nedokonalým, z něhož nečistoty prosakují do půdních vrstev do nekontrolovatelné hloubky i šířky. Tato závada není srátkodobá, t. zn. jen kampaňová, jak by se zdálo ze srovnání analys říční vody v kampani a mimo kampaň. Bylo by nesprávné domnívat se, že po ukončení dvouměsíční nebo tříměsíční kampaně závady naráz přestanou, protože voda v řece jeví se pak čistší. Koryto řeky není nepropustný kanál; říční voda prosakuje z koryta do okolních půdních vrstev, zanáší do nich postupně stále do větší hloubky a šířky organické látky, které jsou v ní rozpuštěny, a tím zamořuje v době kampaně pozvolna rok od roku více i ony spodní vrstvy půdy, v nichž se tvoří a v nichž proudí spodní vody, které napájejí studny v povodí řeky. Podle geologické povahy, chemického složení a mechanických vlastností půdních vrstev a podle jejich samočisticí kapacity projevuje se pak i po kampani toto znečištění půdy zhoršením jakosti studničních vod v blízkém i vzdáleném okolí řeky. Může se stát, že po řadu let zamoření půdních vrstev zůstává nepatrné, anebo že zhoršování jakosti studniční vody postupuje velmi pomalu, skoro nepozorovatelně; v určitém období může však toto zamoření půdy mít i náhlý až katastrofální účinek, když na př. následkem poklesu nebo stoupnutí hladiny spodních vod nebo následkem změny směru jejich proudění v půdě¹ atd. zasáhne proud spodní vody zamořené půdní vrstvy. Tomuto nebezpečí je vystaven za dnešních poměrů stále celý kraj okolo řeky pod cukrovarem. Proto je úkolem vodohospodářského plánu kraje, aby pamatoval na tyto okolnosti a podle možnosti zneškodnil zdroje tohoto nebezpečí. A to tím spíše, že dnešní pokrok ve výzkumu zneškodňování odpadních cukrovarských vod již umožňuje vyčištění těchto vod tak dokonalé, že se jím popisované závady odstraňují.

První snahou při zlepšování vodních poměrů na řekách pod cukrovarem musí být lepší hospodaření s vodou při výrobě. Nejdůležitějším zlepšením by

¹ Bývá to následkem sucha nebo prudkého, velikého odběru spodní vody nějakým mohutným vodním dílem nebo velkými zemními pracemi.

bylo sníženi množství spotřební vody pro provoz a tím též zmenšení množství odpadových vod. Tím by se zároveň zmenšil odběr vody pro cukrovar ze zdrojů vody spodní i povrchové a zmenšilo by se ochuzování kraje o značná množství čisté vody, která by zůstala v čistém stavu k dispozici ostatním spotřebitelům vody. Konečným ideálem by bylo, aby dílčí odpadní vody byly recirkulovány v cukrovaru tak dokonale, že by pro vlastní technologický cukrovarský proces nebylo zapotřebí žádného přidávání cizí čisté vody, neboť s hlediska látkové bilance je možno považovat technologický proces výroby cukru za vodohospodářsky soběstačný.

Bilanci celkové vody přijaté do cukrovaru a vody vyšlé a ztracené lze sestavit asi podle tab. 3. Je z ní vidět, že cukrovar je i při sušině vylisovaných řízků 8% vodohospodářsky aktivní, tedy zvětšuje o něco málo množství vody v odpadu. Řepa přichází do výroby s tak vysokým přirozeným obsahem vody, že vlastní výroba cukru vystačí teoreticky s touto vodou, aniž by potřebovala přívod vody z cizích zdrojů.

Tabulka 3

voda odpadající		voda přivedená
voda došlá v řepě		‰ z váhy řepy
voda ve vylisovaných řízkách (8% sušiny) 65% řízků \times 0,92	60,0‰ z váhy řepy	
voda v saturačním kalu 7% \times 0,5	3,5	
voda v ‰ melasy 0,17	0,7	
v kondenzačním okruhu přibývá vody	20,0‰	
za ochlazení kondensovaných vod ubývá vody		20‰
odpar do vzduchu při vytáčení v kryst. cukru	1,3	
výpar ze šťávy	4,0	
	89,5‰	95‰
přebytek vody		5,5‰

Tento přebytek nemá praktického významu, protože sotva kryje ztráty do vzduchu výfuky, syčáky, ucpávkami atd.

Rozebereme nyní možnosti úspor na spotřebě vody podle jednotlivých druhů vod, jak byly popsány výše.

Uspořit lze veliké množství vody proti dnes obvyklé spotřebě; základní podmínkou však je, aby popsané druhy vod byly po celou dobu výroby přesně

od sebe odděleny. To znamená, aby voda z okruhu řepného nebyla míšena s vodou z okruhu vod řízkových, a aby do vod technických nebyla přimíchávána znečištěná voda z ostatních dvou okruhů.

Je-li vhodným vedením vody (kanalisací) docíleno dokonale tohoto oddělení tří vodních okruhů od sebe navzájem, bude možno vhodnou úpravou každé jednotlivé vody docílit úplné recirkulace vody v každém okruhu.

Okruh vod řepných

Zahrnuje v sobě vody na plavení a manipulaci řepy.

Tyto řepné vody mohou a měly by být podrobeny úplné recirkulaci tak, aby se vůbec nedostávaly do veřejného toku; jelikož je již dokonale známa technika, jak toho dosíci, je tato zásada přímým příkazem. Těchto vod je zapotřebí veliké množství a jejich dokonalá recirkulace znamená ohromnou úsporu ve spotřebě vody v cukrovaru. Recirkulace odpadních vod řepných se umožní jejich úpravou po použití (čištěním), které se skládá z těchto složek:

a) dokonalé zachycení hrubých látek organických a anorganických pocházejících z řepy (kořínky, drobné řepy, úlomky řepní, části listů řepy a plevelů, kameny, písek, železné a jiné předměty); bývá jich celkem asi 1% z váhy řepy, z čehož je 0,8—0,9% větších kořínků s 10% cukru, které lze vrátit do výroby a získat z nich cukr;

b) oddělení hlinitého kalu z řepné vody sedimentací;

c) ochrana cirkulující vody proti rozkladu organických látek.

Úkol a) je bezpečně a úplně splnitelný na moderních třasadlech, povlečených děrovanými plechy s úzkými otvory, asi \varnothing 2—4 mm, jakož i gravitačními lapači kamenů a písku, zapojenými před těmito třasadly.

Úkol b) je splnitelný dobrou sedimentací.

Úkol c) je splnitelný přidávkem chemických činidel, v první řadě vápna.

Malé množství rozpustných organických látek je pro recirkulaci nezávadné; lze je eventuálně ještě snížit biologickou cestou. Prozatím se zabýváme pouze uvedenými třemi stupni úpravy, které nejsou dosud v cukrovarech důsledně provedeny.

a) *Třasadla*. Převážná většina cukrovarů jich dosud nemá. Hrubé rostlinné části se z řepných vod nezachycují buď vůbec, anebo se voda cedí pouze řídkými síty, na nichž se nezachycuje skoro nic. Zavedením třasadel se poměry podstatnělepší. Efekt zachycování unášených látek organického původu rostlinného na děrovaném plechu o \varnothing otvorů 2 mm ilustrují tyto údaje: Ze všech látek zachytitelných papírovým filtrem zadržel při provozu jednoho cukrovaru v Čechách děrovaný plech na rychloběžném třasadle ($n = 450/\text{min.}$)

61%. Co prošlo, byly převážně jen hlinité součásti a písek. Pro srovnání uvádíme, že na děrovaném plechu z cukrovarských odstředivek bylo zachyceno 80,8% unášených pevných hmot, při děrování $0,3 \times 4,0$ mm. Bylo zjištěno, že odstředivkové síto zachytilo více *hlinitých* částic. Děrování o \varnothing 2 mm a eventuálně i 3—4 mm pro úpravu vody před sedimentací úplně postačí. Množství zachycených hrubých rostlinných částic je závislé na způsobu manipulace řepy. Jeden střední cukrovar při zpracování 586 000 q řepy zachytil za kampaň 4750 q hrubých kořínků a vyrobil z nich 385 q cukru a 3467 q řízků [2].

Odstranění těchto organických úlomků a odpadků přijde k dobru usazovací stanici (viz odstavec b), jejíž činnost se tím odlehčí, t. zn. jejíž efekt bude pak vyšší. Výhodou třasadel je dále, že úlomky rostlinných organických částic se odstraňují před počátkem rozkladu, čímž se zmenší vyluhování řepných šťáv z nich.

Organické úlomky zachycené na třasadle zpracují se pak po třídění částečně na cukr, což znamená zachránění určité části cukru, t. j. suroviny, částečně na krmivo nebo hnojivo, čímž se zachraňují zemědělsky cenné látky před zkázou.

b) *Odstranění jemných anorganických vzplývavých látek*, hlavně hlinitého kalu lze docílit v usazovacích stanicích různých systémů. V našich cukrovarch se dnes používá usazovacích jam opatřených odstraňováním kalů na př. způsobem Borsigovým. Tyto stanice mají několik úseků, z nichž v každém jsou obyčejně 3 usazovací kanály se šikmými dny a kalovými žumpami, z nichž se odvádí kal výtlačným potrubím mimo obvod továrny. Surová voda přitéká žlabem po jedné straně kanálu a odtéká přetokem žlabem na druhé straně. Hloubky kanálů bývají 300—500 cm, z toho bývá kalová žumpa asi 100 cm. Z celkového obsahu celého usazováku bývá asi $\frac{1}{2}$ kalového prostoru, kdežto účinný prostor vodní bývá rovněž asi $\frac{1}{2}$.

