

Technické podmínky zřízení a provozu sanitačních stanic

663.4.013.8
628.5

Ing. ANTONÍN KRATOCHVÍLE, Jihočeské pivovary, n. p., České Budějovice

Předneseno na XX. Pivovarsko-sladařském semináři v Plzni 13. listopadu 1980

Snaha a nutnost vytvářet optimální podmínky pro zajištění vyšší kvality našich výrobků, za současného zvyšování produktivity práce, vede na úseku sanitačních operací ke stále širšímu využívání tzv. sanitačních stanic.

Mechanizované a automatizované sanitační systémy, jejichž základem je sanitační stanice, SaSt, vyústily ve dva principy:

— princip označovaný zkratkou CIP (Cleaning in place), což je systém stabilně instalovaných sanitačních okruhů (např. podle jednotlivých provozních souborů) napojených na SaSt, pracující na principu cirkulace a recirkulace. Aplikuje se při sanitaci potrubních okruhů, sanitaci technologických nádob a aparátů, při běžné úrovni znečištění;

— princip označovaný zkratkou CCS (Central cleaning system), což je systém stabilně instalovaných rozvodů detergentů ze SaSt k místům provádění sanitačních operací. Zařízení pracuje bez recirkulace a je vhodné zejména pro vnější čištění strojů, manipulačních systémů, podlahových ploch apod., při kterém je třeba odstraňovat větší znečištění a nečistoty, které vylučují opakovaně použité roztoky detergentů.

Sanitační stanice

Sanitační stanice je soubor 1—5 nádob—nádří, vhodně propojených příslušným potrubím, vybavených armaturami, regulačními, popřípadě automatizačními prvky, které umožňují jak přípravu, tak i vlastní provádění sanitačního procesu. Rozsah, základní parametry a uspořádání SaSt jsou určovány účelem a zvolenou sanitační technologií.

Sanitační proces je souhrn činností k zabezpečení zdravotně a technologicky nezávadných podmínek ve vztahu k výrobnímu zařízení, popř. k výrobnímu prostředí, lze s jistým zjednodušením rozdělit do dvou fází:

- fáze čištění,
- fáze dezinfekce.

Bez dostatečné úrovně ve fázi čištění nelze zpravidla dosáhnout požadované úrovně dezinfekce. Čištění je složitý proces, jehož nezbytnou podmínkou je, aby vazba nečistoty na čištěný povrch byla v průběhu čištění překonána a nečistota byla z čištěného povrchu uvolněna a odstraněna. Při použití SaSt jsou tyto podmínky zajišťovány kapalinou — roztokem detergentu.

Na výsledek sanitačního procesu mají vliv 4 základní faktory:

Faktor tepla	Faktor fyzikálně chemický
Faktor mechanický	Faktor času

Sanitační stanice proto musí umožnit vhodné využití všech těchto základních faktorů. Z hlediska technického řešení SaSt je nutno věnovat pozornost zejména faktoru mechanického působení a faktoru tepla.

Základní technické otázky sanitačních stanic

Při řešení základních parametrů, v souladu s předpokládanou sanitační technologií a účelem SaSt, je třeba vhodně odpovědět na tyto otázky:

- počet, velikost a ostatní aspekty nádrží,
- požadavek na čerpadla,
- tepelné technické otázky SaSt.

Nádrže SaSt na roztoky detergentů a vodu

Počet nádrží SaSt vychází ze sanitační technologie a účelu. Pro pouhou horkovodní sterilaci postačí pouze jedna nádrž, pro kombinované náročnější postupy má SaSt 2 až 5 nádrží. Podle funkce jde o nádrže na roztoky detergentů, nádrž na vodu a rozpouštěcí nádrže.

Tvar nádrží může být v podstatě libovolný. Investičně nejlevnější jsou vertikální válcové nádrže s klenutým, nebo mírně kónickým dnem. Čtverhranné nádrže jsou investičně náročnější, proti tomu však lépe využívají prostor.

Z hlediska materiálového přichází v úvahu ocel, hliník, nerezavějící ocel a plastické hmoty.

