Čištění a dezinfekce v pivovarech z pohledu metody CIP

II. část Čištění — čisticí prostředky

Ing. PETR TÓPKA, Pražské pivovary, k. p., Praha
JIRÍ TOLMAN, Tukový průmysl, koncern, VÚ Rakovník

663.4.013.8
615.28

Jak rozumět často citovaným pojmům jako je sanitace, čištění, mytí? Pojem sanitace nejčastěji zahrnuje celkový hygienický program, jehož cílem je snížit počet kontaminujících zárodků a vytvořit technické a hygienické předpoklady pro výrobu kvalitních výrobků. Součástí tohoto programu je čištění (mytí) a dezinfekce. Při čištění zbavujeme výrobní zařízení především zbytků surovin, rozpracovaného a hotového výrobku, odpadů z výroby a inkrustů z vody. Pojem mytí je velmi blízký pojmu čištění a přednostně se užívá v některých výrobních úsecích. Hovoříme např. o mytí lahví, transportních sudů apod.

TEORIE ČIŠTĚNÍ

Čištění je složitý fyzikálně chemický proces závislý na množství a složení nečistoty, na vlastnostech čištěného povrchu, na konstrukci výrobního zařízení a na mechanickém a zejména fyzikálně chemickém účinku použitého čisticího prostředku.

Kinetika procesu čištění je podrobně zpracována [1, 2]. Pro účely tohoto sdělení se omezíme na praktické závěry vyplývající z uvedených prací.

Množství a složení nečistoty

Je zřejmé, že nejlépe se odstraňují čerstvě usazené nepřipálené nečistoty, rozpustné ve vodě nebo v běžných čisticích roztocích. Cukry silnějším zahříváním karamelizují, bílkoviny denaturují, tuky polymerují a čištění se enormně ztěžuje. Obecně platným požadavkem proto je zařízení co nejdříve po skončení výroby důkladně propláchnout vlažnou (teplou) vodou a bezprostředně na to čistit.

Vlastnosti čištěného povrchu

Nečistota se na povrchu zařízení zachycuje adhezí, ad-

sorpcí na základě rovnováhy elektrického náboje částic, vnikáním do míst nerovností a postupnou inkrustací a chemickou vazbou mezi povrchem a nečistotou [3].

Na hrubém povrchu se nečistoty nejen rychleji zachycují, ale i mnohem hůře se z něho odstraňují. Podle Zschalera [2] je se stoupající drsností povrchu nutno připustit buď značné prodloužení doby čištění, nebo podstatné zhoršení dosaženého efektu.

Původně hladký povrch může být v provozních podmínkách zdrsňen korozí (např. nevhodný čisticí prostředek), abrazí (křemelina dávkovaná do potrubí k filtru), nánosy a inkrustacemi (nedostatečné čištění) nebo postupným vyplavením změkčovadla (u některých plastických hmot) [4].

Mechanický účinek

Čím rychlejší je pohyb kapaliny v pracovní fázi podél stěny, tím nesnadnější je zachycování nečistot na povrchu zařízení. Mechanický účinek proudící kapaliny urychluje i odstraňování nečistot ve fázi čištění. Pro čištění potrubí proto vyžadujeme takovou rychlost proudění, při které je zajištěn turbulentní tok, tj. mizí parabolické rozdělení rychlosti na příčném řezu trubky a násobí se mechanický účinek proudící kapaliny na stěnu. Rychlost, při které dochází k turbulenci, závisí na hustotě a viskozitě proudící kapaliny a na jmenovité světlosti potrubí [5]. V pivovarské praxi, při běžných světlostech potrubí 50–100 mm tomu odpovídají rychlosti 3–2 m/s za studena, nebo 1,5–1 m/s při teplém čištění. Mechanický účinek se uplatňuje i při čištění nádob. Při vysokotlakém čištění je dokonce prioritní.

Konstrukce zařízení

Konstrukce zařízení musí vyloučit tvorbu slepých míst (vzduchových kapes, stíněných ploch apod.). Všechna

místa čištěného povrchu musí být v kontaktu s čistícím roztokem a musí být zaručena jeho dostatečná obměna, ne-li plný mechanický účinek.

Obr. 1. Pevné spojení sanitárního a technologického potrubí.

V předcházejícím článku došlo k tiskové chybě, proto zařazujeme doplněný obrázek znovu.

PR — produkt, CH — čistící roztok, L — leakage ventil, E — vstup čistícího roztoku do leakage prostoru, F — výtok při netěsnosti a při sanitaci leakage prostoru, A — chybné spojení, B — spojení sanitárního a technologického potrubí s leakage ventilem, který je v pracovní fázi otevřen, C — použití dvojsedlového ventilu (např. fy Tüchenhagen), D — použití zdvojené klapky (např. fy Südmö).

Dvojsedlový ventil a zdvojená klapka vylučují mísení kapalin. Při netěsnosti odkapává produkt nebo čistící roztok mimo ventil (klapku). Leakage prostor má vlastní přívod čistícího roztoku a může být sanitován i v pracovní fázi. Roztok výtéká bez tlaku a neohroží tedy jeho průnik do produktu.