Před vstupem odpadní vody do prvního usazováku se do ní obyčejně přidává vápenné mléko. Tím se částečně zabraňuje kvašení a hnití zbylých organických látek ve vodě a urychlí se sedimentace srážením některých koloidů. Vápno se obyčejně přidává bez zachování určitých pravidel, ba i množství vápenného mléka se volí „podle oka“. Účinnost takových moderních usazovacích kanálů bývá obyčejně velmi dobrá, hlinitý kal se z vody odstraní skoro úplně. Mnohé cukrovary však používají dosud s oblibou jednodušších usazováků *průtokových*, z nichž se kal pravidelně neodstraňuje. Bývá to soustava několika usazovacích *betonových nádrží, jimiž proudí voda přes přepadové hrany*, které se postupně snižují; hloubka bývá 1—2 m, kal se nechá usazovat až do výšky 1,5 m, načež se nádrž má vypnout, vyprázdnit a vyčistit. Poměr obsahu prostoru kalového a účinného prostoru vodního je obyčejně velmi špatný.

často se nechává kal nahromadit tak, že celé nádrže jsou zaneseny kalem a voda skrze ně pouze protéká, strhující s sebou i kal už usazený, nebo zkvášený atd. Několik málo cukrovarů provádí své odpadní vody dvěma sedimentačními stupni. Takové kombinované usazovací mívají velmi dobrý efekt, odstraňují jemného vzplývavého kalu často až 95%, počítá-li se obsah filtrovatelných nerozpustných látek za 100%. Příklad z jednoho cukrovaru je uveden v tab. 4. Nevýhodou takových čistících stanic však je, že neodstraňují z odpadních vod žádné látky rozpustné, organické, ani anorganické, pokud se tyto nesrážejí při slabém vápnění vod před usazovákem; zejména organické rozpustné cukry i látky dusíkaté zůstávají ve vodě i po projití čistící stanicí, takže i když odtékající voda neobsahuje podstatné množství kalů, obsahuje zbytky hnilobných a zkvasitelných rozpustných organických nečistot.

Z uvedených skutečností plyne, že dnešní usazovací stanice v cukrovarech jsou zařízení, která postačují pouze pro vody znečištěné nerozpustnými kalovými látkami (hlínou, kořínky atd.). Proto se nesmějí do okruhu řepných vod, které se v usazovacích čistí, aby mohly být znovu používány, vpouštět žádné vody obsahující organické rozpustné látky (na př. vody z okruhu řízkového). Zachová-li se tato zásada, pak lze řepné vody sedimentací vyčistit tak dokonale, že je lze úplně recirkulovat a používat k pracím v řepném okruhu nepřetržitě po celou dobu kampaně.

Tabulka 4

z celkových nečistot obsažených v odpadních vodách se odstraní v dobré sedimentační stanici v %:		
	suchém roce	v deštivé kampani
celkového kalu	96,7	98,0
anorganického kalu	98,1	98,6
organického kalu	92,0	94,8
celkových rozpustných látek	29,1	15,7
anorganických rozpustných látek	31,4	17,1
organických rozpustných látek	27,7	13,2
úbytek oxydovatelnosti	17,8	12,8

Důsledně je doporučitelno při recirkulaci řepné vody dbát na postupnou deterioraci vody, t. zn. nejčistší vody používat nejprve pro nejchoulostivější operaci v dotyčném okruhu a odtud odpadající vody používat pro méně choulostivé operace atd. Na př. na praní řepy se použije vody nejčistší, tato pak přijde na plavení řepy z mokré mechanické skládky a odtud teprve pro spla-

chování došlé řepy. Je nepřipustné podle tohoto principu, abychom na př. čistou vodou prováděli hydraulické skládání řepy z vagonů (elfování).

Tyto technicky dobře vyhovující usazovací jámy a kanály mají však vážné nevýhody s hlediska moderní *organísace provozu*.

Ve výhledu na budoucí vývoj zařízení na čištění odpadních vod a úpravu vody vůbec uplatňuje se stále více snaha, aby veškerá příslušná aparatura byla soustředěna pokud možno do výrobního, tedy do *pravidelně obsluhovaného a kontrolovaného prostoru závodu*.

Proto i usazovací zařízení pro řepné vody bude nutno umísťovat přímo ve výrobních prostorách anebo těsně vedle nich. Tím se usnadní, ba často teprve umožní dozor na usazovací zařízení a zkrátí se přívody a odvody pro čištěnou vodu. Dosavadní, místně odlehle umístování sedimentačních zařízení pro řepné vody je odůvodněno rozsáhlostí dnešních usazováků a obtíží při dopravě sedimentů. Tyto poměry se však od základů změní, až budou zavedeny *strojní dekantéry*, které již v jiných oborech konají dobré služby. Vývoj moderní vodní techniky směřuje k tomu, *aby se úpravna řepných vod umístila přímo do provozny, a aby se transportovaly jen zachycené hmoty přímo z provozny na depot*. Stavebně a údržbově se tím dosáhne značně větší operativnosti a úspor.

Dekantace přímo v provozu (ve výrobě) se dá uskutečnit na př. uzavřenými sedimentátory s mezistěnami a s automatickým plynulým odstraňováním kalů, eventuálně podle výškových poměrů i pod tlakem. Oddělování sedimentů z vody je zhruba přímo úměrné „hladině sedimentující tekutiny“ čili ploše na usazovák. Strojní sedimentátory mají velikou výměru usazovací plochy. Tak na př. v sedimentátoru o \varnothing 3 m a výšce asi 7,7 m je možno umístit ekvivalent asi 600 m² usazovací plochy. Pro cukrovar o kapacitě 10 000 q řepy za den stačil by jeden sedimentátor o výše udaných rozměrech místo celé rozsáhlé usazovací stanice.

Voda v kalu ze sedimentační stanice; úbytek vody z řepného okruhu

Usazený hlinitý kal z usazováků se dopravuje tlakem tekutiny v sedimentačním přístroji, nassáváním nebo vhodným čerpadlem na kal do vzdálenosti až několika set metrů. Podmínkou je, aby kal neobsahoval předmětů, které by ucpávaly roury, protože je nutno, aby tyto předměty byly odstraněny již před sedimentací třasadly a jiným zařízením, jak bylo popsáno výše.

S odstraňováním kalu se odvádí ze sedimentátoru také určitá část vody, která se odlučuje od hlinitého kalu teprve na kalovém depot (kališti).² Záleží na složení kalu a na zatížení usazováků, jakož i na fyzikálně-chemickém půso-

² Tyto ztráty nenastávají ovšem u průtokových usazováků, z nichž se kal prakticky neodstraňuje.



Ha 5

CHEMICKÉ ZVESTI

B

ROČNÍK VIII, ČÍSLO 7
1954

SLOVENSKÁ AKADEMIA VIED, BRATISLAVA

bení eventuálně přidaných činidel podporujících sedimentaci (koagulaci), kolik vody obsahuje usazený a odstraňovaný kal. Můžeme předpokládat, že *usazenina řepných vod obsahuje asi 15—20% sušiny (většinou hlíny)*. Takový kal je snadno čerpatelný.

S řepou přechází do cukrovaru v kampani s řídkými a malými dešťovými srážkami 4—6% hlíny.³ Z toho při dopravě, zejména při skladování na pobočných skladištích (na př. filiálních váhách) část hlíny odpadne. V takové kampani přichází do cukrovaru asi 5% hlíny, což představuje asi 6% hlíny při vážení. Tyto údaje velmi kolísají. V deštivé kampani přichází do cukrovaru mnohem více hlíny, průměrně až trojnásobek i čtyřnásobek, neboť špičkově dochází řepa až s 50% hlíny. Dosadme pro další úvahu 18% hlíny jako průměr.

Podle obsahu hlíny kolísá množství kalu ze sedimentačního zařízení. Obsahuje-li hlína na řepě v kampani za suchého počasí 80% sušiny, kdežto za počasí deštivého 70% sušiny, dochází do cukrovaru v prvním případě $0,8 \cdot 5\% = 4\%$ sušiny hlíny, v druhém pak $0,7 \cdot 18\% = 12,6\%$ sušiny hlíny. Je-li sušina sedimentovaného kalu 15%, je váha vyčerpávaného (odpouštěného) kalu v prvním případě 26,7 kg/q řepy, kdežto v druhém činí 84 kg/q řepy. Z toho tvoří sušina hlíny plus vlhkost hlíny v prvním případě $4 + 1 = 5$ kg, takže cukrovar musí vynaložit na odpouštění (čerpání) kalu $26,7 - 5$ kg = 21 kg vody/q řepy. V druhém případě je součet sušiny, hlínv a její přirozené vlhkosti = $12,6 + (18 - 12,6) = 18$ kg/q řepy, takže cukrovar musí vynaložit $84 - 18 = 66$ kg vody k dopravě kalu, počítáno na 1 q řepy. V obojím případě se vynakládá toto množství vody proto, že se usazuje kal s 15% sušiny, jak jsme předpokládali. Kdyby se usadil kal s 20% sušiny, byla by váha odpouštěného kalu v prvním případě, za sucha, 20 kg/q řepy, v druhém pak, za deště, 63 kg/q řepy. Odečteme-li obdobně odvezenou sušinu a vlhkost hlíny, dostaneme, že cukrovar musí vynaložit za suchého kampaňového počasí $20 - 5 = 15$ kg vody/q řepy, kdežto za mokrého počasí v kampani $63 - 18 = 45$ kg vody/q řepy. *Přihlédněme k případu méně příznivému*, čili ztrátě asi 25 l/sec vody, která z provozu přechází v kalové hlinité depot. Tato voda není více pro provoz k dispozici, poněvadž její odlučování je pomalé. Je nutno považovat ji za ztracenou pro provoz, její kvalita se přirozeně zhoršuje na depot rozkladem organických látek. Hodí se pro zemědělské hnojení závlahou a podobně.