Ocelový plech je odolný proti vodě a roztokům hydroxidů. Pokud se však roztoky hydroxidů často vyměňují, popř. obsahuje-li detergent vedle hydroxidu i další komponenty (tzv. kombinované čisticí prostředky), bývá ocel v těchto případech časem napadána korozí.

Hliníkové nádrže je možno doporučit pouze na vodu. Hliník je kromě velmi nízkých koncentrací, napadán jak roztoky kyselin, tak i hydroxidů.

Nerezavějící ocel je nejvhodnějším materiálem s dlouhou životností, odolný vůči veškerým činidlům, výraznou nevýhodou však je vysoká investiční náročnost. Výjimkou v odolnosti nerezavějící oceli běžných druhů je napadání tohoto materiálu chloridovými ionty.

Plastické hmoty, zejména laminované skelnými vlákny, je možno doporučit zejména na nádrže na vodu. Proti ostatním materiálům je u plastických hmot obtížnější provedení nádrží, popř. pozdější úpravy, armaturové a připojovací vybavení nádrží.

Velikost, objem nádrží SaSt musí být dostatečný, ale v zásadě se nemá volit zbytečně velký. Nadměrný objem nádrží, vedle prostorových nároků, vede ke ztrátám detergentů a nárazovému zatěžování odpadních vod (zbytkový obsah při výměně), popř. k vyšším nárokům na spotřebu tepla.

Nádrže na roztoky detergentů N_1 , určené k cirkulační sanitaci potrubí, stejně tak jako nádrže na vodu při horkovodní sterilaci, mají mít užitný objem V_{N1} odpovídající objemu sanitovaného a připojovacího potrubí, zvětšenému asi o 30 %.

Obecně:

$$V_{N1} = (V_{sp} + V_{pp}) \cdot 1,3 \quad [\text{m}^3] \quad (1)$$

Pro běžné Js potrubí je třeba, na každých 100 m délky potrubí, počítat s užitným objemem nádrže N_1 :

Js	40	50	65	80	100
$V_{N1} \text{ m}^3/100 \text{ m}$	0,165	0,255	0,43	0,65	1,02

Nádrže na roztoky detergentů N_1 , v SaSt určené k sanitaci průmyslových aparátů (monoblok, filtry, deskové chladiče) a objemových zařízení (tanky, pánve apod.), je možno potřebný objem V_{N1} obecně vyjádřit vztahem:

$$V_{N1} = (V_{sa} + V_{pp}) \cdot 1,3 \quad [\text{m}^3] \quad (2)$$

kde:

V_{pp} je objem připojovacího potrubí, který je shodný

s objemem V_{sp} (objem sanitovaného potrubí), stejné Js, jak je uvedeno v předešlé tabulce; V_{sa} — tzv. „sanitační objem“ příslušného zařízení.

Sanitační objemy V_{sa} pro vertikální válcové nádoby s kuželovým dnem, s plochým dnem, pro horizontální válcové nádoby, pro čtyřhranné nádoby, pro plnicí monoblok, deskové chladíče a pro filtry jsou uvedeny v třetím sloupci tabulky 2.

Nádrže na vodu N_2 . Objem této nádrže by měl vyhovovat podmínce a technologické racionální zásadě, podle které je voda ze závěrečného výplachu jímána v nádrži N_2 a při následném příštím sanitačním cyklu je využívána na první výplach. Objem nádrže N_2 je pak úměrný objemovému průtoku Q_v a době trvání závěrečného výplachu ZV , podle vztahu:

$$V_{N2} = Q_v \cdot \frac{ZV \cdot 1,3}{60} \quad [\text{m}^3] \quad (3)$$

kde:

Q_v je objemový průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$],

ZV — doba trvání závěrečného výplachu v min.

Protože u potrubí je objemový průtok funkcí průřezného průřezu S [m^2] a rychlosti proudění v [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$], je možno vztah (3) pro případ potrubních systémů psát takto:

$$V_{N2} = S \cdot v \cdot 78 \cdot ZV \quad [\text{m}^3] \quad (4)$$

Hodnoty pro orientační určení V_{N2} , pro běžné Js, vybrané doby trvání ZV a vybrané rychlosti proudění v , jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1. Doporučené objemy nádrže N_2 v závislosti na době trvání závěrečného výplachu, pro různé Js a vybrané hodnoty rychlosti proudění.