Fyzikálně chemický účinek čistícího prostředku

Látky ve vodě rozpustné nebo nedostatečně zachycené na povrchu čištěného zařízení odstraníme zpravidla již při opláchnutí vodou. Odstranění dalších látek je podmíněno fyzikálně chemickým účinkem čistícího prostředku. Například NaOH peptonizuje bílkoviny, štěpí cukry, emulguje a zmýdelňuje tuky, rozpouští třísliviny, kyseliny rozpouštějí pění a vodní kámen.

Fyzikálně chemické působení závisí na druhu a koncentraci prostředku, na teplotě a době působení. Příznivý efekt čištění je dále podmíněn vhodným povrchovým napětím, emulgační a dispergační schopností, dobrou oplachovatelností a pěnотvornými vlastnostmi čistícího roztoku.

Se zvyšováním koncentrace stoupá účinek čištění až do určité hranice. Další zvyšování koncentrace je neekonomické, zvyšuje se nebezpečí koroze zařízení a nebezpečí zasažení obsluhy, zhoršuje se složení odpadních vod a efekt čištění se může naopak zhoršit (např. poklesem oplachovatelnosti).

Účinek čištění obecně stoupá s teplotou. Při vzrůstu teploty o 10 °C se zvyšuje rychlost mnoha chemických reakcí 1,5–2krát [6]. Pro dosažení stejného účinku po-

Tabulka 1. Vliv teploty na mikrobicidní vlastnosti roztoku hydroxidu sodného podle NSDA [11]. Účinek snižuje přítomnost organických látek, přidání aditiv jako např. EDTA účinek zvyšuje

Doba působení [min]	1	3	5	7	9	11	13	15
Teplota [°C]	koncentrace NaOH [%]							
43	11,8	6,4	4,8	4,0	3,5	3,1	2,8	2,6
49	7,9	4,3	3,2	2,7	2,3	2,1	1,9	1,7
54	5,3	2,9	2,2	1,8	1,6	1,4	1,3	1,2
60	5,5	1,9	1,4	1,2	1,0	0,9	0,8	0,8
65	2,4	1,3	1,0	1,8	0,7	0,6	0,6	0,5
71	1,6	0,9	0,6	0,5	0,5	0,4	0,4	0,3

Obr. 2. Zdvojená uzavírací klapka s leakage prostorem (firma Südmö — Armaturenfabrik GmbH)

stačí při vyšší teplotě buď kratší doba působení, nebo nižší koncentrace prostředku (tabulka 1). Při volbě vhodné teploty musíme uvažovat tyto faktory:

- s teplotou roste nebezpečí koroze, poškození těsnění a ochranných povlaků a nebezpečí zasažení obsluhy,

- při vysokých teplotách se mohou „připalovat“ některé složky nečistot,

- při vysokých teplotách se mohou měnit vlastnosti čistícího roztoku (např. křemičitany ztrácejí koloidní strukturu a vylučují se z roztoku za tvorby nánosů na čištěném povrchu),

- s výjimkou varných nádob musíme nádoby po čištění chladit a zařízení může být kontaminováno nasávaným vzduchem,

- použití horkých roztoků pro čištění a dezinfekci izolovaných potrubí v chlazených prostorách je energeticky náročné (rychlé chlazení roztoků pod účinné teploty, ohřev chlazených prostor) a klade vysoké materiálové požadavky (materiál potrubí, dilatační kusy, vhodné uchycení),

- může být ekonomicky výhodnější použít větší koncentraci čistícího prostředku za studena než ohřev méně koncentrovaného roztoku.

Přistoupíme-li z uvedených důvodů k čištění za studena, je vhodné ponechat potrubí trvale pod kapalinou (omezení inkrustace) a mírně zvýšit rychlost proudění čistícího roztoku (na 2 až 3 m/s). Výhodné je rovněž

použití *děličů stupňovitosti*, jejichž mechanický efekt nahrazuje dříve běžně používané „protahování“ hadic [7].

Přidáním smáčedel do čisticích lázní snížíme povrchové (adhézní) napětí. Čištěný povrch je dokonale pokryt kapalinou, která proniká i do míst nerovností (*smáčení* a *penetrace*). Voda, NaOH a kyseliny mají špatné smáčecí schopnosti, naopak fosforečnan a zejména metakřemičitan sodný jsou dobrými smáčedly. Nejlepších výsledků se však dosahuje s organickými povrchově aktivními látkami (*tenzidy*). Tyto sloučeniny obsahují v molekule část hydrofilní s afinitou k vodě (např. skupinu $-\text{COOMe}$, $-\text{OSO}_3\text{Me}$, $-\text{NH}_2$) a část hydrofobní s afinitou k oleji (např. uhlovodíkový řetězec). Hydrofilní část molekuly je orientována do vodného roztoku, hydrofobní k čištěnému povrchu. Tím je umožněn styk čisticího roztoku s nečistotou. Povrchové napětí vody $72,6 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$ snižujeme přidávkou tenzidů na $40-50 \text{ mN} \cdot \text{m}^{-1}$. Větší snížení je při cirkulačním čištění nevhodné vzhledem k nadměrnému pění roztoku [8].