Lavérové vody pouští se dnes obvykle přímo do řeky. V budoucnosti je nutno mít na ně zřetel, neboť jich bývá dosti značné množství a jejich zužitkování je snadno možné.

Lavéry jsou prádla uhličitého plynu pro saturaci, potřebují asi 25% vody z váhy řepy. Voda se znečišťuje tím, že jímá prach, plyn a páry z vápenky.

³ Od r. 1954 připouští čs. předpis 4% hlíny (dříve 5%); v SSSR je povoleno 2%

Zejména jsou to sloučeniny síry (SO_2) a látky dehtovité. Tato voda se plně hodí pro plavení a praní řepy, a proto nesporně patří do cirkulace řepných vod na doplnění ztrát vzniklých odvedením kalů. Na prádlo plynu je nutno použít vody čerstvé.

Průměrné složení lavérové vody bývá asi toto:

sušiny	750 mg/l,
organických látek	100—150 mg/l,
oxydatelnost	20 mg/l O_2 ,
BSK	10 mg/l O_2 .

Technické vody

Okruh kondensačních vod. Žádná voda nemá z tohoto okruhu unikat do odpadu ani do jiných okruhů; tím se umožní, aby do barometrické kondensace nepřicházely v dosazované vodě nové látky tvořící inkrustace. Je to důležité zejména tam, kde čerstvá voda má značnou tvrdost. Studničná voda, čerpána k těmto účelům do cukrovaru, mívá často tvrdost až 15—20° německých. Taková voda se již při ohřátí na teplotu brýd (ca 60° C) sráží a tvoří inkrustace. Při kondensování brýdových par přímým dotykem vody s parami přibývá odpadající barometrické vody o váhu kondensovaných par. Lze to odhadnout v cukrovaru běžného typu asi na 20% z váhy řepy. Závisejí to velmi na výtěžnosti z cukrovinových varů; čím je menší, tím více par se musí kondensovat, tím více přibývá odpadní barometrické vody. Proti tomuto přírůstku množství vody barometrické stojí ztráta vody z tohoto okruhu, která vzniká chlazením této vody. Chlazení se provádí stykem se vzduchem, tedy v převážné míře odpařováním, ať již ve věžích nebo rozstříkem nad hladinou retenčního rybníka nebo jen stykem hladiny se vzduchem (málo účinné). Počítáme-li se vstříkovou teplotou 15° C a s odpadní barometrickou teplotou 35° C a s 20% brýdových par z váhy řepy, je nutno odvést z par zhruba 12 000 kcal na 1 q řepy. To je při rozdílu teplot vody 20° C zhruba 600 kg vody injekční na 1 q řepy. Tento způsob orientačního výpočtu pro tento účel postačí. Na ochlazení teplé vody na retenci je potřeba zhruba totéž množství tepla odvést do vzduchu a par, čili 20 kg na 1 q řepy. Tato ztráta představuje skutečnou spotřebu vody v tomto okruhu a je kryta přírůstkem množství vody ze z kondensovaných brýd cukrovaru. *Následkem toho v okruhu kondensačním, je-li pečlivě uspořádán, neubývá ani nepřibývá vody.* Jestliže se však pro různé účely v manipulaci odbírá teplá voda kondensační — barometrická, pak je toto množství nutno doplňovat. S ohledem na jakost cirkulující vody v okruhu kondensace, která není znečištěna jinak než stopami cukroviny, amonnými solemi a zhoršena teplotou, je taková voda vhodná pro praní řepy v poslední fázi praní,

kde je již řepa téměř vypraná, a lze tedy s výhodou sem vést přebytečné množství vody barometrické. Je pak nutno nahradit tento odběr do okruhu kondensačního stejným množstvím vody čisté.

Má-li být okruh řepných vod bez přebytku, nelze do pračky brát (přidávat) ani barometrické vody více, než kolik je potřeba doplňování řepného vodního okruhu; *to je dáno množstvím vody, která tento okruh opouští s usazeným hlinitým sedimentem* (viz výše).

Čisté vody nebo barometrické lze na př. použít u pračky tak, že se touto vodou proplachuje (prostríkuje) řepa vycházející z pračky na řepném třasadle před řepným výtahem. Odtud pak prošlé, zachycené vody se teprve použije v posledním (nejčistším) oddílu pračky řepní atd. Mimo to se vod kondenzačních užívá na př. na praní plachetek, částečně na difusi a pro různé jiné účely.

Odkaly z kotlů se vpouštějí dnes přímo do řeky nebo do kanálu bez jakékoliv úpravy. V budoucnosti výhodnější bude vpouštět je do řepných vod, což si vyžádá rekonstrukci vedení.

Okruh vod řízkových

Odpadní vody z řízkového okruhu jsou pro veřejné řeky nejškodlivější součástí cukrovareckých odpadních vod, neboť přinášejí do nich rozpustné organické látky, které se nezachytí v žádných usazovacích zařízeních, a které se snadno rozkládají, hnijí, kvasí a kysají, čímž zamořují ostatní odpadní vody anebo vodu v řece. Dosud nebyla známa žádná bezpečná metoda na jejich zneškodňování, a proto cukrovary u nás i v cizině vypouštěly je až donedávna do ostatních odpadů, s nimiž se dostávaly do řek bez jakéhokoliv čištění; obyčejně se tyto vody mísí s vodami z okruhu řepného a přinášejí do nich závadné rozpustné organické látky, které kvasí a hnijí a působí závady jak při řepné manipulaci, tak i v usazovacích stanicích. Za dnešního stavu v cukrovarech nejsou vody tohoto okruhu často zbavovány ani hrubých organických látek (řízků, drti řízkové atd.), neboť hrubá síta, kterými bývají někdy procezkovány před vypouštěním, obyčejně zadržují pouze nejhrubší vzplývavé hmoty. Náprava musí nastat tím, že tyto vody před vypouštěním budou cezeny automatickými rychloběžnými třasadly, o nichž je zmínka výše v této kapitole při vodách řepných. Takových třasadel užívají již s výborným efektem některé cukrovary v Čechách.

Vody z řízkového okruhu se v podstatě skládají ze tří částí, a to:

1. z vody difusní,
2. z vody vyplachovací,
3. z vody řízkolisové.

K tomu přichází ještě menší množství vody od praní plachetek z kalolisů a vody ze saturačního kalu. Průměrné složení těchto vod ukazuje tab. 5.

Tab. 5. Průměrné složení odpadní vody

	difusní	řízkoliso- vá	z praček plachetek	ze satu- račního kalu
sušina mg/l	2 900	8 500	15 000	25 000
organické látky mg/l	1 700	600	9 000	15 000
okysličitelnost mg/l O ₂	15 000	1 800	10 000	6 000
BSK ₅ mg/l O ₂	1200—2000	7 700	15 000	4 000

Vznik a množství těchto vod je závislé na technickém zařízení řízkového oddělení. Jako příklad podáváme následující data. Celková spotřeba vody na vyluhování řízků je asi 200% z váhy řepy.

Ad 1. Difusní voda zbývá v posledním difuséru po vypouštění nejslabšího výluhu v prostorách mezi řízkou, v armaturách difusní baterie a vyteče z difusérů při vyprazdňování řízků. Této vody je asi 100% na váhu řepy a obsahuje 1000 mg/l cukru a asi 100 mg/l jiných organických látek, hlavně dusíkatých bílkovin.

Ad 2. Voda vyplachovací, kterou se odstraňují po odtečení difusní vody vyloužené řízkou z difusérů, bývá za dnešních poměrů poměrně málo znečištěná; při použití se jen málo obohatí cukrem, jehož obsahuje asi 100 mg/l, a rozpustnými dusíkatými látkami (10 mg/l). Množství vyplachovací vody nelze určit, jelikož závisí na slehavosti řízků, zručnosti dělníka atd. Za dnešního stavu je to asi 100% na váhu řepy. V budoucnosti tento podíl odpadní vody odpadne, jelikož na vyplachování řízků se bude používat vody řízkové, jak popsáno v dalších odstavcích. Celkové množství vody odpadající od manipulace s řízkou se podstatně sníží, užije-li se na vyplachování řízků z difusérů místo čisté vody přímo odpadní vody z difuse samotné. To lze snadno provést čerpadlem na řízkovou vodu, které zařadíme hned pod difusi a vodu čerpáme ještě před eventuálním třasadlem na drf. Vodu tuto nutno rozvést buď do speciálních hadic nad víky difusérů nebo do zvláštních otočných armatur na plášti difusérů. Čerpadla musí mít nátok bez síťových košů a musí být bezpečná proti ucpávání řízkou. Jímka před čerpadly musí pojímat až dvojnásobný objem jednoho difuséru pro každou baterii.

Při 10 000 q řepy za den a při použití vyplachování řízkovou vodou je nutno do difuse (do okruhu řízkových vod) dodávat při stupni lisování, jak je uvedeno v tab. 6: 8; 6,5; 5,34; 4,9; 3,5 l/sec. Tato voda vchází do štávní manipulace a jeví se nakonec v kondensátech. Ovšem na difusi dodává se voda čistá.