Sanitované potrubí Js	Doba trvání ZV minut					
	5	7	5	7	5	7
	rychlost proudění v $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$					
	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
potřebný objem V_{N2} m^3						
40	0,73	1,02	0,98	1,37	1,22	1,71
50	1,15	1,60	1,53	2,14	1,91	2,67
65	1,94	2,72	2,57	3,60	3,24	4,53
80	2,94	4,11	3,90	5,46	4,89	6,85
100	4,59	6,43	6,12	8,57	7,65	10,72

Nádrže na koncentrované detergenty a rozpouštěcí nádrže N_3 . Objem těchto nádrží je nutno volit individuálně podle zvolené technologie, manipulace a koncentrace detergentů. Orientačně lze jejich velikost určit vztahem:

$$V_{N3} = 0,1 \text{ až } 1,0 \text{ m}^3.$$

Požadavky na čerpadla sanitační stanice

Funkčně lze čerpadla náležející do SaSt rozdělit na čerpadla oběhová, čerpadla vratná a popř. čerpadla dávkovací. Konstrukčně a materiálově musí použítá čerpadla odpovídat chemickým vlastnostem a teplotě používaného detergentu, vratná čerpadla mají být samonasávací.

Oběhové čerpadlo

Oběhové čerpadlo je v podstatě hlavní částí SaSt, neboť zajišťuje potřebné uplatnění faktoru mechanického působení. Úroveň mechanického působení, přesněji hydromechanického působení, roztoku detergentu je úměrná silovému působení kapaliny na nečistoty jako výsledek proudění kapaliny, dopadu kapalinného paprsku, nebo stékání kapaliny po stěně.

Podmínkou pro dosažení intenzivního čistícího účinku při cirkulačním čištění potrubních systémů je do-

sažení částečné rychlosti proudění roztoku detergentu v oblasti proudění turbulentního. Určení optimální hodnoty Reynoldsova čísla Re , jako kritéria turbulence, je v praxi obtížné a literární údaje doporučují Re v rozmezí 25 000 — 600 000. Pro praktické použití se proto často doporučují přímo hodnoty rychlosti proudění. Rädler [1] doporučuje jako optimální hodnotu rychlosti proudění $v = 2,5 - 3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Schöffel [2] pak doporučené rychlosti váže na Js potrubí a teplotu detergentu:

Teplota detergentu $^{\circ}\text{C}$	Doporučená rychlost v [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$] pro Js				
	40	50	65	80	100
60	1,3	1,0	0,8	0,7	0,6
5	4,0	3,0	2,3	1,9	1,5

Objemový průtok (průtočné množství)

Objemový průtok Q_v [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$] (popř. $\text{litr} \cdot \text{min}^{-1}$) je podmínkou pro zajištění příslušné požadované rychlosti proudění v potrubí, stejně tak jako pro dosažení požadovaného tlaku na výstupu z mycích trysek (z mycí hlavice), nebo pro zajištění kapalinného filmu stékajícího po sanitované ploše.


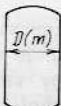
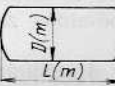


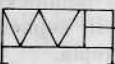

Při cirkulačním čištění potrubních systémů je objemový průtok funkcí rychlosti proudění v a průřezu potrubí S , podle známého vztahu:

$$Q_{v-p} = S \cdot v \cdot 3600 \quad [\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}] \quad (5)$$

Pro čištění nádob stékajícím filmem kapaliny je objemový průtok v korelaci s vodorovnou délkou myté plochy, po níž kapalina svisle stéká. Limberg [3] udává jako optimální množství objem kapaliny odpovídající vztahu:

$$Q_{v-kf} = 6,6 \cdot 10^{-4} \quad [\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}] \quad (6)$$