Tenzidy dělíme podle uspořádání molekuly na *anion-aktivní* (hydrofobní skupina u aniontu: např. soli karboxylových kyselin — mýdla), *kationaktivní* (hydrofobní skupina u kationtu; např. kvarterní amoniové soli), *amfolytické* (obsahují více funkčních skupin, které disociují v závislosti na pH prostředí) a *neionogenní* (ve vodném prostředí nedisociují; např. alkylnepolyglykolétery).

Čistící prostředky s obsahem tenzidů často označujeme jako *detergenty* [9].

Obr. 3. Dělič stupňovitosti (7)

Dělič stupňovitosti se využívá při dopravě piva (mladiny) na delší vzdálenosti. Zabraňuje vzájemnému míšení piva a vody nebo různých druhů pív. Potrubí musí být vhodně konstruováno a vybaveno odbočkami pro vyslání a zpětné zachycení děliče tak, aby mohl být použit bez přerušování toku kapaliny v potrubí.

Po smočení povrchu nastává štěpení ve vodě nerozpustných organických nečistot (peptizace) a rozpouštění anorganických solí.

Výborné *peptizační účinky* má NaOH, dobrým prostředkem je i metakřemičitan a fosforečnan sodný.

Vápenaté soli se rozpouštějí nejlépe v kyselinách. Při zkráceném sanitačním programu (voda, alkálie, voda) nahrazujeme účinek kyseliny přidávkou chelatačního činidla k alkalickému čisticímu roztoku. Nerozpustné vápenaté soli přecházejí na rozpustné komplexní sloučeniny. Jako chelatační činidlo se používá např. EDTA (kyselina etyléndiaminotetraoctová, jinak Komplexon II, Chelaton II), nebo glukonát sodný.

Důležitou funkci při procesu čištění mají *emulgace a suspendace*, tj. pochody, při kterých se jedna ze dvou vzájemně nerozpustných fází rozptýluje ve fázi druhé. Přitom se požaduje určitá stálost tohoto stavu, který nakonec vede k odstranění nečistot. Výborné *dispergační*

vlastnosti mají komplexní polyfosfáty, křemičitany a zejména tenzidy. Naopak kyseliny tuto vlastnost prakticky postrádají.

Tenzidy rovněž příznivě ovlivňují *antiredepoziční vlastnosti* čisticího roztoku. Na povrchu hydrofobních částic nečistot vytváří adsorpční vrstvu, která brání aglomeraci a znovu ulpění dispergovaných částic. Antiredepozici ovlivňují i různé elektrolyty a pH detergentu. Praktické zkušenosti potvrzují příznivě ovlivnění antiredepoziční schopnosti čisticí lázně v alkalickém prostředí. Tento poznatek lze vysvětlit zvýšením elektrického náboje nečistoty adsorpcí iontů.

Vlastní čisticí prostředek se ve větší nebo menší míře adsorbuje na čištěný povrch. Ve vytvořené vrstvičce jsou zachyceny rovněž dispergované nečistoty a mikroorganismy. Při nedostatečné *oplachovatelnosti* proto vzniká nebezpečí tvorby usazenin a rekontaminace. Velmi špatnou oplachovatelnost mají minerální kyseliny, soda a NaOH, dobrou metakřemičitan a fosforečnan sodný, výbornou tenzidy.

Čistící prostředek musí obsahovat složky *změkčující vodu*, které zabraňují vzniku nerozpustných usazenin z tvrdé vody. Nepostačuje použití sody, která změkčuje vodu srážením a nevyklučuje tedy vznik vodního kamene. Trinatriumfosfát reaguje se složkami tvrdosti za vzniku málo rozpustných solí, vyloučených ve formě hrubých vloček, které neulpívají na povrchu čištěného zařízení, polyfosfáty váží ionty tvrdosti do rozpustných komplexů, které hydrolyzují až po delší době, nebo při vysokých teplotách [8]. Moderní detergenty obsahují organická chelatační činidla, jako EDTA nebo glukonát sodný. Účinek spočívá opět v maskování neboli *sekvestraci* kovových iontů ve formě rozpustných komplexních cyklických sloučenin [10]. V ČSSR se vyrábí pod označením Synttron A (sodná sůl kyseliny aminotrioctové) a Synttron B (ethyléndiaminotetraoctan sodný). Komplexotvorná účinnost Synttronu B je méně závislá na teplotě [9].

Při výčtu požadavků kladených na čisticí prostředek nelze opominout jeho *pěnivost* a *pěnivost*. Tvorba pěny je při cirkulačním čištění nežádoucí. Pěnový polštář omezuje styk roztoku s čištěným povrchem, zvětšuje ztráty detergentu, prodlužuje fázi vyplachování a popřípadě úplně znemožní přečerpávání roztoku.

Pěnivost je charakteristickou vlastností tenzidů. Nejmenší pěnivost mají neionogenní tenzidy s dlouhými hydrofilními skupinami. Pro omezení pěnivosti se využívá rovněž poznatku, že některé povrchově aktivní látky působí nad určitou teplotou naopak jako inhibitory pěny (stávají se nerozpustnými). Pokud je nutno použít silně pěnivých anionaktivních tenzidů, je nutno doplnit složení detergentu o odpěňovač. Mezi nejznámější odpěňovače patří některé alkoholy, např. amylalkohol (1-pentanol), směsi různých mastných kyselin (palmitová a vyšší), organické deriváty fosforu (trioktylfosfát) a silikonové oleje [11, 12].