Tím, že se budou vyplachovat difuséry surovou (nečištěnou) řízkovou vodou, zachová se odpadní řízkové vodě jak difusní, tak i lisové vyšší teplota, asi 30° C, což je výhodné pro eventuální biologické zneškodňování a zpracování těchto vod. Řízky ovšem budou rovněž teplejší asi o 12—15° C. Používání řízkové vody na vyplachování difusérů místo vody čerstvé bude znamenat značné odlehčení usazovací stanice na řepné vody, do kterých se dnes řízkové vody vpouštějí, jak je patrné z následujícího výpočtu. Na nadzvednutí řízků ve vyslazeném difuséru boční vodou se potřebuje asi 20 hl vody na 1 difusér. Na vyplachování během ručního vyhazování řízků se spotřebuje dalších asi 40 hl vody, celkem asi 60 hl. Je to zhruba na 55 q sladkých řízků v 1 difuséru asi 100% čerstvé vody na řepu. Toto množství rozmnožuje celkovou odpadní řízkovou vodu, které při lisování řízků na 8% sušiny je 132% z váhy řepy. Sedimentační zařízení řepných vod je v popsaném případě namáháno 870 + + 232 = 1100% vody. Odstraněním vyplachování čerstvou vodou a úplnou recirkulací řízkových vod se sedimentační zařízení odlehčí na 870%, čili o 21%. Efekt usazovací čistící stanice, a tedy také stupeň vyčištění vod řepného okruhu se však zvýší pravděpodobně mnohem více, neboť stanice nebude zatížena organickými koloidálními zákaly, které se těžko usazují a působí jako ochranné koloidy zpomalení sedimentace.

Ad 3. Voda řízkolisová odtéká z lisů, jimiž se lisují řízky; je to vlastně šťáva z vyloužených řízků. Je to nejkoncentrovanější odpadní voda z cukrovaru; obsahuje až 0,5% cukru a 0,05% dusíkatých látek. Obsahuje mimo to množství řepné a řízkové drti, která se při dnešním stavu zařízení obvykle prakticky vůbec nezachycuje, neboť tyto vody se pouze cedí velmi řídkými síty. Pro budoucí dobu mají význam třasadla, o nichž bylo pojednáno v odstavci o vodách řepných. Jimi se tyto vody zbaví dokonale drti i jiných vzplývavých hrubších součástí.

Počítá-li se, že vyloužených řízků vzniká asi 100% na váhu řepy a že se lisují až asi na 60—65% původní váhy, aby měly předepsanou sušinu 8%, lze počítat, že odpadní vody řízkolisové je asi 25% z váhy řepy.

Tab. 6. Množství lisovací vody podle stupně lisování

při sušině %	8	10	12	16	20% v řízcích
je řízkové vody	25	38	46	57	64% na řepu
s vodou difusní celkem	132	145	153	164	171% na řepu

Kdyby se tato voda vracela prakticky beze ztráty, pak chybí pro provoz difuse bez vyplachovacích vod proti potřebě 200%:

68

47

30% vody.

Když se cukrovar zařídí na lisování vyloužených řízku na vyšší sušinu než 8%, pak vzroste produkce odpadních vod řízkových o nemalé množství vody z oněch výše uvedených 60% (tab. 6), tato voda může být zapojena — jak bude popsáno dále — do cirkulace řízkových vod, čímž se zvýší množství recirkulované vody a sníží spotřeba vody čerstvé. Toto množství vody pak v celkovém vodním hospodářství cukrovaru nahraňuje nebo i převyšuje úbytek vody způsobený vyvážením vodnatého hlinitého (i saturačního) kalu.⁴ Na př. při lisování na sušinu 16% získá se 30% vody, při 20% sušině řízků získá se téměř 40% vody. Tím se může nahradit i za mokrého kampaňového počasí úbytek vody způsobený vyvážením kalu ze sedimentační stanice (Borsig a j.) při 20% sušině tohoto kalu.

Odpad z řízkové jámy (až 10% z váhy řepy) zhoršuje jakost odpadních vod, a tím i jakost vody v řece, neboť řízky i voda z nich jsou ve stadiu pokročilé hniloby. Tento stav by se zvýšením teploty řízků, která nastane po zavedení vyplachování difusérů surovou řízkovou vodou, ještě zhoršil. Tato závada odpadá tam, kde se vybudují sušárny řízků, kteréžto zařízení je i z tohoto důvodu doporučitelné pro budoucí řešení cukrovarských odpadů. Vyplachováním difusérů nečištěnou řízkovou vodou se značně zmenší objem celkových odpadajících řízkových vod, což přijde k dobru při projektování stanic na jejich čištění tím, že kubatury všech nádob bude možno navrhnout příslušně menší.

Vody z řízkové jámy jsou stejně závadné jako vody řízkolisové; pro vodní tok jsou však ještě zhoubnější, neboť jsou již ve stadiu pokročilého rozkladu. Je jich asi 6—10% na váhu zapracované řepy. Dnes odcházejí bez jakéhokoliv čištění do odpadů a kanálů. I tyto vody nutno řádně zachytit a podrobit příslušnému čištění s vodami řízkolisovými a difusními (viz výše).

V budoucnosti musí nastat změna v tomto konečném stadiu manipulace řízků. Dnešní stav ukládání řízků na řízkové jámě v rozlehlých a rozkládajících se hromadách je naprosto nesprávný. Působí nejen poškozování řízků, ale též produkuje nejvyšší závadné odpadní vody a obtěžuje daleké okolí zápachem atd. Tyto nepřístojnosti se zvýší, až bude zavedeno vyplachování difusérů surovou teplou řízkovou vodou.

Saturační kal

Dodatkem k návrhům, týkajícím se vod řízkových, zmíníme se ještě stručně o saturačním kalu, jehož dnešní manipulace by mohla být také zlepšena, neboť je to odpad úplně nevyužitý, i když ne příliš obtížný. Saturační kal,

⁴ Viz výpočty při popisu čištění řepných vod.

pocházející z čistého procesu šťavního, obsahuje asi 50% vody. Kalu tohoto je zhruba 7% z váhy řepy při dávce 1,8% CaO na váhu řepy. Odchází tedy s kalem asi 3,5% vody na váhu řepy. Racionálně je mechanisována doprava saturačního kalu na depot čerpáním. K tomu se kal zředuje. Je vyzkoušeno, že lze čerpat kal na depot (asi 250 m) s obsahem sušiny až 25% seriovými malými čerpadly „Sigma-pumpy“. Teoreticky lze jít i do větších sušin kalu, ale nepravidelný přísun kalů od kalolisů nedovoluje využívat těchto vysokých hustot. Počítejme, že se kal zředí průměrně na 30% sušiny. K tomu je nutno přidat do kalu 67% vody z váhy kalu, což je $7 \times 0,67 = 4,7\%$ vody na váhu zpracované řepy. Ve středně velikém cukrovaru, který zpracuje 10 000 q denně, je to $10\ 000 \times 4,7 = 470$ hl za 24 hodin = 0,53 kg vody za sekundu. Toto množství není v celkové vodní bilanci rozhodující. Rovněž nerozhoduje, kolik celkově odpadá vody se zředěným kalem, totiž $3,5 + 4,7 = 8,2$ kg/q řepy, čili pro střední cukrovar 0,93 kg za sekundu.

Smíchá-li se hlinitá usazenina z usazovací stanice okruhu řepného (15% sušiny) se saturačním kalem (50% sušiny), obdržíme směs dobře čerpatelnou, jejíž složení je patrné z tab. 7.

Tabulka

	na váhu řepy % za počasí	
	suchého	mokrého
váha saturačního kalu	7	7
váha hlinitého kalu	26,7	84
váha směsi celkem	33,7	91
sušina saturačního kalu	3,5	3,5
sušina hlinitého kalu	4,0	12,6
sušina kalové směsi celkem	7,5	16,1
průměrná sušina čerpané směsi	22,3	17,7

Při míšení hlinitého sedimentu se saturačním kalem můžeme tedy jedním čerpáním odstranit na depot obojí tyto kaly. Ušetříme tím celkem bezvýznamnou část vody, ale dosáhneme zjednodušení zařízení a vystačíme s jedním kalovým depot. Z takového depot postupně odtéká voda, která je velmi zatížena organickými látkami⁵ a nelze ji přímo za žádných okolností pouštět do veřejných toků. Nejlépe, jestliže voda se nechá prosáknout do země, eventuálně vypařit.

Na depot se vytvoří směs hlíny bohaté na uhličitán vápenatý. Hodí se jako hnojivo spojující účinky úrodné prsti s účinky vápníku, hořčíku, fosforu

⁵ Původem ze saturačního kalu.

a jiných prvků obsažených v saturačním kalu, jakož i účinnost dusíku zvlášť. (Toto míchání kalu v provozu je předmětem jednoho návrhu ČAZ a zajímá odborníky s hlediska dusík vázících mikroorganismů.) Hádátka řepné není však saturačním kalem umrtvováno, podobně jako se to neděje ani v samotném hlinitém cukrovarském kalu. Smíchávací způsob se tedy hodí tam, kde není odběru pro čisté saturační kaly. Kde bude zavedeno zužitkování čistých saturačních kalů zpracováním na technickou křidu podle návrhu J. Vašátka a V. Křižana [1], tam ovšem toto popsané smíchání kalů odpadne.