Tabulka 2. Hodnoty Q_v a V_{sa} vybraných zařízení
Objemový průtok Q_v a sanitační objem V_{sa}

zařízení	$Q_v \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	$Q_v \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$	$V_{sa} \text{ m}^3$
	$7,4 D$	$123 D$	$0,3 - 0,5$
	$7,4 D$	$123 D$	$\pi D^2 0,03$
	na 4 m délky L		$r \cdot L 0,1$ $D \cdot L 0,05$
	na 4 m obvod 2.(d x s)		$d \cdot s 0,13$
	na 1 plnicí orgán		$0,18 - 0,48$ $3 - 8$ $0,2 - 0,5$
	$1,1 q - 1,3 q$	$1,1 q - 1,3 q$	$0,3 - 1,0$
	$1,1 q - 1,3 q$	$1,1 q - 1,3 q$	$0,3 - 1,0$

Pro aparáty (filtry, deskové chladiče) se má objemový průtok při sanitačních operacích pohybovat v rozmezí 110–130 % nominálního výkonu aparátu q .

Pro běžné druhy zařízení jsou objemové průtoky, na základě obecných zásad, přehledně uvedeny v prvním a druhém sloupci tabulky 2.

Uvedené hodnoty platí pro nízkotlaké a středotlaké čištění, při vysokotlakém čištění, při kterém je zdůrazněn tlakový vliv kapalinného paprsku, používají se hodnoty objemového průtoku 3–4krát nižší.

Parametry oběhového čerpadla

Pokud je podle předcházejících podmínek znám požadovaný objemový průtok Q , zbývá pro vhodnou volbu oběhového čerpadla určit jeho druhou hodnotu, tj. dopravní tlak čerpadla P_d (= dříve výtlačná dopravní výška H), který je dán součtem pracovního tlaku mycí hlavice p_{hl} , ztrátového tlaku k vyrovnání odporů potrubí a armatur p_z a tlaku k vyrovnání rozdílu geodetické výšky umístění čerpadla a nejvyšším místem sanitačního systému p_{gv} :

$$P_d = p_{hl} + p_z + p_{gv} \quad [\text{MPa}] \quad (7)$$

[Před zavedením soustavy jednotek SI se hodnoty dopravní výšky udávaly v m a vztah 7 měl tvar:

$$H = h_{hl} + h_z + h_{gv} \quad [\text{m}] \quad (7a)$$

přibližný převodní vztah je $1 \text{ m} = 0,01 \text{ MPa}$].

Zde je třeba upozornit na činitele tlaková ztráta p_z , která může v sanitačním systému a v koncepci SaSt mít velmi důležitý vliv. Pro určení její hodnoty je možno v běžné praxi použít ve vodárenství zavedené Manningovy metody. Tlaková ztráta na 1 m potrubí i [$\text{MPa} \cdot \text{m}^{-1}$] je podle Manninga dána vztahem:

$$i = 0,01 \cdot \alpha \cdot Q^2 \cdot A \quad [\text{MPa} \cdot \text{m}^{-1}] \quad (8)$$

kde α je součinitel vnitřní drsnosti potrubí,

Q — objemový průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$],

A — Manningův součinitel odpovídající příslušné Js.

Pro potrubí používané v pivovarské praxi platí tyto hodnoty součinitele α :

normální starší ocelové potrubí	1,0
nerezocelové potrubí	0,55
měděné potrubí	0,69
skleněné potrubí	0,44

Manningovy metody lze použít i pro výpočet rychlosti proudění v potrubí podle vztahu:

$$v = Q \cdot K \quad [\text{m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (9)$$

Hodnoty Manningových součinitelů A a K pro nejpoužívanější Js potrubí jsou uvedeny v tab. 3.

Tabulka 3. Hodnoty Manningových součinitelů tlakové ztráty a rychlosti proudění (podle Dašek: Tabulky pro hydraulický výpočet).

Potrubí Js (D mm)	Součinitel A	Součinitel K
40	42 326,2	795,77
50	12 875,3	509,30
65	3 177,3	301,36
80	1 049,8	198,94
100	319,35	127,32
125	97,143	81,487
150	36,737	56,588

Tlaková ztráta konkrétního potrubí je pak dána součinem měrné tlakové ztráty i (podle vztahu 8) a celkové výpočtové délky potrubí. Celková výpočtová délka potrubí je součet délky vlastního potrubí a ekvivalentních délek všech tvarovek a armatur instalovaných v potrubí. Pro určení ekvivalentních délek je možno použít

hodnot, které doporučuje Si ma k. p. a které jsou uvedeny v tabulce 4.