Použitelnost čisticího prostředku je dána rovněž jeho *korozivními vlastnostmi*. Z tohoto hlediska je třeba věnovat výběru vhodného prostředku maximální pozornost. Například NaOH silně napadá hliník, HCl nerezavějící ocel, HNO_3 měď. Rovněž EDTA je korozivní pro měď a nerezavějící ocel [13]. Naopak metakřemičitan sodný vytváří na povrchu kovů ochrannou koloidní vrstvu, která brání korozi hliníku, jeho slitin a barevných kovů; HNO_3 hliník pasivuje. Řada organických látek výrazně omezuje korozivní účinky, např. dibenzylsulfid použitý v přípravě Ryphalgan inhibuje korozi konstrukční oceli při kyselém čištění. Funkci ochranného koloidu mají i pivovarské kvasnice použité ve směsi s H_2SO_4 při ručním čištění měděných varných nádob.

POŽADAVKY PIVOVARSKÉ PRAXE NA ČISTICÍ PROSTŘEDKY

Požadované vlastnosti čisticího prostředku jsou dány zejména množstvím a složením nečistot, technologickými podmínkami v pracovní fázi i při čištění a použitým konstrukčním materiálem. Z těchto hledisek lze problematiku čištění v pivovaru rozdělit

- na čištění zařízení „horkého bloku“,
- čištění zařízení „studeného bloku“,
- čištění zařízení pro transport, uchovávání a stáčení filtrovaného piva,
- mytí lahví,
- mytí transportních sudů,
- periodické odstraňování pивního a vodního kamene.

Zařízení „horkého bloku“ (varní nádoby, vířivá kád a potrubní propojení) pracuje při vysokých teplotách. Rovněž čištění provádíme pokud možno za horka. Hlavní složkou nečistot jsou tříslobílkovinné komplexy, dextriny, různé slizovité látky, anorganické soli, zbytky chmelových hlávek a sladových pluch.

Rozpuštění všech organických nečistot plně zajišťuje NaOH v koncentraci 1–3 %, pro změkčení vody a odstranění minerálních usazenin je vhodný přírůstek komplexotvorného činidla, pro smáčení nečistot a zlepšenou oplachovatelnost přírůstek fosfátů a tenzidů s nízkou pěnovitostí. Při středotlakém čištění doplníme složení detergentu o vhodné oděpňovací. Neobsahuje-li detergent komplexotvorné činidlo, je nutné sanitální program rozšířit o pravidelné nebo občasné čištění kyselinou [13].

Silnější koncentrace NaOH a vyšší obsah komplexotvorného činidla volíme při čištění deskového chladiče vzhledem k soudržnosti usazenin a nízké rychlosti proudění [10].

Zařízení „studeného bloku“ (nádoby pro hlavní kvašení, dokvašování a uchovávání kvasnic, dochlazovače piva a potrubní propojení) bývá znečištěno kvasinkami, usazeninami bílkovin, tříslobílkovinných komplexů, hořkých látek a anorganických solí.

K čištění použijeme 1–1,5 % roztok NaOH o teplotě do 40 °C s přírůstkem komplexotvorného činidla nebo s následujícím kyselým čištěním (1% roztok HNO₃ při 20 °C).

Vzhledem ke ztrátě účinnosti alkalického detergentu vlivem kvasného CO₂ se někdy pravidelné alkalické čištění vyřazuje a celkový efekt čištění musí zajistit kyselý prostředek. NaOH (obvykle v kombinaci s chlornanem sodným) se v tomto případě používá pouze k periodickému odstranění proteinových usazenin.

Zařízení pro úchovu, dopravu a stáčení filtrovaného piva (přetlačné tanky, pивní potrubí, stáčecí stroje) bývá vzhledem k časté obměně relativně málo znečištěno. Hlavní složkou nečistot jsou opět bílkoviny, tříslobílkovinné komplexy a anorganické soli.

Při předplňování přetlačných tanků oxidem uhličitým je použití alkalického čisticího prostředku neekonomické. Tank je nutno po vyprázdnění odtlakovat a CO₂ vyfoukat vzduchem. Jinak hrozí nebezpečí imploze v důsledku prudké reakce louhu s CO₂ a v každém případě značně klesá čisticí účinek (vzniká směs Na₂CO₃ a NaHCO₃). Vyloučíme-li alkalické čištění, lze při vhodné úpravě sanitální stanice tank čistit pod tlakem CO₂. Sanitální program: voda, kyselina, voda, dezinfekční činidlo, voda. Kyselý detergent obsahuje tenzidy a inhibitory pěny. I zde je třeba občasné čistit vhodným alkalickým prostředkem.

Mytí lahví je náročné vzhledem k rozdílnosti požadavků jako je změkčení vody, odstranění etiket bez rozdrvení na „kaši“, uvolnění kolonií plísní a zaschlých ne-

čistot, dokonalé opláchnutí lahví, omezení pění, suspendování nečistot ve vanách apod.