Zneškodnění odpadních vod řízkového okruhu je pouze více méně dokonalým odstraněním rozpustných organických látek. Toto čištění řízkových vod není snadnou úlohou, podařilo se v posledních letech biologickou metodou Jonášovou, která vyžaduje velkých nákladů a pečlivého provádění. Je v každém případě pečlivě posoudit, je-li nutno projektovat pro určitý cukrovar Jonášovu čistírnu s jejím složitým a drahým zařízením, anebo zda postačí, aby řízkové vody byly pouze částečně vyčištěny lacinějšími metodami čištění, které však postačí za vhodných místních vodních poměrů, aby se řízkové vody mohly vypouštět do řeky. Dokonalé vyčištění umožňuje úplnou recirkulaci řízkových vod tak, že z nich vůbec žádný podíl nepřichází do odpadních kanálů, a tedy ani do řeky.

Úplné vracení čili recirkulace veškeré vody řízkové je dnes již i ve velkoprovozním měřítku možné a proveditelné; dovedeme tyto vody vyčistit do té míry, že je lze vracet beze zbytku do výroby (difuse) po celou dobu kampaně. Tím se ulehčí celý problém odpadních vod cukrovaru:

a) Spotřeba vody pro okruh řízkový se sníží na nepatrné množství vody, dosazované na vyrovnání provozních ztrát — srovnej předešlý odstavec.

b) Do odpadních vod nepřijdou žádné rozpustné organické hmoty (cukr, dusíkaté látky), čímž z nich odpadne nejzávadnější součást a nastane podstatné zlepšení stavu vody v řece.

c) Škodlivé látky se změň v cenný produkt — bílkovité krmivo nebo hnojivo.

d) Vracením veškeré řízkové vody do výroby se kvantitativně odlehčí sedimentaci řepných vod, do kterých se tato voda obvyčejně dosud uvádí společně s vodami řepnými. Dosud tam jde asi 870% řepných vod počítáno na řepu, k tomu ještě asi 132% vod řízkových, celkem asi 1000% vod smíšených. Odpadnou-li řízkové vody, ulehčí se usazováku o 13%, čili jeho sedimentační doba se úměrně prodlouží a dosáhne se lepšího vyčištění vod řepného okruhu sedimentací.

Čištění vod řízkového okruhu tak dokonale, aby je bylo možno úplně recirkulovat, je však investičně i provozně velmi nákladné, takže jeho všeobecné

zavedení — ač by bylo velikým pokrokem nejen s hlediska vodohospodářského, ale i s hlediska zdokonalení provozu cukrovarů, nebude lze v dohledné době všeobecně provést.

V nejbližší budoucnosti můžeme tento způsob zčištění řízkových vod zavést jen v těch případech, kde nejde jen o ochranu vodního toku, ale současně též o získání vody pro provoz cukrovaru, t. zn. kde není pro cukrovar dostatek levnější čisté vody. Takových případů je již dnes několik a bude jich během doby stále přibývat. Ve většině ostatních případů postačí na ochranu vodního toku čištění řízkových vod sice méně dokonalé, ale lacinější.

Pojednám nejprve o metodách, kterými lze vyčistit řízkové vody tak, aby je bylo možno vypouštět do veřejného toku (odstavec 1).

Závěrem pak popíši čištění podle metody Jonášovy, která umožňuje vracení řízkových vod na difuzi tak, že z řízkového okruhu žádné odpadní vody nevznikají (odstavec 2).

Úprava odpadních vod řízkových před jejich vypouštěním do veřejných toků

Především si musíme ujasnit, do jaké míry musí být tento druh vod vyčištěn, aby voda mohla být vypouštěna bez závady do veřejného toku. Podle čs. směrnic a předpisů lze požadavky na odpadní průmyslovou vodu shrnout asi do následujících odstavců:

1. Vyčištěné odpadní vody vypouštěné ze závodů nesmí ovlivňovat jakost vody veřejného toku, do něhož jsou vypouštěny, tak aby se jimi měnil jeho charakter (zhoršení třídy toku).

2. Vypouštěné vody nesmí působit ve veřejném toku prokazatelné a nesporné závady, které by znamenaly poškozování vodního hospodářství, rybářství a zájmů jiných uživatelů vody z veřejného toku nebo veřejných zájmů v ohledu zdravotním.

3. Po vypouštění odpadní vody do řeky nesmí klesnout obsah kyslíku *ve vodě veřejného toku* pod 2 mg/l, pokud obsah kyslíku byl nad výpustí vyčištěných vod vyšší než uvedená hranice.

4. Barvou vypouštěných vod nesmí být nápadně ovlivněna barva vody ve veřejném toku.

5. Vyčištěné vypouštěné vody nesmějí obsahovat taková množství páchnoucích látek, aby pach po smíšení byl postřehnutelný ve vodě veřejného toku.

6. Vypouštěné vyčištěné vody mají být zbaveny všech pevných hrubých a pokud možno i jemných nečistot, takže jimi nedochází k zakalení vody ve veřejném toku ani k usazování kalu a nečistot na dně toku.

7. Vypouštěné vody mají mít reakci alkalickou 7—8 pH.

8. Vypouštěné vody nesmí zvýšit teplotu vody v řece více než o 2° C proti stavu nad výpustí. Je-li teplota vody v řece nad 15° C, nesmí být odpadní vodou zvýšena vůbec.

Zneškodňování řízkových vod bylo již předmětem nesčetných výzkumných prací, teoretických i praktických; stejně četné jsou i návrhy, které v tomto směru byly až dosud učiněny a dokonce i prakticky zkoušeny.

Principy navrhovaných metod možno rozdělit na následující hlavní skupiny podle toho, jak dokonale se jimi odstraňují z řízkových vod *rozpuštěné látky* organické, které působí největší závady při vypouštění těchto vod do veřejného toku.

a) První skupinu tvoří metody, při kterých se rozpustné látky neodstraňují buď vůbec, anebo jen z malé části.

b) Jiné metody se snaží odstranit organické látky *chemickým* čiščením, účinkem sráživých chemikálií.

c) Metody biologické, jimiž se organické látky stravují působením mikroorganismů půdních nebo vodních.

d) Umělé biologické metody, při nichž se biochemickými procesy — vegetativní fermentací — rozpustné organické látky ve vodách mění na látky nerozpustné, které lze zachytit a zužitkovat.

Ad a) Metody této skupiny lze vhodněji označit jako *desinfekci řízkových vod*, nežli jako čištění. Snahou při nich je usmrtit mikroorganismy, které žijíce z rozpuštěných organických látek působí rychlý rozklad odpadních vod. Tím se má zabránit vzniku páchnoucích a eventuálně nepříznivě zbarvených produktů. Sem patří různé způsoby chlorování — ať již chlorovými přípravky, nebo plynným chlorem; patří sem též šíření těchto vod (SO₂ — siřičitany). Tyto metody možno považovat nejvýš za *výpomoc z nouze*, neboť nezneškodňují trvale organické látky ve vodách a mohou za určitých okolností působit dokonce nepříznivě tím, že ovlivňují nekontrolovatelným způsobem biologické procesy, kterými konec konců musí v recipientech tyto vody být vyčištěny. Mimo to je dávkování těchto jedovatých a silně korosivních přísad následkem nestejnomořného složení vody, odpadající během pracovního dne, obtížné a těžko kontrolovatelné, takže snadno se mohou způsobit i škody ve vodních dílech nebo na vedení vody. Do této skupiny zařazují také *vápnění* těchto odpadních vod; vody se jím sterilisují pouze částečně. Přebytek vápna je sice neškodný, ale jeho účinek na srážení koloidálně rozpuštěných organických látek je problematický. Výsledky pokusů uvedené v tab. 4 o sedimentační stanici s vápnem ukazují průkazně, že skutečný čerčící efekt přídatku vápna k řízkovým vodám je při nejmenším sporný. Vápnění řízkových vod možno považovat za metodu, která tvoří přechod k metodám další skupiny (čerčícím).

Všechny popsané metody desinfekce řízkových vod mohou v určitých případech být na prospěch vodní situaci cukrovaru, který leží na velké řece, v níž jsou odpadní vody zředovány několikanásobným množstvím vody říční. Desinfekcí odpadních vod se docílí, že rozklad organických látek nenastává v řece hned po výtoku odpadní vody, nýbrž že se zpomalí a rozprostře na dlouhou říční trať, čímž se předejde katastrofálnímu zamoření řeky přímo pod vyústěním odpadní vody cukrovaru. Přebytky desinfekčních látek se přebytečnou říční vodou zředují a pozvolna zneškodňují.

Do řeky však přitom přijdou *všechny* rozpuštěné organické látky z odpadní vody a musí být v řece stráveny samočištěním. Pro poměry našich cukrovarů, které leží vesměs na malých a málo vodných řekách, se tento princip „zneškodňování“ odpadních vod nehodí.

Ad b) *Čeření řízkových vod* odstraňuje hlavně koloidálně rozpuštěné organické látky buď tím, že vytvoří ve vodách kyselou reakci, nebo tím, že v nich vytvoří povrchově aktivní vločky čerstvých sraženin, které koloidální organické látky adsorbují na svém povrchu a strhují do sedimentu.

Metody založené na okyselení řízkových vod (na př. Wintzell-Lauritson a pod.) přidávají k vodě odměřené množství kyseliny (na př. sírové), čímž se srazí koloidální látky, které se pak nechají usadit. Spotřeba kyseliny sírové se udává na 50—60 kg konc. H_2SO_4 pro den a zpracování 10 000 q řepy. Kaly se mají odstředovat, sušit a míchat s melasou na krmivo. Způsobu tohoto je u nás těžko použít, poněvadž při rozsahu našich cukrovarů by vyžadoval velikých množství kyseliny sírové, která tvoří jeden z „úzkých profilů“ naší chemické industrie. Mimo to je dávkování silně korosivní kyseliny sírové nespolehlivé a každá chyba by měla za následek nebezpečí poškození vodních zařízení (korose). Pro tyto obtíže nebyla tato metoda u nás dosud zavedena.