Tabulka 4. Odpor v tvarovkách a armaturách vyjádřený délkou potrubí v m (podle doporučení n. p. Sigma).

Druh armatury tvarovky	Js potrubí nebo armatury, tvarovky				
	40	50	65	80	100
odpor vyjádřený ekvivalentní délkou potrubí — m					
šoupátko	0,27	0,35	0,43	0,5	0,7
zpětná klapka	5–9	6–12	8–15	10–20	13–25
ventil přímý	13	17	22	28	35
rohový	7	8	10	13	16
oblouk 90°	0,8	1	1,4	1,7	2
45°	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5
koleno 90°	1,4	1,8	2,0	2,5	3,2
180°	5,6	7,2	8,0	10,0	12,8
T-kus	4,0	5,0	7,0	8,0	10,0

Prospěšnost příslušných výpočtů je zřejmá z těchto příkladů:

Celková výpočtová délka potrubí	m	okruh a	okruh b
		390 nerez Js 80	390 sklo Js 50
Požadovaná rychlost	$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	2	2
Potřebný Q_v	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	40	14,2
Tlaková ztráta měrná i	$\text{MPa} \cdot \text{m}^{-1}$	0,00071	0,00088
celková p_z	MPa	0,276	0,344
Příkon čerpadla	kW	5,6	2,6

V praxi se však mohou vyskytnout požadavky na současnou sanitaci kratších částí potrubí o různé Js. Vytvořením společného okruhu však může nastat případ uvedený v příkladu c:

— potrubní okruh o shodné celkové výpočtové délce 390 m je z části tvořen nerezocelovým potrubím Js 50 v délce 130 m a z části nerezocelovým potrubím Js 80 o výpočtové délce 260 m. Pokud v případě c1 přiřadíme požadovanou rychlost k Js 80 a v případě c2 k Js 50, lze vypočítat ostatní hodnoty vyplývající z tohoto vstupního rozhodnutí:

	případ c 1	případ c 2
Požadovaná rychlost v Js 80 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	2	—
v Js 50 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	—	2
Vyvolaná rychlost v Js 80 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	—	0,80
v Js 50 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$	5,65	—
Potřebný Q_v	$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	40
Celková ztráta p_z	MPa	1,32
Příkon čerpadla	kW	26

Z uvedeného je zřejmé, že nejen nevhodnou volbou oběhového čerpadla, ale i vhodným určením sanitačního okruhu můžeme dosáhnout jak neúčinného, tak i neefektivního výsledku.

Vratné čerpadlo

Pokud je v sanitačním okruhu zařazeno objemové za-

řízení (tanky, pánve, kádě apod.), je nutné do okruhu zařadit tzv. vratné čerpadlo. Zásada sanitační technologie je, že z hlediska celého systému musí být zachována kontinuita cirkulace, tj. že v sanitovaném zařízení se nesmí roztok detergentu hromadit. Tato zásada je technicky nepříjemná, protože vratné čerpadlo nasává roztok z nízké volné hladiny bez nátokové výšky, nasává se vzduch, přerušuje se tok a tím se snižuje objemová činnost čerpadla. Základní podmínkou je, že čerpadlo použité jako vratné musí být samonasávací.

Vratné čerpadlo může být umístěno buď přímo u sanitovaného zařízení, nebo je možné vratné čerpadlo umístit při menších vzdálenostech, přímo u SaSt, popř. lze vratné čerpadlo umístit na pevném místě, na kterém je na čerpadlo pevně napojeno několik jednotlivých zařízení, která jsou postupně sanitována.

Tuto zdánlivě formální záležitost dispozičního umístění vratného čerpadla je nutno respektovat z hlediska dodržení, respektive nepřekročení maximální sací měrné energie čerpadla Y_s (dříve tzv. vakuometrická sací výška H_s). Maximální sací měrná energie Y_s odpovídá při normálním barometrickém tlaku pro kapaliny s měrnou hmotností $1 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (voda o teplotě 4°C):

— u odstředivých čerpadel

$$Y_s \text{ max.} = 65 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} (= 6,5 \text{ m}),$$

— u samonasávacích čerpadel

$$Y_s \text{ max.} = 80 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1} (= 8,0 \text{ m}).$$

Pokud by však součet tlakového odporu sacího potrubí a případného odporu výškové dispozice vratného čerpadla byl vyšší, než uvedené hodnoty $Y_s \text{ max.}$, pak vratné čerpadlo nemůže nasávat roztok detergentu. V provozní praxi však můžeme počítat, že použitelná sací měrná energie čerpadla je asi $50 \text{ J} \cdot \text{kg}^{-1}$ (tj. asi 5 m).