Detergenty pro mytí lahví jsou obvykle založeny na NaOH. Koncentrace a teplota lázně jsou důležité pro vlastní mytí i dezinfekci znečištěných louhových roztoků (tabulka 1). Obvykle se vyžaduje minimální koncentrace 0,7 % NaOH při minimální teplotě 70 °C [10].

Se zvyšující se koncentrací NaOH se zhoršuje smáčení, oplachovatelnost (zvyšuje se přenášení louhu do teplovodní vany a tvorba inkrustů), zvyšuje se rozdrvení etiket, pění roztoku a leptání lahví. Vhodná aditiva umožňují snížit koncentraci NaOH až na nutné minimum, při výrazné eliminaci uvedených nedostatků. Přidávají se především smáčedla s nízkou pěnovitostí, polyfosfáty a organická chelatační činidla k zabránění tvorby povlaků na lahvích a mechanických částech myčky [10, 13].

Mytí hliníkových transportních sudů je rovněž obtížné. Čisticí prostředek má odstranit pevně ulpělé mikroorganismy, zaschlé zbytky piva a anorganické soli. Silné alkalie atakují hliník a jejich čisticí účinek se rychle vyčerpává adsorpcí CO₂ z atmosféry uvnitř sudu. Za přítomnosti křemičitanů se při poklesu pH vysráží nerozpustný SiO₂, jehož povlak je prakticky nemožné odstranit. Naopak často používané detergenty s téměř neutrálním pH nejsou dostatečně účinné ani při vysokém obsahu chelatačních činidel. Proto se v posledních letech zvyšuje zájem o kyselé preparáty sestavené tak, aby minimálně atakovaly hliník [10, 14].

Periodické odstraňování pивního a vodního kamene. Na nosných plochách filtrů a na vnitřním povrchu ručně čištěných kvasných nádob se v závislosti na tvrdosti vody a složení piva postupně tvoří inkrusty skládající se z vápenatých solí a organických nečistot. Zhoršuje se průchodnost filtrů a mikrobiologický stav zařízení. K odstranění vrstev se používají kyselé i alkalické čisticí prostředky. Podle odolnosti materiálu se volí vyšší koncentrace čisticích roztoků (až 25 %), vyšší teploty (až 80 °C) a delší doby působení (až 24 h). K prostředkům se často přidávají různá oxidační činidla (peroxid vodíku, chlornan sodný), tenzidy a inhibitory koroze.

U myček lahví, kde je podstatou inkrustů vodní kámen, používáme k čištění výhradně kyselé prostředky, tj. kyselinu chlorovodíkovou nebo sírovou v koncentraci do 3 %. I zde se využívá vyšších teplot (až 65 °C) a delších dob působení (6–10 h). Inhibitor koroze se přidává v několika dávkách v průběhu čištění.

ČISTICÍ PROSTŘEDKY

Při větší spotřebě je výhodné nakupovat čisticí prostředky v tekutém stavu (doprava cisternami). Tekutý louh (asi 48 % roztok) je možno skladovat v ocelových nádobách. Při poklesu teploty houstne a částečně krystaluje, proto je vhodné opatřit úchovné tanky topným tělesem nebo při čerpání do větších vzdáleností louh předem ředit na 15–20 % roztok. Pro příjem HNO₃ je nutno použít nerezavějícího zařízení.

Voda pro přípravu čisticích roztoků a k výplachům má být měkká (pod 10°n), s nízkým obsahem chloridů a zdravotně nezávadná. NaOH reaguje se složkami přechodné tvrdosti vody za vzniku nerozpustného CaCO₃ a sody, která dále reaguje se složkami stále tvrdosti vody za vzniku dalšího podílu CaCO₃.

Množství sedimentu je tedy závislé na přechodné i celkové tvrdosti. Tvorbě povlaků na čištěných plochách zabráníme přírůstkem změkčovadel k alkalické čisticí lá-

ni (polyfosfáty, EDTA) nebo zařazením kyselého výplachu do sanitačního programu. V každém případě s tvrdostí vody rostou i náklady na čištění.

Při použití komerčních alkalických prostředků s obsahem sekvestračního činidla lze podle *Stillmana* [11] zjistit vhodnost vody k ředění a odpovídající koncentraci pracovního roztoku takto:

do řady vzorkovnic se 100 ml zkoušené vody nadávujeme různá množství prostředku, promícháme a ponecháme stát do druhého dne. Vizualně stanovíme nejnižší koncentraci prostředku (sekvestračního činidla), která zabránila vysrážení složek tvrdosti.

Obsah chloridů ve vodě je důležitý při čištění zařízení z nerezavějící Cr/Ni oceli. Již obsah 40–50 mg/l může tuto ocel za nepříznivých podmínek korodovat [15].

Chlorace poslední výplachové vody na zbytkový obsah chloru 0,5 mg/l poskytuje dobrou ochranu před rekontaminací [11].

Čistící roztoky vracené do sanitační stanice chráníme před nadměrným zředováním, vyčerpáním a znečištěním (vhodné nastavení limitních hodnot vodivosti, důkladné odstranění CO_2 z tanků před alkalickým čištěním, dostatečně dlouhé doby výplachů).