Čeření řízkových vod vápnem s následující saturací kyslíčnickem uhličitým doporučují celé řady metod, u nás na př. Staněk a Pavla s a. Tím způsobem lze z vody na vznikajících vločkách sraženého uhličitanu vápenatého (ve stavu zrodu) zachytit a vysrážet organické látky, které jsou v ní *obsaženy v podobě koloidálních suspenzí*; bývá to kolem 30% z celkového organického odparku. Aby se kal dobře usadil a stal filtrovatelným (kalolisy), je nutno čerenu vodu zahřát asi na 60° C, což je nákladné. Ve vodě zbývá pak ještě asi 70% organických rozpustných látek, které se v ní při recirkulaci stále hromadí, takže vodu vyčištěnou podle tohoto způsobu nelze trvale recirkulovat, ač to bylo též navrhováno.

Ad c) *Metody biologické* odstraňují všechny (i rozpuštěné) organické látky z řízkových vod tím, že je nechávají strávit mikroorganismy buďto v půdě (metody závlahové), nebo v rybnících k tomu účelu zařízených a příslušně ob-

hospodařovaných. Obojí tyto způsoby vyžadují rozsáhlých ploch půdy, které v okolí mnohých cukrovarů nejsou k dispozici. Uvažme na př. metodu rybníkovou, která potřebuje poměrně menší plochu půdní nežli metody závlahové, ať polní nebo luční.

Princip rybníkové metody spočívá v tom, že se po celou dobu kampaně přivádějí řízkové vody do akumulárního rybníka, v němž se ponechají samovolnému ztravování. Rybník se před kampaní vyčistí a povápní 50—150 q páleného vápna na 1 ha. Zamrzne-li voda, posype se led stejným množstvím vápna. Po dobu jarního a letního období ztravuje voda povolna samočištěním rozpustné organické látky. Z nich žijí mikroorganismy, které jsou potravou nejnižším jednobuněčným živočichům (prvokům), kteří opět jsou ztravováni různými vyššími živočichy, tito opět červy, larvami, atd. Konečným spotřebitelem takto transformované organické hmoty jsou ryby, jimiž se rybník na jaře osadí a které se před kampaní vyloví. Přírůstek váhy rybího masa se udává za pěstovatelskou periodu (od jara do počátku kampaně) na 450—550 kg na 1 ha. Při této metodě se tedy závadné a škodlivé rozpustné organické látky přeměňují na rybí maso, což je ovšem ideálním zužitkováním této odpadní hmoty.

Rybníková metoda naráží však při praktickém zavádění na celou řadu obtíží, pro které se hodí pouze pro určité speciální místní poměry.

Především je na založení akumulárního rybníka zapotřebí veliké plochy pozemků; pro střední cukrovar by při zpracování 1 milionu q řepy za kampaň bylo zapotřebí této výměry rybníka (tab. 8).

(Číselné podklady pro výpočet množství těchto vod byly udány v dřívějších kapitolách.)

Tabulka 8

při průměrné hloubce vody	při lisování řízků na 8%	při lisování řízků na 20%
1,5	11 ha	14,2 ha
1,25 m	13,5 ha	16,6 ha
1,0 m	17 ha	21,7 ha

Nadto se ještě musí počítat s tím, že rybník se musí každé 2—4 roky „letnit“, t. zn. nechat ležet ladem bez vody nebo zorat a oset, aby se půda regenerovala; bylo by tedy třeba mít ještě další stejně velikou plochu v rezervě. Je na první pohled jasno, že tak velikou plochu nemá k dispozici každý cukrovar. Další nevýhodou rybníkového čištění cukrovarských odpadů je nebezpečí, že znečištěné vody infiltrují do hlubších půdních vrstev a že organické látky v nich

rozpuštěné prosáknou během doby až do sféry spodních vod. V tom je nebezpečí infekce a znečištění studní a pramenů v okolí měst i samého cukrovaru. Celoroční akumulaci těchto vod by se nebezpečí v tomto směru zvětšilo. Je pravděpodobné, že tímto průsakem z rybníků by mohly být znečištěny i vlastní studny cukrovaru. Další závadou rybníkové metody je, že velká plocha hnojící vody otravuje vzduch nepříjemnými zápachy a obtěžuje okolí množstvím hmyzu, který žije na hnojící vodě, což je závadou hlavně pro cukrovary ležící v blízkosti většího města.

Kombinované metody využívají současně nebo postupně dvou nebo několika výše zmíněných principů. Tak na př. se doporučuje v Polsku metoda Noltova, při níž se řízkové vody nejprve nechají biologicky předčistit a sedimentovat ve vápenných rybnících a pak se jimi zavlažují drénované pozemky, z jejichž drenáží odtéká voda bezvadná. Potřeba půdní plochy na tento způsob čištění se odhaduje v Polsku na 80 000—190 000 m² pro 10 000 q řepy denně. Řízkové vody zčištěné do různého stupně se pak musí vpouštět do řeky podle místních poměrů, hlavně podle vodnosti toku. Někdy se v době nízké vody akumulují ve zvláštních rybnících, aby se vypustily do řeky teprve při vysoké vodě. K takovým opatřením je zapotřebí zvláštního úředního povolení.

Úplné vyčištění řízkových vod a jich nepřetržité vrácení na difuzi

Je nejdokonalejším vyřešením celé vodní otázky cukrovarů. Toho lze dosáhnout podle dnešního stavu výzkumu umělým biologickým čištěním. Na tomto principu vypracoval u nás dr. Jonáš⁶ metodu, která je již v Čechách ve dvou cukrovarech⁷ zavedena a která se vyznačuje těmito výhodami:

1. odstraňuje rozpustné organické látky z řízkových vod — uhlohydrátové i dusíkaté v továrním zařízení;

2. tím se vyčistí řízkové vody tak, že jich lze použít znova na napájení difusérů; tuto recirkulaci vody možno provádět po celou kampaň. Pro difusní okruh se v důsledku toho potřebuje jen nepatrné množství čisté vody na doplnění rozdílu mezi potřebou tlakové vody a množstvím vrácené vody, čili na nahrazení manipulačních ztrát;

3. organické látky z řízkových vod se při tom získají v podobě dusíkatého nebo vápnodusíkatého krmiva, jichž máme v našem státě nedostatek;

4. stanici lze vybudovat na poměrně malém pozemku, ba v příznivých případech lze ji umístit i v současném továrním objektu nebo v poměrně malé přístavbě. Tato okolnost je velmi důležitá při rekonstrukcích starých továren.

Ředitel Výzkumných ústavů kvasného průmyslu v Praze.

Jeden cukrovar cirkuluje úplně řízkové vody po čištění Jonášovou metodou; druhý zkouší provádění této metody v průtokovém zařízení.

kteře obyčejně nemají k dispozici velké volné pozemky v bezprostředním okolí;

čističí stanice lze používat i mimo kampaň jako provozovny na výrobu dusíkatého krmiva z jiných odpadních látek (melasy atd.), čímž se investiční náklady lépe zhodnotí. V následující kapitole popíší proto princip této metody.

Princip Jonášovy metody na zneškodnění a zužitkování rozpustných organických látek z řízkových odpadních vod

Princip

Řízkové odpadní vody bez předběžného čištění (t. zn. i s řízkovou drtí) se prokvasí vhodnými plísněmi, které vytvářejí bohaté vláknité mycelium (kvašení vegetativní). Tím se změní organické látky rozpuštěné ve vodách, hlavně cukry a látky dusíkaté, na nerozpustné organisované vláknité útvary, které se usadí na dně kvasných kádí jako kal a při tom adsorbují z vody na svém velikém povrchu koloidální částice, které kvašením nebyly stráveny. Na prokvašování byly vyzkoušeny až dosud s příznivým výsledkem plísně *Oidium lactis* a *fusarium*, které kvasí aerobně, t. zn. vyžadují, aby kvasící tekutina byla stále provzdušována jemně rozptylovaným vzduchem. Po prokvašení se přidává do kvasných kádí vápenné mléko, až pH celé tekutiny dosáhne hodnoty asi 9,5—11. Tím se podporuje usazování organického kalu.

Výslední kal se oddělí od vody v dekantérech a zahušťuje se na 15—20% sušiny, načež se suší a mele na vápnodusíkaté krmivo, které obsahuje v sušině 30—45% vápenatých solí (uhličitanů) a 50—70% ústrojných látek. Je možno též oddělit hlavní množství kalu před vápněním, čímž se získá nevápněný kal složený převážně z organických látek, který obsahuje kolem 30% bílkovin. Zčištěná voda se čerá kysličníkem uhličitým, aby se vápno srazilo až na pH asi 7, načež odtéká přes dekantéry skoro úplně čirá. V závěru ještě podávám její podrobnější popis.

Přehledný stručný popis práce na Jonášově stanici je možno rozdělit na dva popisy pracovních okruhů:

I. hlavní okruh: kvašení a oddělení kalu od vody (zpracování kalu),

II. vedlejší okruh: příprava čistého provozního zákvasu, t. zn. pěstování čisté kultury propagace, výroba předkvasu a zákvasu.