Například při sanitaci tanku o $\varnothing 2200 \text{ mm}$ a tomu odpovídajícímu objemovému průtoku $Q_v = 16,28 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, dosáhne tlakový odpor sacího potrubí J_s 50 hodnoty použitelné sací měrné energie v délce 35 m vodorovného potrubí. Je-li sací potrubí delší, nebo překonává-li výškový rozdíl, pak nelze očekávat, že roztok detergentu bude ze sanitovaného zařízení odčerpáván. Pokud se však dispozičně takové řešení volit musí, pak je nutné zvětšit J_s sacího potrubí, aby se snížil jeho odpor. Například při J_s sacího potrubí 65 dosáhne za stejných podmínek jeho odpor hodnoty použitelné sací měrné energie až při délce potrubí 145 m.

K vyrovnaní nepravidelné činnosti vratného čerpadla vedou v podstatě dvě možnosti. Jednak je to volba vyššího výkonu — průtoku čerpadla —, než má čerpadlo oběhové, což však nepravidelnost neodstraní, naopak absolutní výkyvy jsou větší, což dále vyžaduje větší J_s připojovacího potrubí a což je investičně a energeticky náročnější. Proto se u moderních SaSt používá tzv. metoda impulsového výstřiku, při které se na straně výtlaku oběhového čerpadla střídá výstřik a přerušování výstřiku. Délky trvání výstřiku, asi 20 s, a délky trvání přerušování, asi 25 s, se zpravidla nastavují až na základě praktického ověření, při konkrétní instalaci SaSt. Při použití této metody je vratné čerpadlo v provozu trvale a jeho výkon je shodný, nebo o 10–20 % nižší, než výkon čerpadla oběhového. Trvání přerušování výstřiku nemá být delší než 30 s, aby se neprodlužovala celková doba sanitace.

Tepelně technické otázky sanitačních stanic

Uplatnění faktoru tepla je při sanitačních operacích zajišťováno působením roztoku detergentu s teplotou vyšší než 20°C , působením horké vody, popř. páry.

V zásadě je však vhodné respektovat zásadu, že tam, kde dlouhodobě probíhá studený technologický proces, měl by i sanitační proces být studený a naopak, kde technologický proces probíhá za vyšších teplot i sani-

tační technologie by měla být „horká“. Výjimku tvoří horkovodní sterilace, nebo sterilace párou a jednorázové sanitační operace s dlouhou periodou. Zde je třeba připomenout, že sterilovat je třeba až po základním odstranění nečistot, neboť zejména bílkovinné substance nečistot ztěžují při teplotách nad 50°C následný průběh sanitační operace.

Ohřev roztoku detergentů

Ohřev roztoků detergentů lze provádět:

— přímou párou,

— vestavěným topným hadem v příslušných nádržích,

— trubkovým, nebo deskovým výměníkem.

Ohřev přímou párou bezhlučným ejektorem je řešení nejjednodušší, má výhodu v maximálním využití entalpie topné páry, nevýhodou však je, že kondenzující pára roztok detergentu zředí, a proto je tento způsob vhodný zejména pro systémy CCS, kde se nepočítá s recirkulací.

Vestavěný topný had vyhovuje pouze pro malé objemy, neboť do nádrží s větším objemem nelze zpravidla instalovat topný had s dostatečnou teplosměnnou plochou.

Trubkový, nebo deskový výměník představuje sice řešení nejnákladnější, má však výhodu ve vysokém výkonu a při vhodném uspořádání a propojení je možno jedním výměníkem ohřívat veškeré roztoky, kterých se používá v dané SaSt.