Roztoky likvidujeme po vzájemné neutralizaci. Pokud je roztok NaOH znečištěn dříve než roztok kyseliny, je možné k neutralizaci použít kvasný CO_2 (1,1 kg CO_2 převede 1 kg NaOH na NaHCO_3) nebo kouřové plyny (obsahují 12–13 % CO_2) aplikované za studena. Při 70 °C proběhne pouze částečná neutralizace do pH 10 [1]. Kanalizační řád pro hlavní město Prahu požaduje u vod vypouštěných do jednotné kanalizace mezi jiným tyto hodnoty: pH 6–8,5, obsah saponátů do 10 mg/l, teplota do 40 °C.

Čistící prostředky dělíme podle pH pracovního roztoku na alkalické, kyselé a neutrální. Je-li přidán dezinfekční prostředek, mluvíme o kombinovaném účinku.

Prostředky s kombinovaným účinkem je vhodné použít pouze u mírně znečištěných ploch po důkladném vypláchnutí vodou. Jinak vznikají rychle ztráty aktivity dezinfekční látky reakcí s organickou hmotou. Při kombinaci je nutné přihlídnout k vlastnostem obou složek. Nevhodným mísením může nastat úplná ztráta dezinfekčního účinku. Nelze např. mísit detergenty s obsahem tenzidů aniontového typu s kationtovými dezinfekčními prostředky nebo kombinovat chlornan a běžné sekvestrační prostředky jako je EDTA nebo glukonát sodný. Naopak je možná kombinace neiontových tenzidů a amfoterních nebo kationtových dezinfekčních prostředků. Vhodná je i kombinace NaOH + chlornanu sodného k občasnému čištění měděných a nerezocelových nádob za studena nebo její alternativa pro hliníková zařízení: polyfosfát + fosfát + metasilikát + chlornan sodný. Tyto prostředky výborně odstraňují nečistoty tříslobílkovinné povahy [1, 3, 11].

Alkalické čistící prostředky

Louh sodný používáme v koncentraci 0,7–3 % při teplotách do 90 °C pro mytí lahví, cirkulační čištění zařízení z nerezavějící oceli a mědi (nižší teploty a inhibitor koroze). Dobře štěpí organické nečistoty, má značný mikrobicidní účinek. Silně koroduje hliník, sráží složky tvrdosti vody, špatně smáčí, neemulguje nečistoty a velmi obtížně se oplachuje. Za vyššího tlaku nebo při přísávání vzduchu pění. Uvedené nedostatky silně vzrůstají s rostoucí koncentrací.

Alkon A — kombinace metakřemičitanu sodného a fosforečnanů v pracovní koncentraci 1–3 %, při teplotách do 90 °C pro cirkulační čištění. Pro mytí lahví je méně vhodný pro slabší čistící účinek a rychlý pokles alkality. Lze však použít s přídavkem asi 25% NaOH. I přes

A

B ↑

C ↓

Obr. 4. Různé způsoby spojení sanitačního a technologického potrubí

A — spojení koleny 180° na „panelu“, B, C — použití dvousedlových ventilů

ochranný účinek metakřemičitanu poněkud koroduje hliník a slitiny barevných kovů. Změkčuje vodu, dobře smáčí, emulguje nečistoty a oplachuje se.

Alkon K 10 — kombinace metakřemičitanu sodného, fosforečnanů, polyfosfátů a kalcinovaného uhlíčitanu sodného v pracovní koncentraci 1–3 %, při teplotách do 90 °C. Vhodný pro cirkulační čištění i při větším znečištění. Nepěnivý, koroduje hliník a barevné kovy.

Alkon L 32 — kombinace metakřemičitanu sodného, polyfosfátů, uhlíčitanu a nepěnivého emulgátoru. Koncentrace pracovního roztoku 1,5–3 % při teplotě do 90 °C. Určen pro strojní mytí hliníkových sudů. Vzhledem k obsahu odpěňovadla je nutné dokonalé vypláchnutí. Alkon L 32 je vhodný i pro cirkulační čištění měděného potrubí [16].

Alkon P — kombinace NaOH, kalcinovaného uhlíčitanu sodného, fosforečnanů a síranu sodného. V koncentraci 1,5–3 % a při teplotě do 80 °C je určen pro strojní mytí lahví. Vyšší koncentrace se volí, je-li třeba odstranit zbytky hliníkových fólií. Koroduje hliník a barevné kovy.

Alkon 0–50 — kombinace pyrofosforečnanu sodného, hydroxidu sodného, křemičitanu sodného a dezinfekční složky. V koncentraci 1–3 % při teplotě do 90 °C pro mytí lahví pro nealkoholické nápoje (dezinfekční účinek) a cirkulační čištění skleněného potrubí [17].

Agrosan A — kombinace hydroxidu sodného a chloranu sodného. [**Alkon Z** — kombinace metakřemičitanu, fosforečnanu sodného a Chloraminu B]. V koncentraci 1–2 % za studena pro občasné cirkulační čištění měděného a nerezocelového zařízení. pH při čištění nesmí poklesnout pod 9. Dobře odstraňují usazeniny bílkovinné povahy.