I. Hlavní okruh: Kvašení, oddělení kalu od vody a zpracování kalu

Kvasný prostor je výhodno konstruovat tak, aby jím voda protékala nepřetržitě a postupně prokvašovala. Rychlost průtoku, t. zn. obsah kvasných kádí musí být takový, aby během 24 hodin prokvasilo celé množství produkce

vané řízkové vody. V cukrovaru o kapacitě 10 000 q řepy za den bylo by zapotřebí při dnešním rozsahu zpracování asi 3000 hl užitečného kvasného prostoru.

Celkový kvasný prostor možno umístit v baterii jednotlivých kádí, z nichž každá je rozdělena nornou stěnou na dvě oddělení. Voda přitéká do každého oddělení vrchem a odtéká v druhém oddělení nahoře přepadem do další kádě. Do první kádě se nepřetržitě čerpá zákvas (z okruhu II, viz dále) v poměru potřebném k množství protékající odpadní vody. Průtok vody nutno regulovat tak, aby na konci baterie byla voda úplně prokvašena, t. zn. aby neobsahovala žádných zkrasitelných látek.

Kádě mají na dně děrované roury nebo průlinčitá tělíska pro vstup tlačného vzduchu.

Protékající provzdušená voda tvoří hustou pěnu, kterou možno stírat, a tím ulehčit provozní kontrolu. Kvasný prostor lze také uspořádat do tvaru jedné hranolovité nebo vertikální válcovité nádoby; jednotlivé kvasné prostory jsou pak v těchto tělesech odděleny mezistěnami a voda protéká postupně.

Čeření a saturace

Prokvašená tekutina i s kalem se míchá s vápenným mlékem; voda přitéká přitom nepřetržitě. Vápenné mléko o 15° Bé po vmíchání v průtokovém čeráči uděluje směsi pH 9—10, načež kapalina protéká saturační věží, kde se kyslíč-níkem uhličitým vysráží vápno i s organickým plísňovým kalem. pH klesne saturací na 7,2—7,5. Má-li se získat z prokvašené vody bezvápenaté koncentrované krmivo, je třeba před čeřením zařadit vhodné zařízení, na př. sítové třasadlo na zachycení hlavního množství dusíkatého plísňového kalu před vápněním. Tím se získá kal bílkovitý, koncentrovaný, bez vápna, jak zmíněno výše při popisu principu metody; tento výrobek obsahuje kolem 28% stravitelných bílkovin.

Dekantace

Oddělení kalu od vody se provádí ve vhodných dekantérech. Podle místních poměrů prostorových atd. jsou to 2—3 usazovací nádoby, jimiž voda s kalem postupně prochází, nebo konusové spirální usazovací věže, jakých se používá na př. v papírnách a pod. Kal z dekantérů přichází plynule na kalolisy nebo na odkalovací centrifugy.

Z dekantérů odchází tedy plynule oba hlavní produkty čisticí stanice:

- a) zčištěná voda do sběrníku, z něhož recirkuluje,
- b) kal bílkovitý nebo vápeno-bílkovitý přes kalolisy.

a) *Zčištěná voda* je hlavním výrobkem stanice. Byla pozorována v jednom českém cukrovaru po celou dobu provozu; její vlastnosti se po 2–3 dnech po zahájení práce ustálily a její stav byl: voda, odtékající z dekantéru je čirá a bezbarvá, nejvýše s nepatrným mlhovitým zákalem, pH vody je stálé, 7,2—7,3.

Degustační a čichové zkoušky s vodou zahřátou na 40° C:

Slabý řepný nakyslý pach, který nezmizí ani po protřepání ani po povaření s kaboráfinem, ale stane se jen méně nakyslým a aromatictějším.

Průměrná voda má slabě alkalicko-vápenatou pachut, po povaření na dně kádinky se objeví nepatrná ssedlinka, která se zředěnou HCl šumí (CaCO₃). Zčištěná voda obsahuje tedy malé množství bikarbonátu vápenatého.

Voda neobsahuje žádný cukr a jen stopy dusíkatých, rozpustných látek.

Z původních rozpustných bílkovin surové vody se odstraní 95%. Ze všech organických rozpustných látek surové vody se odstraní 80—85% podle výsledků dosavadních provozních pokusů. Biologicky je voda zčištěna až na několik set zárodků 1 ml, kdežto původní voda jich obsahovala po několika dnech miliony.

b) *Kal odtahovaný z dekantérů* je po projití kalolisy nebo odstředivkami vedlejším výrobkem stanice. Jeho zpracování a využití ve formě krmiv je důležitým hospodářským i technickým doplňkem čištění vody. Výhodné je proto zařídit je tak, aby probíhalo v plynulém běhu postupně: odtahování kalu z dekantérů, odvodňování kalu i další zpracování, sušení, mletí, eventuálně briketování atd.

Surový kal, jak vychází v nepřetržitém provozu při popsaném způsobu vápnění, obsahuje asi 35—50% kysličníku vápenatého v sušině.

II. Vedlejší okruh: Příprava zákvasu pro první (výrobní) okruh

Příprava zákvasu počíná pěstováním čistých kultur plísní a končí kvašením umělého živného roztoku (zředěné melasy) v takovém rozsahu, aby množství vyrobené zákvasové tekutiny dostačilo na vyrobení potřebného množství zákvasu pro celkové množství odpadní vody protékající kvasnými kádemi I. okruhu. K tomu je zapotřebí tří stanic. Jsou to:

1. *bakteriologická laboratoř* vybavená přístrojově tak, aby v ní bylo možno kultivovat na vhodných živných mediích čisté rody plísní a současně kontrolovat provoz obou okruhů nejen po stránce bakteriologické, ale i po stránce chemické. Vlastní práce — kultivování plísní pro denní provoz — končí v laboratoři vypěstováním dostatečných množství kultur (ve větracích baňkách po 10—20 litrech) pro následující stanici (odstavec 2).

2. *Propagační stanice* se skládá ze tří nebo více měděných válců o potřebném obsahu (na př. 50 litrů, 200 litrů, 800 litrů). Do prvního válce se očkuje na př. 20 litrů vypěstované kultury plísně z laboratoře (odstavec 1), načež se převáděním do větších válců postupně zvětšuje množství zákvasu, až kvasicí obsah posledního válce je postačující pro naočkování první kádě předkvasové stanice. Živná tekutina pro stanici propagační i následující předkvasovou se vyrábí invertováním zředěné melasy kyselinou sírovou za přídavku dusíkatých solí. Toto invertování je dosti nákladné a bude třeba vyzkoušet směsné kultury plísní *Oidium lactis* a *fusarium*, z nichž druhá při náležitém poměru množství invertuje sama sacharosu v množství dostatečném pro uvedené účely.

3. *Předkvasová stanice* se skládá z kvasných kádí podobných, jak byly popsány při okruhu I; jejich obsah je příslušně menší, t. j. takový, aby umožnily přípravu potřebného množství zákvasu pro hlavní kvasné kádě.

Popsal jsem úmyslně poněkud podrobněji zařízení, kterého je zapotřebí pro vyčištění řízkových vod tak, aby je bylo lze úplně recirkulovat po celou dobu kampaně. Z popisu je vidět, že Jonášova čisticí stanice je složitá provozovna, která vyžaduje nejen velký náklad investiční a provozní, ale též pečlivé obsazení kvalifikovanými silami a neustálou technickou kontrolu — je to vlastně samostatný tovární objekt v cukrovaru.

Výsledky podrobného zařízení na vodní hospodářství cukrovaru jsou — při současném důsledném recirkulování vod z okruhu řepného a technického — pronikavé. Spotřebu vody pro provoz cukrovaru lze tím snížit na skutečné minimum, čímž se též úměrně sníží produkce odpadní vody, jak patrně z tohoto sestavení:

cukrovar bez recirkulace vody vůbec spotřebuje vody na váhu řepy	1700—1800%,
cukrovar s recirkulací vod řepných asi	1000%,
cukrovar s recirkulací vod řepných a řízkových	700%,
cukrovar s recirkulací všech tří okruhů vod, řepných, řízkových i technických	100%.

Je tedy dnes již technicky vyřešena možnost, jak odstranit skoro úplně produkování odpadních vod během cukrovarecké kampaně. Všeobecné využití této možnosti je problém organizační, ale hlavně hospodářský. Obtíže, které se přitom vyskytnou, nesmějí odradit cukrovarecký průmysl od realizování úspěšných výsledků výzkumu ve velké provozní praxi. Vůdčí místo, které si získali cukrovarníci přede všemi ostatními průmysly ve výzkumu odpadních vod, není konečným cílem: toho bude dosaženo teprve zavedením vynalezených metod ve všech cukrovarech, které se projeví podstatným zlepšením jakosti vody v našich řekách.

Содрун

Праце поједнава о проблематике знешкоднѣнї одпаднїх вод цукроварскїх. Удává мнoжствї вод одпадáјїсїх з једнотлївїх оддѣленї цукрoварů а јејїх слoженї в нáших зáвoдех. Поdle тоhо лзе одпáды рoздѣлїт нá трї глáвнї оkруhy: řепнý, řїзковý а теhнїкý (кoндeнсáчнї атд.). Првнї подмїнкoу ўспѣшнoго řешенї воднї оtáзкы в цукрoварех је, абы вoды тѣхто трї оkруhů былы ўплнѣ оддѣлены. Вoды оkруhу řепнoго лзе добрoу седїментáцїю вычїстїт тáк, же мoгoу бýт по целoу добу кампанѣ рецїкулoвáны, чїмž се снїзїт мнoжствї целкoвýх одпаднїх вод áж о 1000% з вáhy řepy. Вoды теhнїкe лзе прї прїснѣм оддѣленї од остáтнїх вод тѣж вracет до вýрoбы, јсoу-лї вhоdnýм зпýсoбeм оhлáзeны. Оbtїже пýсoбїт вoды оkруhу řїзковoго, ктерѣ оhсáхујї вeлкѣ мнoжствї рoзпустнýх лáтек. I тáто оbtїž је днес јїž подробнýм прoвáдѣнýм вýзкumем выřешeнa: днес доведeмe јїž и тyтo вoды бїoлoгїкы вычїстїт тáк, же јїх лзе пoужївáт стáлe в оkруhу по целoу добу кампанѣ. В прáцї се вѣнue позорност Јонáшoвѣ чїстїцї мeтoдѣ, прї ктерѣ се вoдa нејен вычїстїт, алe соучáснѣ се oргáнїкe шкoдлївїны з нї (цукры) вylоучїт в подoбѣ бїлкoвїтe стравїтeлнѣ hмoты (крмївa). Дýслeднýм оддѣленїм вод поpsáнýх трї оkруhů, јејїх оддѣленýм вычїщѣнїм а вracенїм до прoвoзу снїзїт се днес пoтřeбнѣ мнoжствї вoды прo вýрoбу цукрa (1800% з вáhy řepy) áж нá 100%, což знáмeнá skopo ўплнѣ выřешeнї прoблѣмy цукрoварскїх одпаднїх вод. То је ўспѣшнý рýслeдeк вýзкumů чс. бадатeлů. Завeдeнї вe вeлкѣ прáцї јe oвřeм дáлшїм прoблѣмeм hоспoдářскýм а oргáнїсáцнїм, с јeгоž řешeнїм бy мѣл цукрoварскý прýмýсл co нeјдрївe зaпoчїт в зájмy злeпřeнї јáкoстї вoды в нáших řeкáх.

СТОЧНЫЕ ВОДЫ ИЗ САХАРНЫХ ЗАВОДОВ

В. Кубелка, В. Коржан

Кафедра химической технологии воды Словацкого ВТУЗа, Братислава

Выводы

В работѣ рассмoтрeнa прoблeмa oбeзврeждeнїя стoчнýх вод из сáхáрных зáвoдoв. Дáно кoлїчeствo стoчнoй вoды из oтдeльных цeхoв; прївoдїтся сoсáв этoй вoды в нáших сáхáрных зáвoдax. Стoчнe вoды мoжнo по прїoхoждeнїю рáздeлять в трї глáвнe сoртa: свeклoвїчнe, стружкoвыe и теhнїкeскїe (кoндeнсáцїoннe и пр.). Пeрвým услoвїeм ўспeшнoго рeшeнїя воднoй прoблeмы в сáхáрных зáвoдax явлeтся пoлнoе вzáимнoе oтдeлeнїe этїх трѣх сoртoв вoды. Свeклoвїчнe вoды вoзмoжнo путѣм хoрoшeй сeдїмeнтáцїи oчїщáть до тoй стeпeнї, что мoжнo их в тeчeнїe всeй сáхáрнoй кампанїи вoзврáщáть в прїoизвoдствo; с этїм кoлїчeствo всeй стoчнoй вoды пoнїжáтся вплoть нá 1000% oт вeсá свeклы. Теhнїкeскїe вoды прї стрoгoм oтдeлeнїи oт другїх вод вoзмoжнo тoжe вoзврáщáть в прїoизвoдствo, eслї их пoдхoдящїм oбрáзoм oхлáждáть. Зáтруднeнїя вызвáны стружкoвoй вoдoй, сoдeржáщeй бoльшoе кoлїчeствo рáствoрїмýх вeщeств. Этá труднoсть сeгoдня, блáгoдáря пoдрoбнoму исслeдoвáнїю, ўстрáнeнa. Этї вoды вoзмoжнo бїoлoгїкeскїм путeм oчїщáть тáкїм oбрáзoм, что вoзмoжнo их прїмeнять

в производстве в течении всей сахарной кампании. Уделяется внимание методу очистки Ионаша, который делает возможной не только совершенную очистку, но по этому способу выделяются органические вредные вещества (сахары) в виде белкового удобоваримого вещества (корма). Последовательным отделением описанных трех сортов сточной воды, их отдельной очисткой и возвращением в производство понижается количество воды, необходимо нужной для производства сахара (1800 % от веса свеклы), вплоть на 100 %, что обозначает почти полное решение проблемы сточных вод из сахарных заводов. Это является успешным результатом исследования чехословацких ученых. Применение этих сведений в производстве является, однако, дальнейшей проблемой. Решение этой проблемы — важная задача сахарной промышленности, так как от него зависит улучшение качества воды в наших реках.

Получено в редакции 18-го мая 1954 г.

ABFALLWÄSSER VON ZUCKERFABRIKEN

V KUBELKA, V KOŘÁN

Institut für Chemische Technologie des Wassers an der Slowakischen Technischen Hochschule in Bratislava

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit behandelt die Problematik der Unschädlichmachung von Abfallwässern der Zuckerfabriken. Zunächst werden die Mengen der Abfallwässer angegeben, welche aus den einzelnen Abteilungen der Zuckerfabriken anfallen. Demgemäss kann man diese Abfallwässer unterteilen in Wässer, die aus drei Hauptarbeitskreisen entstammen, nämlich in Wässer aus der Rübenbehandlung, weiters aus der Rübenschnitzelbehandlung und in technische Abwässer (Kondenswässer udgl.). Die erste Bedingung einer erfolgreichen Lösung der Wasserfrage in den Zuckerfabriken ist die vollkommene Getrennthaltung der Wässer der erwähnten drei Hauptgruppen. Die aus der Rübenbehandlung stammenden Wässer lassen sich durch gute Sedimentation derart reinigen, dass sie während der gesamten Dauer der Kampagne rückgeführt werden können, wodurch die Menge der gesamten Abwässer bis um 1000% vom Rübengewicht herabgesetzt werden kann. Technische Abwässer können bei strenger Getrennthaltung von den übrigen Wässern gleichfalls immer wieder in den Betrieb zurückgeleitet werden, wenn sie in geeigneter Weise gekühlt werden. Schwierigkeiten verursachen Wässer der Rübenschnitzelverarbeitung, welche grosse Mengen löslicher Stoffe enthalten. Jedoch auch diese Schwierigkeit ist heute durch eine erfolgreiche Forschung bereits behoben worden; man ist heute in der Lage, auch diese Wässer biologisch so zu reinigen, dass man sie während der gesamten Dauer der Kampagne ständig verwenden kann und in den Kreis der Rübenschnitzelverarbeitung immer wieder zurückführen kann. Die Arbeit widmet Beachtung der Reinigungsmethode von Jonáš, durch welche das Wasser nicht nur völlig gereinigt wird, sondern durch welche gleichzeitig schädliche organische Stoffe (Zuckerarten) in Form einer eiweissartigen verdaulichen Masse ausgefällt werden (für Futterzwecke verwendbar).

Durch gründliche Getrennthaltung der Wässer der beschriebenen Arbeitskreise, durch ihre getrennte Reinigung und Rückführung in den Betrieb, vermindert sich die heute benötigte Wassermenge für die Erzeugung von Zucker (1800% vom Rübengewicht) bis auf 100%, was eine fast vollkommene Lösung des Problems der Abfallwässer aus Zuckerfabriken bedeutet. Diese Tatsache ist das erfolgreiche Ergebnis der Forschungen tschechoslowakischer Wissenschaftler. Die Einführung in die Grosspraxis ist allerdings ein weiteres wirtschaftliches und organisatorisches Problem, mit dessen Lösung die Zuckerindustrie im Interesse der Verbesserung der Qualität der Flusswässer beginnen sollte.

In die Redaktion eingelangt den 18. V.1954

LITERATURA

1. Vašátko J., Křižan V., Chem. zvesti 5—6, 9, 299, 537 (1953).
2. Ministerstvo potravinářských průmyslů, Směrnice SZ 396 (114) 54 z 1. III. 54.
3. Pytlík B., *Čištění a využitkování odpadních a kanalizačních vod v rybnících*, Sborník přednášek z chemických odborů v Banské Štiavnici, Bratislava 1953.
4. Jonáš V., *Čištění odpadních vod potravinářského průmyslu umělými biologickými způsoby*, Sborník přednášek z chemických odborů v Banské Štiavnici, Bratislava 1953.
5. Kubelka V., *Vodní hospodářství potravinářských průmyslů*, Sborník ministerstva potravinářských průmyslů, Praha 1951.
6. Kubelka V. ml., *Index znečištění vod v řekách*, Voda 176 (1950).
7. Holý B., *Vplyv odpadkových vod cukrovarských na biologii přírodních vod*, Praha 1935.
8. Kabeláč B., *O odpadních vodách z rafinerií cukru*. Zprávy Ústavu ku podpoře průmyslu Obchodní a živnostenské komory, Praha 1925.
9. Kubelka V., *Význam reformy vodního zákona pro průmysl cukrovarský*, LC (1939).
10. Vondrák L., *Vodní otázky průmyslových závodů*, MAP Věstník, Praha 1937.
11. Kubelka V., *Vzrůst znečištění řeky Moravy od r. 1935—1948*, Sborník vodo hospodářských problémů, Praha 1953.
12. Bulíček J., *Odpadní vody našeho průmyslu*, Praha 1951.

Došlo do redakcie 18. V. 1954