Nesporná nevýhoda horkých sanitačních procesů v chlazených provozních prostorech je, pokud sanitované potrubí, nebo aparáty nemají tepelnou izolaci, ohřev prostředím následkem ztrát tepla. Ztráty tepla je nutno nejen vyrovnávat dalším ohřevem roztoků detergentů, ale současně je nutno ohřev prostředí eliminovat zvýšeným příkonem chlazení.

Spotřeba tepla na sanitační operace

Celková spotřeba tepla na sanitační operace v období přípravy a průběhu operace je dána součtem těchto dílčích spotřeb:

$$Q = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$$

kde Q je celková spotřeba tepla;

q_1 — teplo nutné k ohřevu roztoku detergentu na teplotu, při které probíhá sanitační proces;

q_2 — teplo nutné k ohřevu částí SaSt;

q_3 — ztráty tepla povrchem SaSt v období přípravy;

q_4 — ztráty tepla povrchem SaSt v průběhu sanitace;

q_5 — teplo nutné k ohřevu vlastního sanitovaného zařízení na teplotu sanitace;

q_6 — ztráty tepla povrchem sanitovaného zařízení v průběhu sanitační operace.

Běžnými tepelně technickými výpočty je možno pro určitou SaSt a pro určitý sanitovaný objekt, vypočítat jednotlivé dílčí spotřeby. Základní význam má hodnota q_1 , tj. teplo nutné k ohřevu roztoku detergentu. Pokud další dílčí spotřeby q_2 až q_6 vyjádříme jako procentní podíly q_1 a tyto procentní podíly označíme symboly p_2 až p_6 , pak lze celkovou spotřebu tepla pro sanitační operaci v konkrétních podmínkách určité SaSt, matematicky formulovat následujícím vztahem:

$$Q = q_1 + \frac{q_1}{100} \left[p_2 + p_5 + \frac{p_3 \cdot T_1}{60} + \frac{(p_4 + p_6) \cdot T_2}{60} \right] [\text{J}, \text{kcal}] \quad (10)$$

kde T_1 je čas přípravy minut,

T_2 — čas trvání sanitační operace minut.

Pro správné dimenzování teplosměnných ploch topného systému, parametrů parního a kondenzátního potrubí je vhodné určit spotřebu tepla jednak v období přípravy a jednak v průběhu vlastní sanitační operace.

V období přípravy je spotřeba:

$$Q_{T1} = q_1 + \frac{q_1}{100} \left(p_2 + \frac{p_3 \cdot T_1}{60} \right) \quad [J, \text{kcal}] \quad (11)$$

a v období vlastního průběhu sanitačního procesu je spotřeba tepla dána vztahem:

$$Q_{T2} = \frac{q_1}{100} \left[p_5 + \frac{(p_4 + p_6) \cdot T_2}{60} \right] \quad [J, \text{kcal}] \quad (12)$$

Uvedenými vztahy se vypočte spotřeba tepla (práce tepelné energie) a dále se musí určit na základě časových údajů tepelný příkon (výkon tepelné energie).

Například SaSt je určena k horkovodní sterilaci nerezavějícího potrubí Js 80, o celkové délce 400 m, při 95 °C, objem cirkulační vody je 2,5 m³, počáteční teplota vody 15 °C; doba přípravy = 60 min a vlastní cirkulace 30 min. Pro tuto konkrétní SaSt byly vypočteny tyto hodnoty:

			příprava	cirkulace
Spotřeba tepla	GJ	Q_{T1}	0,894	—
	GJ	Q_{T2}	—	0,243
Tepelný příkon kW			248	135
(tj. asi tnp · h ⁻¹)			0,41	0,22

Zajímavým výsledkem výpočtů různých modelových případů SaSt je zjištění, že poměry mezi spotřebou tepla v období přípravy a v období vlastní sanitační operace jsou výrazně ovlivňovány nejen dobou trvání přípravy a trváním vlastní sanitace, ale i velikostí SaSt, druhem a rozsahem sanitovaného zařízení. Lze vyslovit zjednodušující obecný závěr, že spotřeba tepla v období vlastní sanitace Q_{T2} se tím více blíží spotřebě v období přípravy Q_{T1} :

- čím menší je objem roztoku detergentu,
- čím delší je doba sanitace,
- a zejména čím větší je specifický povrch sanitovaného zařízení ve vztahu k jeho objemu.

U potrubních okruhů je spotřeba tepla Q_{T2} v porovnání se spotřebou Q_{T1} tím větší, čím menší je Js sanitovaného potrubí, a není vyloučena ani možnost, že Q_{T2} je větší než Q_{T1} , což v praxi znamená nutnost zvýšit příkon tepelné energie v okamžiku zahájení cirkulace. Tyto skutečnosti pak jsou rozhodující pro stanovení velikosti teplosměnné plochy topného hadu nebo výměníku. K nebezpečí nedostatečného příkonu tepla v období vlastní sanitace přispívá i skutečnost, že hodnota středního rozdílu teplot je v období vlastní sanitace výrazně nižší, než v období přípravy.

Při konstrukčním řešení, zejména potrubních okruhů,

Zvýšení teploty °C	10	20	30	40	50	60	70	80
Délková roztažnost, mm.m ⁻¹	0,16	0,32	0,48	0,64	0,8	1,0	1,12	1,28

je třeba respektovat tepelnou roztažnost. Pro praktické výpočty je možno použít těchto hodnot (nerezocelové potrubí: *tab. vlevo dole*). Například ohřátím 100 m dlouhého přímého úseku potrubí o 70 °C se prodlouží tento úsek následkem tepelné roztažnosti celkem o 1,12 · 100 = 112 mm. Pokud tyto důsledky dilatace nejsou konstrukčně respektovány, projeví se destruktivním účinkem.

Literatura

- [1] O. RÄDLER: Moderne Reinigungspraxis in Brauereien. Brauwelt-Verlag, Nürnberg, 1977.
- [2] SCHÖFFEL F.: Rohrleitungen und Armaturen in der Getränkeindustrie. Brauwelt 110, 1970, Nr. 80, S. 1479–1501.
- [3] LIMBERG, H.: Turbulent flow of a falling Liquid film. Arch. Mech. Stosow, 24, 1972, No 1, P 35.

Kratochvíle, A.: Technické podmínky zřízení a provozu sanitačních stanic. Kvas. prům., 27, 1981, č. 3, s. 53–57.

Práce se zabývá vybranými technickými otázkami spojenými se zřízením a provozem sanitační stanice. Jsou uvedena doporučení velikosti jednotlivých nádrží SaSt, vzájemné vztahy potřebného průtoku pro základní druhy zařízení, způsob určení parametrů čerpadel. V závěru jsou uvedeny základní tepelné technické aspekty. Některé číselné hodnoty jsou uvedeny v tabulkách.

Кратохвиль, А.: Технические условия строительства и хода станций санитации. Квас. прум., 27, 1981, № 3, стр. 53–57.

Работа занимается избранными техническими условиями, связанными с строительством и ходом станций санитации. Приведены рекомендации величины отдельных резервуаров станции, взаимосотношения требуемого расхода для основных типов установок, метод определения параметров насосов. В заключение приводятся основные теплово-технические аспекты. Некоторые нумерические величины приведены в таблицах.

Kratochvíle, A.: Technical Conditions of the Cleaning Plant Installation and Operation. Kvas. prům. 27, 1981, Nr. 3, pp. 53–57.

The article deals with the selected ingeneering problems concerning installation and operation of the cleaning plants. Sizes of thee separate tanks, correlations among the required flow rates for the standard types of a station and a method for determination of the pump parameters are presented. Finally the principal thermally-technical aspects are given. Some numerical values are listed in tables.

Kratochvíle, A.: Die technischen Bedingungen der Einrichtung und des Betriebs der Sanitionsstationen. Kvas. prům. 27, 1981, No. 3, S. 53–57.

Der Autor befaßt sich mit den technischen Fragen, die mit der Ausstattung und dem Betrieb der Sanitationsanlagen verbunden sind. Die angeführten Empfehlungen betreffen die Größe der einzelnen Behälter der Sanitionsanlage, die wechselseitigen Beziehungen der erforderlichen Durchflußparameter für die Grundtypen der Sanitionsanlagen und die Methoden zur Bestimmung der Pumpenleistungen. In den Tabellen werden einige Zahlenwerte angegeben.