Kyselé čisticí prostředky

Kyseliny dobře rozpouštějí vápenaté soli a změkčují vodu. Smáčení a dispergace nečistot jsou velmi špatné a vždy hrozí zpětné usazení na čištěném povrchu. Z tohoto důvodu je i štěpení organických nečistot podstatně pomalejší než u silných alkálií. Mikrobicidní účinek kyselin se zvyšuje v přítomnosti odpovídající soli a při čištění měděného zařízení — Cu^{2+} ionty mají rovněž baktericidní účinky. Kyselé čisticí prostředky se až na výjimky používají za studena.

Kyselina chlorovodíková v koncentraci do 3 % a při teplotě do 65 °C se používá k odstraňování vodního kamene z myček lahví za přídavku účinného inhibitoru koroze (0,2–0,5 % váhy 100 % kyseliny) [17]. Silně poškozuje nerezavějící ocel, hliník a za přístupu vzduchu rovněž měď.

Kyselina sírová se používá jako 1–3 % roztok k čištění měděných varních nádob a kvasných kádí s ochrannou vrstvou Gebitu. Organické nečistoty ve zředěné kyselině sírové pouze nabobtnají, avšak neuvolní se [18]. Bez přídavku účinných inhibitorů poškozuje nerezavějící ocel; koroze mědi je potlačena pouze za nepřístupu vzduchu. Ve formě pasty s křemelinou v koncentraci 20 % se kyselina sírová používá k odstranění kamene z menších kvasných nádob s Gebitovými nebo epoxidovými náterými [16].

Kyselina dusičná se používá jako 1–2 % roztok pro čištění hliníkových nádob a pro cirkulační čištění nerezocelového zařízení (po alkalickém čištění). Dobře rozpouští pивní a vodní kámen, organické nečistoty pouze nabobtnají bez uvolnění. Pozor na jedovaté dusíkaté plyny, které se tvoří při reakci s organickou hmotou. V koncentraci 0,7 % a s přídavkem asi 1 % KNO_3 jako tzv. kyselý elmocid, slouží kyselina dusičná k dezinfekčnímu čištění, v koncentraci 20 % s přídavkem ochran-

ného koloidu k odstraňování kamene z hliníkových kvasných nádob [1, 15].

Kyselina fosforečná v koncentraci 1,5–2 % nekoroduje za přídavku tenzidů nerezavějící ocel ani při teplotách nad 80 °C. Hliník a jeho slitiny jsou poškozovány. Dobře odstraňuje pивní a vodní kámen, bobtná a uvolňuje organické nečistoty. Ty však dále nedispergují a částečně se znovu zachycují na nedokonale smočeném povrchu [1, 18]. V ČSSR se vyrábí prostředek na bázi kyseliny fosforečné a s přídavkem tenzidů pod označením **Agrosan K**.

Podle pokusů **Elmora** [19] měla 2 % kyselina fosforečná, použitá k samostatnému čištění kvasných tanků uspokojivý efekt. Až po 6 měsících se vyskytly stopy organických nečistot na stěnách nádoby. Po dvanácti měsících byly zjištěny přežívající kvasinky v zásobním roztoku, které byly potlačeny přídavkem 0,2 % pětiprocentní kyseliny peroctové.

Komerční výrobky pro samostatné kyselé čištění pod tlakem CO_2 , obsahují kromě kyseliny fosforečné i podíl kyseliny dusičné pro zvýšení hodnoty vodivosti (možnost snímání vodivostním čidlem sanitací stanice), tenzidy pro podpoření účinku čištění a antiredpozicičních vlastností, inhibitory pěny účinné při teplotách do 5 °C a při čištění hliníku ještě inhibitor koroze (např. výrobek **P 3-trimeta-sauer** vyráběný firmou Henkel, NSR).

Při koncipování tohoto sdělení jsme byli vedeni snahou zobecnit předkládané informace a poskytnout stručný přehled o současné problematice čištění pivovarského zařízení. Nebylo naším cílem zabývat se čištěním v konkrétních podmínkách. Jinak budeme čistit např. skleněné pивní potrubí, jinak totéž potrubí z mědi nebo plastické hmoty a rozdíl budou dokonce i u různých druhů nerezavějící oceli. Při provádění sanitace je proto nezbytné důsledně se řídit pokyny výrobce zařízení i pokyny výrobce čisticího prostředku. Měli bychom být schopni správně posoudit i případné rozdíly v těchto návodech. Podcenit nelze ani všechna bezpečnostní rizika, která s sebou nese manipulace se silnými žiravinami.

Literatura

- [1] HERMAN F.: Zeitgemässe Aspekte der Reinigung und Desinfektion in der Getränkeindustrie. Getränke-Ind., 34, 1980, č. 5, s. 403, 404, 406, 410–412, 414, 416
- [2] ZSCHALER, R.: Reinigung und Desinfektion im Lebensmittelbetrieb. Ernährung 5, 1981, č. 3, s. 137–144
- [3] EDELMAYER, H., YVERNAULT, J. C.: Nettoyage et désinfection dans les industries de la viande. Rev. Conserve, 1980, č. 85, s. 159–162
- [4] SCHRÖDER, W.: Reinigung und Desinfektion im Lebensmittelbetrieb. Getreide, Mehl und Brot, 35, 1981, č. 6, s. 161–162
- [5] HAMILTON, G.: Cleaning-in-place; plant and procedures. Brewers'Guard., 108, 1979, č. 7, s. 53–60
- [6] Publication A 483, The APV Company Ltd.
- [7] SCHMID, S. J.: Erfahrungen mit einer 930 m langen Kunststoffleitung für Bier. Brauwelt 11, 1971, č. 34, s. 675–678
- [8] SULC, J., ČERNÁ, F.: Čištění a dezinfekce v mlékárenském průmyslu. SNTL Praha, 1965
- [9] SOUKUP, M., RUML, V.: Odmašťování v průmyslu a zemědělství. SNTL Praha 1978
- [10] HARRET, M.: Detergents and sterilants in the brewery. Brewers'Guard., 108, 1979, č. 8, s. 35, 37–40
- [11] STILLMAN, C. G.: Detergents for CIP. Brewers'Guard., 112, 1983, č. 1, s. 20–22
- [12] KYSLINGER, V., RANNÝ, M.: Moderné práce prostriedky. Slovenské vydavateľstvo technickej literatúry, Bratislava 1961
- [13] SALISBURY, M.: Detergent additives entrance efficiency. Brewing and Distilling Int., 9, 1979, č. 10, s. 46–47
- [14] DOCHERTY, R. A.: The development and uses of detergents. Brewers'Guard., 110, 1981, č. 12, s. 13–14
- [15] WULLINGER, F., GEIGER, E.: Grundsätzliches zur Reinigung und Desinfektion in der Brauerei. Brauwelt, 116, 1976, č. 40, s. 1289–1292
- [16] KORECKÝ J., a kol.: Hygiena a sanitace v pivovarech, sladovnách, sodovkárnách a vinařských závodech. STI potrav. prům., Praha 1975
- [17] KOLEKTIV: Provoz a údržba lahvářenských strojů a zařízení. Příloha časopisu Kvasný průmysl, Praha 1977
- [18] POGODA, F. J., SCHARF, R., SCHLÜSSER, H. J.: Saure Reinigungs-

mittel für Großraum-Gärtanks, Brauwelt, 120, 1980, č. 3, s. 52—55

[19] ELMORE, D.: CIP of mains and vessels by acids, Brauindustrie, 1981, č. 14, s. 1085—1095

Topka, P. - Tolman, J.: Čištění a dezinfekce v pivovarech z pohledu metody CIP. II. Čištění — čisticí prostředky. Kvas. prům. 29, 1983, č. 7, s. 148—154.

V práci je diskutován vliv základních faktorů, jako je stav čištěné plochy, vhodnost konstrukce zařízení a fyzikálně chemický účinek čisticího prostředku na výsledný efekt čištění. Jsou uvedeny výhody čištění za horka a za studena. Problematika čištění pivovarského zařízení je rozdělena do několika úseků. Dále je uveden výčet základních požadavků na vodu pro přípravu čisticích roztoků a stručný seznam nejběžnějších alkalických a kyselých čisticích prostředků vyráběných v ČSSR se základními vlastnostmi a možnostmi použití.

Топка, П. Толман, И.: Очистка и дезинфекция на пивоваренных заводах с точки зрения метода CIP — часть 2 — Средства очистки. Квас. прум., 29, 1983, №7, стр. 148—154.

В работе обсуждается влияние основных факторов, как состояние очистки площади, пригодность конструкции и установки и физико-химическое действие средства очистки, оказанное на результат очистки. Приводятся преимущества очистки в горячем состоянии и на холоды. Problematika очистки пивоваренного оборудования разделена в несколько частей. Далее приведен перечень основных требований к воде для получения очистительных растворов и краткий список обычно применяемых щелочных и кислых средств, производящихся

в Чехословакии с основными свойствами и возможностями их применения.

Topka, P. - Tolman, J.: Cleaning and Sterilization in Breweries from the Standpoint of CIP Method. Part 2. Cleaning agents. Kvas. prům. 29, 1983, No. 7, p. 148—154.

The effect of basic factors such as the efficiency of cleaning of surface, the material of construction, size and shape and the physico-chemical effect of a cleaning agent on a procedure proper is discussed. Advantages of the use of a hot and a cold detergent solution are described. The whole procedure of a plant cleaning method is divided into several sections. Principal parameters of water used for detergent solutions are described. A brief list of alkaline and acidic cleaning agents with their properties and possible applications commercially made in Czechoslovakia is given.

Topka, P. - Tolman, J.: Reinigung und Desinfektion in Brauereien vom Standpunkt der CIP-Methode. II. Teil — Reinigungsmittel. Kvas. prům. 29, 1983, Nr. 7, S. 148—154.

In der Arbeit wird der Einfluß der Hauptfaktoren wie Reinigungszustand der Fläche, geeignete Anlagenkonstruktion, physikalisch-chemische Wirkung des Reinigungsmittels, auf den Reinigungs-Endeffekt diskutiert. Es werden die Vorteile der heißen und kalten Reinigung erörtert. Die Problematik der Reinigung der Brauereieinrichtungen wird in mehrere Abschnitte eingeteilt. Im weiteren werden die Grundanforderungen an das Wasser für die Zubereitung von Reinigungslösungen angeführt. Beigefügt ist auch ein Verzeichnis der geläufigsten alkalischen und saueren Reinigungsmittel, die in der ČSSR erzeugt werden, mit ihren Grundeigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten.