

Ing. JAN ŠAVEL, CSc., Ing. MARIE PROKOPOVÁ, Budějovický Budvar, s. p.  
Ing. LADISLAV CHLÁDEK, CSc., VÚ pivovarský a sladařský Praha

*Předneseno na pivovarském semináři, Plzeň 1990*

**Klíčová slova:** podtlaková sanitace, křemelinový filtr, hadice, plnič

## ÚVOD

Sanitace je důležitou operací v pivovarské výrobě, neboť zejména při filtraci a stáčení piva se na velkých plochách a členitém povrchu mohou dobře zachycovat mikroorganismy, které pak při následujícím průtoku pivo kontaminují. Pro inaktivaci mikroorganismů, zachycených na pevném povrchu, se používají chemické nebo fyzikální zásahy. V pivovarské praxi se potvrdilo, že chemická dezinfekce nebo sterilace není dostačující. Požadovaný maximální počet mikroorganismů ve stočeném pivu stále klesá a pohybuje se nyní kolem jedné buňky v litru piva.

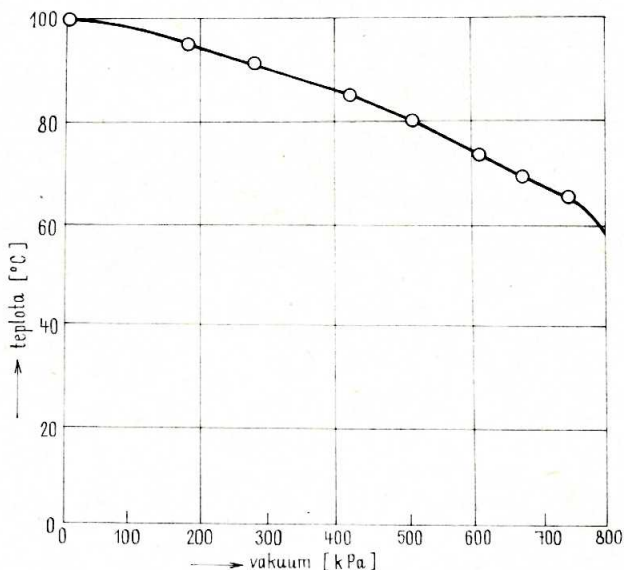
V současnosti se hadice, potrubí, armatury a nádobky sterilují horkou vodou nebo párou za atmosférického nebo zvýšeného tlaku. Horkovodní sterilace je velmi oblíbená, ale pro tento proces je nutno ohřívat velký objem vody, čímž se zvyšuje energetická náročnost a prodlužuje doba sanitace. Sterilační teploty se pohybují kolem hodnoty 80 °C a výše. Výhodou tohoto procesu je současné čištění a mytí sanitovaných celků.

Parní sterilace je rovněž velmi účinný proces, mezi její nevýhody však patří příliš vysoká teplota, kterou některé konstrukční materiály nesnášejí. Rychlé vyhřívání může způsobovat rozdílné mechanické namáhání jednotlivých konstrukčních prvků ohřívaného systému, vysoké teploty způsobují rovněž značné tepelné ztráty a ohřívání vnějších, někdy chlazených prostorů. Při použití páry z parní

sítě se může sanitované zařízení kontaminovat nečistotami přítomnými v páře.

## PRINCIP PODTLAKOVÉ SANITACE

Pro odstranění uvedených nedostatků se hledal nový způsob, který by při šetrném průběhu zaručoval vysokou účinnost sterilačního procesu. Příznivých výsledků se dosáhlo využitím tzv. podtlakové



Obr. 1. Závislost teploty varu vody na tlaku v systému



sanitace, vyvíjené na pracovištích autorů v období posledních let [1]. Princip této sanitace spočívá ve využití závislosti teploty nasycené vodní páry na jejím tlaku. Tato závislost je znázorněna na obr. 1.

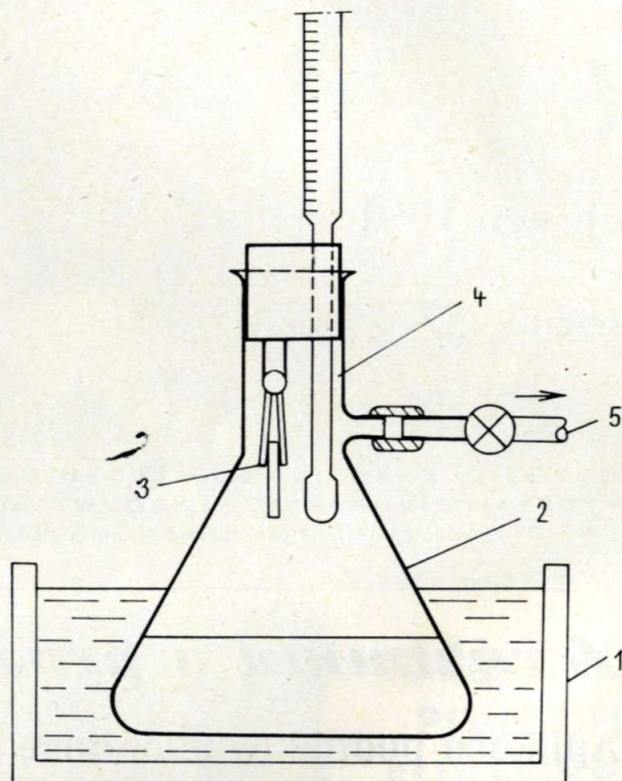
Podtlaková sanitace se prokázala jako perspektivní proces, který spojoval výhody horkovodní a parní sterilace s eliminací jejich nevýhod. Při tomto procesu se může teoreticky ohřívat minimální množství čisté vody ve vakuovaném systému, přičemž hodnota podtlaku je určena požadovanou sterilizační teplotou. Systém podtlakové sanitace se realizuje v okruhu, tvořeném zdroji páry, sanitovaném celku a zdroji vakua. Dodané teplo do vyvíječe páry převede vodu na páru, která kondenzuje při nižším tlaku na chladném vnitřním povrchu sanitovaného zařízení. Výhodné je uspořádání, kdy se kondenzát vrací zpět do vyvíječe páry. Pára může kondenzovat i v nepatrných skulinách a trhlinkách vnitřního povrchu, přičemž se uvolňuje kondenzační teplo, ohřívající povrchovou kontaminovanou část sanitovaného zařízení.

Výhodné je použití vlastního vyvíječe páry, který zaručuje plnou čistotu generované páry. V provozním měřítku se osvědčila jako zdroj vakua průmyslně vyráběná vodokružná vývěva, ve které se pohlcuje přebytečná pára.

#### ZÍSKANÉ VÝSLEDKY A JEJICH DISKUSE

Podtlaková sanitace se odzkoušovala laboratorně i při sanitaci potravinářských hadic, naplavovacího křemelinového filtru a plnicího stroje sycených nápojů.

V laboratoři se účinek podtlakové sanitace odzkoušoval při sterilaci vlhkých pryžových nosičů, kontaminovaných kvasinkami a plísněmi. Schéma laboratorního zařízení je patrné z obr. 2. Do držáku v baňce se uchýtil kontaminovaný nosič, baňka se evakuovala a po uzavření ventilu se ponořila do vody o teplotě 3 až 5 °C vyšší, než se požadovalo při sterilaci. Po uplynutí sterilizačního procesu se

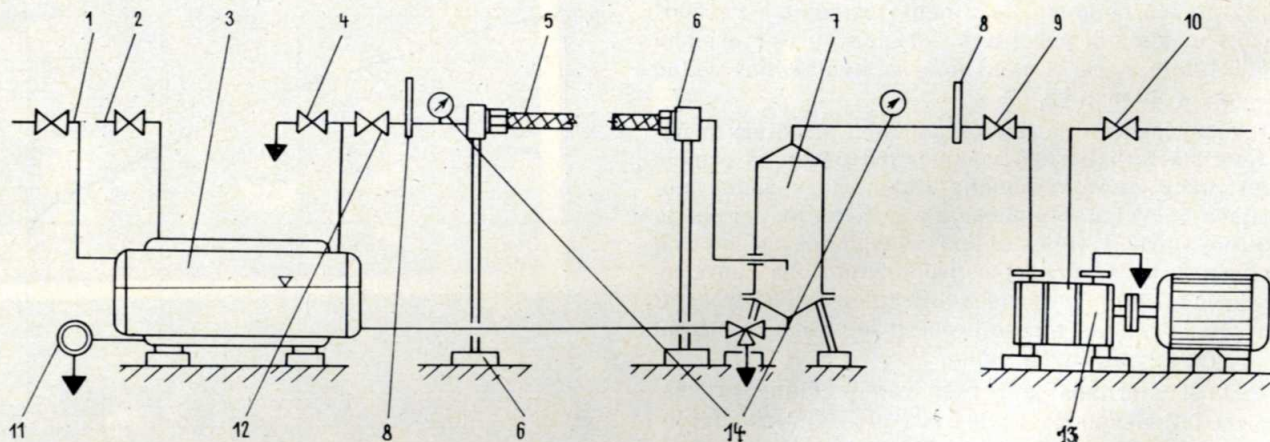


Obr. 2. Laboratorní zařízení na odzkoušování podtlakové sanitace

1 — temperovací vodní lázeň, 2 — odsávací baňka, 3 — držák s nosičem mikroorganismů, 4 — teploměr, 5 — přívod vakua

zrušilo vakuum a nosič se vložil do živné půdy. Následnou kultivací se hodnotilo přežívání mikroorganismů. Zkoušky se prováděly při různých teplotách, souběžně se prováděly horkovodní zkoušky.

Vyhodnocení laboratorních testů vedlo ke zjištění, že pro inaktivaci mikroorganismů byly potřebné teploty u podtlakové sanitace o 5 až 10 °C nižší než u horkovodní sanitace. Letální teploty mikroorganismů na nosičích se pohybovaly u kvasinek v rozsahu 55 až 60 °C/10 minut, u mléčných bakte-



Obr. 3. Schéma zařízení na aplikaci podtlakové sanitace pro sterilaci potravinářských hadic

1 — přívod vody, 2 — přívod páry, 3 — vyvíječ sterilizační páry, 4 — pojistný přetlakový ventil, 5 — sterilovaná potravinářská hadice, 6 — držák potravinářské hadice, 7 — odlučovač kondenzátu, 8 — kontrolní teploměr, 9 — regulační ventil vakua, 10 — přívod vody do vývěvy, 11 — odvaděč kondenzátu topné páry, 12 — parní ventil, 13 — vodokružná vývěva, 14 — vakuometr



říí byla teplota asi 60 °C/30 minut. Celý rozsah laboratorních zkoušek je uveden v [2].

Provozní zkoušky byly nejdříve prováděny při sterilaci potravinářských hadic. Schéma zkušebního zařízení je patrné z obr. 3.

Pro získání čisté páry bylo nutno navrhnout a vyrobit vyvíječ sterilační páry, který je vytápěn topnou párou a opatřen přívodem vody. Na výstupu vyvíječe je umístěn pojistný přetlakový ventil. Vyvíječ páry je spojen potrubím s držákem potravinářské hadice, do kterého je zašroubován jeden konec sterilované hadice. Na druhý konec s držákem navazuje další potrubí ústící do odlučovače kondenzátu, opatřeného dvěma potrubními větvemi, z nichž jedna spojuje odlučovač kondenzátu s vyvíječem páry, druhá je zaústěna do vodokružné vývěvy. Celé zařízení je opatřeno kontrolními teplotními jímkami a regulačními ventily.

Na začátku procesu podtlakové sanitace se otevře přívod topné páry do naplněného vyvíječe sterilační páry. Po dosažení potřebné teploty sterilační páry se při spuštěné vodokružné vývěvě regulačním ventilem nastaví potřebná hodnota vakua a otevře se přívod sterilační páry do systému. Pára prochází hadicí, ohřívá ji na příslušnou teplotu. Kondenzát je v odlučovači veden zpět do vyvíječe páry. Po uplynutí stanovené doby se uzavře přívod topné i sterilační páry, zruší se vakuum a hadice se vyjme z obou držáků.

Na začátku pokusu byla hadice kontaminována mladým pivem ze spilky. Podtlaková sanitace probíhala při teplotě 80 °C — tato teplotě odpovídala hodnota podtlaku 0,05 MPa — a době 20 minut. Mikrobiologické hodnocení vzorků z hadic před sterilací i po sterilaci prokázalo dokonalé usmrcení všech přítomných mikroorganismů.

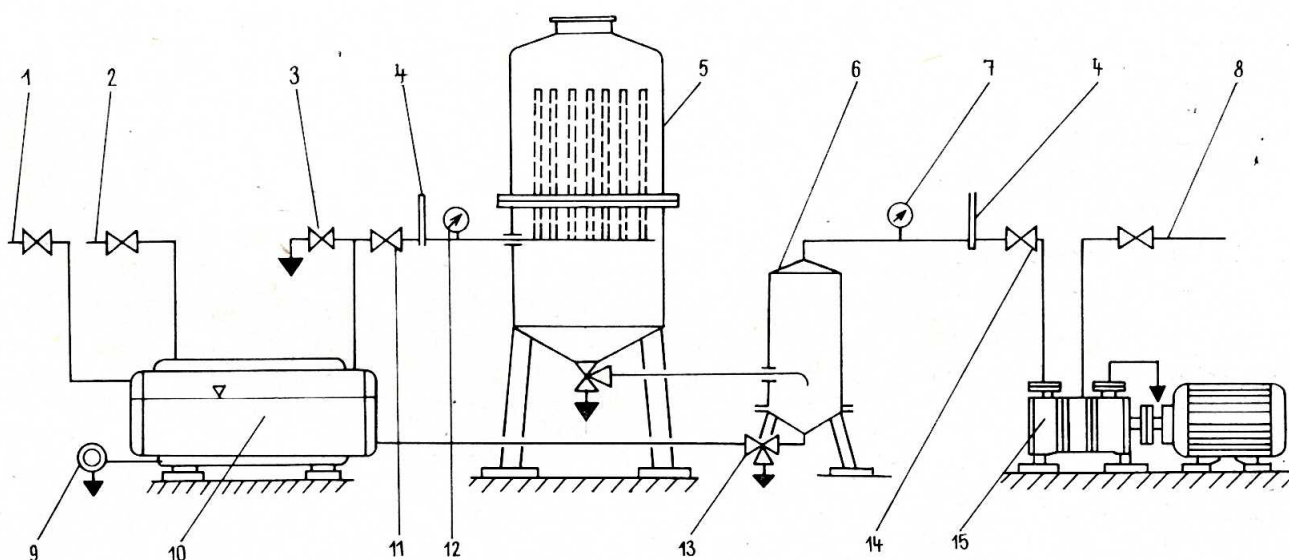
Na základě pozitivních výsledků se zkoušky rozšířily i na naplavovací křemelinový filtr ZVU Hradec Králové s filtrační plochou 16 m<sup>2</sup>, která byla

z technických důvodů nesouvisejících s těmito zkouškami v předchozím období snížena na 8 m<sup>2</sup>.

Schéma zkoušek podtlakové sanitace na tomto filtru je patrné z obr. 4. Filtr je zapojen do okruhu, tvořeného opět vyvíječem sterilační páry, odlučovačem kondenzátu a vodokružnou vývěvou. Pára z výstupu vyvíječe se vede potrubím s pojistným přetlakovým a podtlakovým ventilem, teploměrnou jímkou a vakuometrem do spodní části filtračních svíček křemelinového filtru. Kuželové dno filtru zakončuje třicestný kohout, z něhož jedna větev je vedena do odpadu, druhá větev ústí do odlučovače kondenzátu. Z horní části odlučovače je vedeno evakuační potrubí s dalším vakuometrem, teploměrnou jímkou a regulačním ventilem vakua do vodokružné vývěvy s přívodem vody.

Před provozními zkouškami se křemelinový filtr opět kontaminoval mladým pivem ze spilky. Sanitační okruh se evakuoval na podtlak 0,05 MPa a topnou párou se ohřála sterilační pára ve vyvíječi na 80 °C. Pára o této teplotě proudila sanitovaným filtrem a rovnoměrně vyhřívala zařízení na požadovanou hodnotu 80 °C. Při opakovaných zkouškách bylo zjištěno, že doba náběhu na tuto teplotu nikdy nepřekročila dobu 20 minut. Sterilační doba byla maximálně 25 minut. Následné stěry i z tak zvaných „mrtvých koutů“ filtru a jejich mikrobiologické vyhodnocení prokázalo opět usmrcení všech přítomných mikroorganismů.

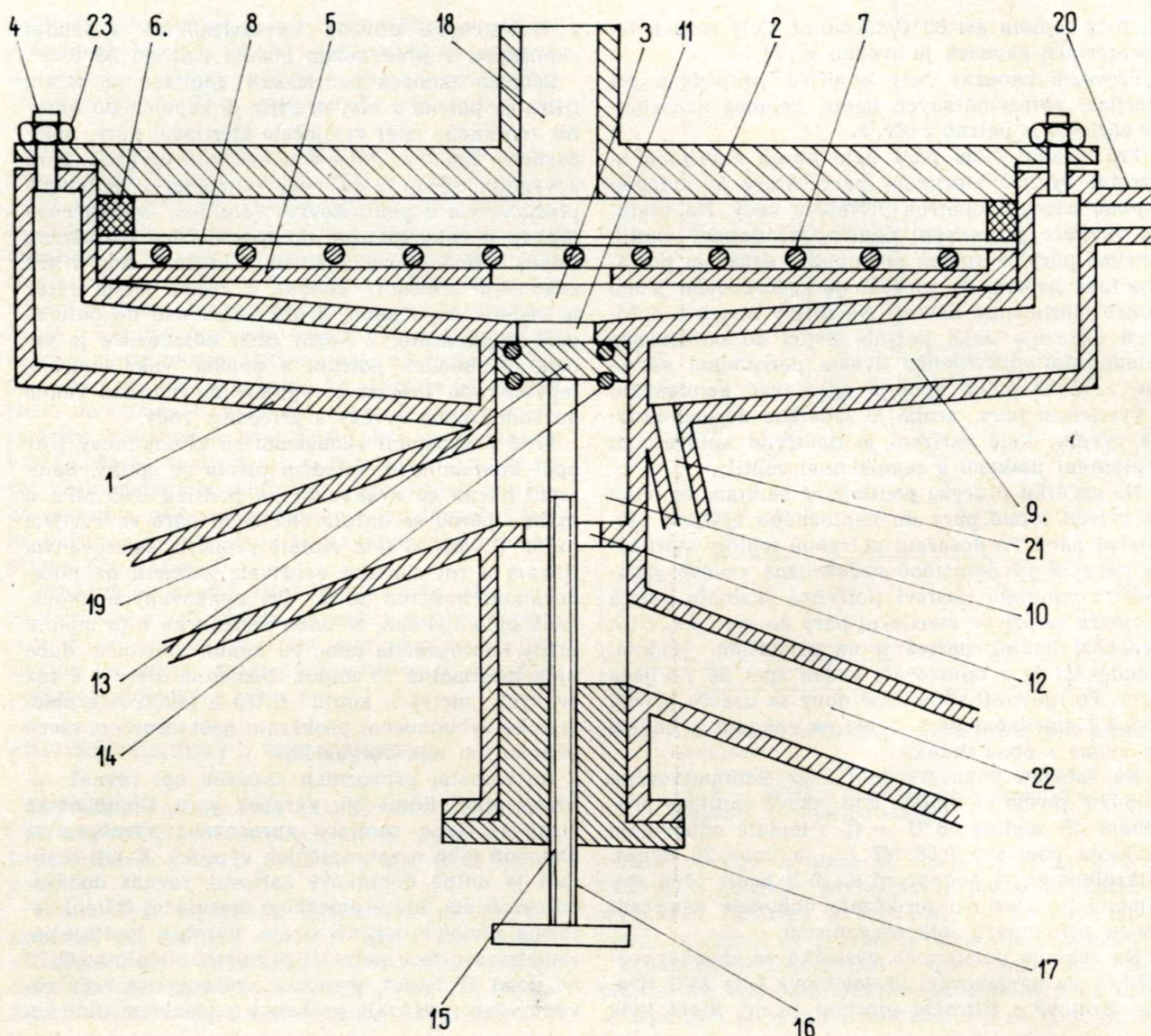
Do rozsahu provozních zkoušek byl rovněž zahrnut plnič Rotus 86, výrobek s. p. Chotěbořské strojírny. Jeho sanitace zpracovaná výrobcem je obdobná jako u zahraničních výrobků. K její realizaci je nutné doplňkové zařízení, rovněž dodávané výrobcem, které umožňuje cirkulační čištění zejména plnicích orgánů stroje. Výrobce limituje parametry sanitace nejvyšší přípustnou teplotou 85 °C po dobu 15 minut, provozní zkušenosti z řady závodů však prokázaly problémy s těsněním plnicích



Obr. 4. Schéma zařízení na aplikaci podtlakové sanitace pro sterilaci křemelinového filtru

1 — přívod vody, 2 — přívod topné tepelné páry, 3 — pojistný přetlakový ventil, 4 — teploměr, 5 — křemelinový filtr, 6 — odlučovač kondenzátu, 7 — vakuometr, 8 — přívod vody do vývěvy, 9 — odvaděč kondenzátu topné páry, 10 — vyvíječ sterilační páry, 11 — parní ventil, 12 — vakuometr, 13 — třicestný kohout, 14 — regulační ventil vakua, 15 — vodokružná vývěva





Obr. 5. Talířový vzduchový filtr

1 — těleso filtru, 2 — víko filtru, 3 — prostor filtrační přepážky, 4 — šroub víka, 5 — podložka, 6 — těsnění víka, 7 — nerezový rošt, 8 — filtrační přepážka, 9 — duplikátorový prostor, 10 — válcový prostor, 11 — horní sedlo, 12 — spodní sedlo, 13 — píst, 14 — těsnění pístu, 15 — pístnice, 16 — závitová část pístnice, 17 — spodní matice, 18 — přívod nefiltrovaného vzduchu, 19 — odvod filtrovaného vzduchu, 20 — přívod topné páry do duplikátoru, 21 — odvod kondenzátu z duplikátoru, 22 — přívod sterilizační páry k sanitaci vzduchových cest, 23 — matice

orgánů, neboť použitý materiál tyto teploty dlouhodobě nesnáší.

Podstatnou nevýhodou tuzemského plniče je nemožnost filtrace vzduchu, neboť výrobce osazoval tato zařízení pouze společným filtrem s bronzovou spékací přepážkou, která zachycuje pouze drobné mechanické nečistoty. Tímto zařízením se filtruje jak vzduch do bubnu plniče, kde přichází do styku s plněným nápojem, tak i vzduch vedený do hadice pro ofukování skleněných stěpů.

Proto byl nejdříve vyvinut mikrobiální vzduchový filtr, umožňující i sanitaci vzduchové cesty tak, aniž by se zvlhčovala filtrační přepážka ze speciálního papíru, který z pevnostních důvodů nesnáší vlhkost. Schéma vzduchového filtru je na obr. 5. Na horní válcovou část vzduchového filtru je na-

sazeno víko, připevněné šrouby, v jehož středu je situován přívod nefiltrovaného vzduchu. Ve válcové části filtru je dále umístěn filtrační papír z Filpapu Štětí, položený na sítu a roštu z nerezavějící oceli. Horní část filtru je dále opatřena parním duplikátorem s přívodem topné páry a odvodem kondenzátu.

Do střední části tělesa se přivádí spodním potrubím sterilizační pára, nad tímto potrubím je odvod filtrovaného vzduchu. Zde se také pohybuje ve dvou úvratích pístnice s pístem, opatřeným oboustranným těsněním. V její horní úvratě se propojí přívod sterilizační páry s odvodem filtrovaného vzduchu při uzavřeném vstupu do prostoru s filtrační vložkou. Při tomto uspořádání se průchodem sterilizační páry z vyvíječe sanituje prostor střední



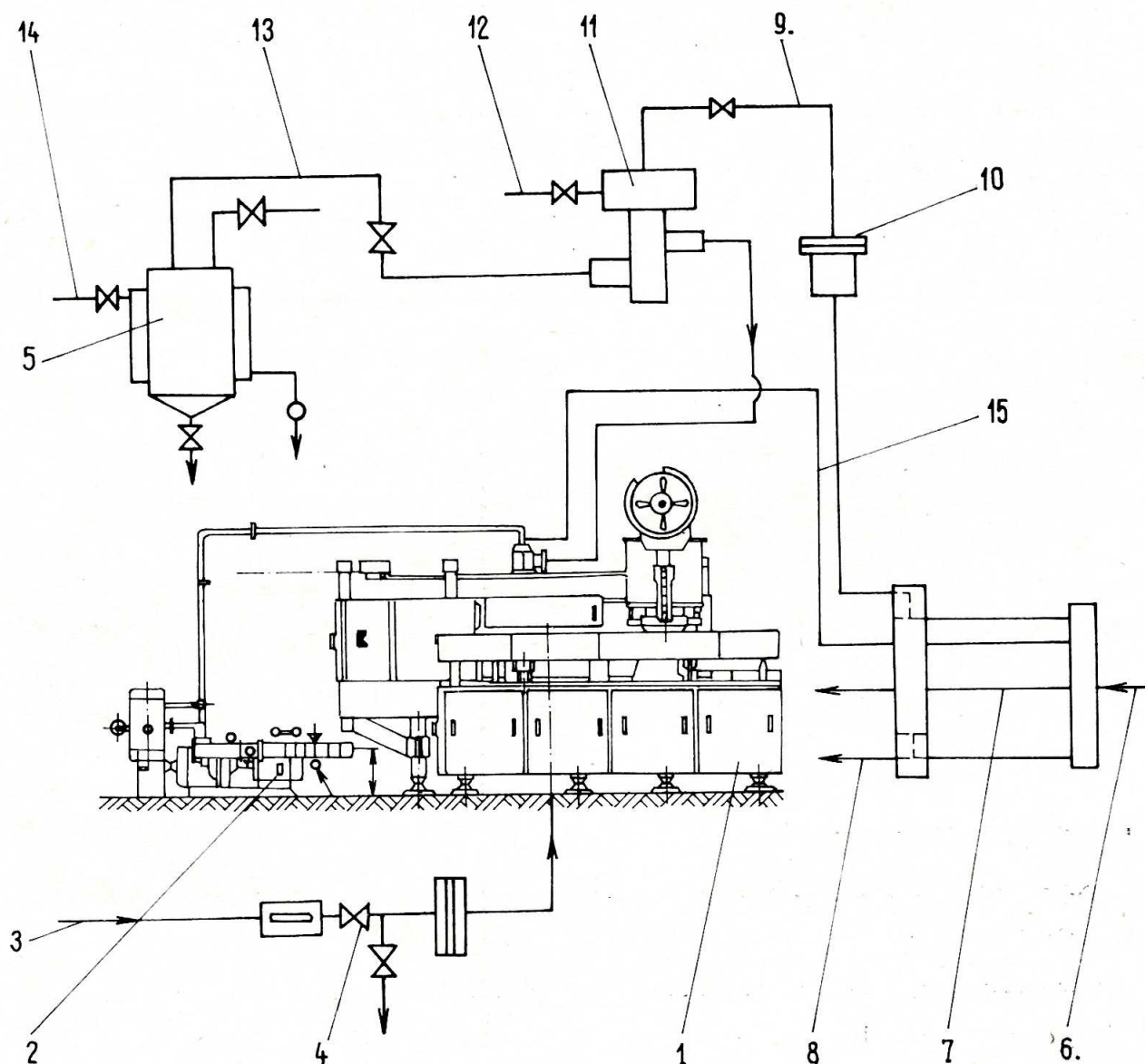
části tělesa a vzduchové potrubí, kterým proudí po skončení sanitace filtrovaný vzduch. Současně se pouští topná pára do duplikátoru a nepřímým teplem se vysteriluje filtrační vložka. Po sterilaci vzduchových cest se uzavře přívod sterilační páry, pístnice přestaví píst do spodní úvratě tak, že uzavře přívod sterilační páry při současném propojení potrubí filtrovaného a nefiltrovaného vzduchu.

Mikrobiální filtr se vložil do plniče v úseku bronzový filtr a buben plniče. Pro snížení tlaku v systému se používala vlastní vývěva plniče.

Během provozních zkoušek však v důsledku nekvalitních těsnicích ploch sanitačních nástavců nebylo možno dosáhnout požadované hodnoty vakua. Proto byly při dalších zkouškách tyto nástavce

nahrazeny lahvemi, nevýhodou tohoto uspořádání bylo to, že bylo možno sanitovat pouze jen část plnicích orgánů a tento postup se musel opakovat po pootočení bubnu plniče.

Ani v tomto případě nebylo možno dosáhnout podtlaku 0,05 MPa. Největším problémem byl stav těsnění odpouštěcího a vakuového ventilu, situovaného po straně bubnu plniče. Přes dosažený velmi nízký stupeň podtlaku (asi jen 0,01 MPa) se podařilo za 10 minut ohřát na 80 °C trasu vzduchového potrubí v úseku vzduchový filtr — buben plniče a část bubnu v místě vyústění vzduchového potrubí včetně příslušných plnicích orgánů. Tyto části plniče se během pravidelných sanitačních cyklů nečistí a mohou proto negativně ovlivňovat trvanlivost stáčeného nápoje.



Obr. 6. Schéma podtlakové sanitace na plniči

1 — plnič, 2 — vývěva, 3 — přívod piva do plniče, 4 — hlavní uzavěr, 5 — parní vyvíječ, 6 — přívod tlakového vzduchu, 7 — přívod tlakového vzduchu do rozdělovače korunek, 8 — přívod tlakového vzduchu do ofuku střepů, 9 — přívod tlakového vzduchu nad hladinu nápoje v bubnu, 10 — odlučovač oleje a vlhkosti, 11 — talířový vzduchový filtr, 12 — přívod topné páry do talířového vzduchového filtru, 13 — přívod sterilační páry z vyvíječe vzduchu do talířového filtru, 14 — přívod topné páry do vyvíječe, 15 — přívod tlakového vzduchu do přítlaku lahví,



Ze zkoušek vyplynul další poznatek, že pro podtlakovou sanitaci nejsou vhodná zařízení, pokud obsahují pohyblivé součásti, které jsou konstruovány pro pracovní přetlak. Důvodem je známá skutečnost, že v uzavřeném systému se obtížněji udržuje vakuum než přetlak.

Z vyhodnocení laboratorních i provozních zkoušek vyplývá, že podtlaková sanitace je progresivní metoda, jejíž hlavní výhody jsou:

- nižší spotřeba energie,
- kratší doba sanitace,
- použití čisté páry,
- vysoký sanitační účinek,
- možnost přidávání přísad pro zvýšení účinku (dezinfekční prostředek),
- možnost regulace teploty a automatizace procesu,
- zabránění úniku páry do okolí, nízké tepelné ztráty,
- zvýšení životnosti nekovových předmětů (těsnění apod.).

Na druhé straně je možno též uvést nevýhody tohoto postupu, např. nutnost instalace doplňkových zařízení, např. zdroj podtlaku, páry i odlučovač kondenzátu a příslušné armatury. Dosažené výsledky však předurčují tento perspektivní způsob sanitace k rychlému rozšíření v celém potravinářském průmyslu.

#### Literatura

- [1] Čs. patent PV 5611-90
- [2] NAVRÁTIL, T.: Stanovení tepelné odolnosti mikroorganismů při sanitačních zásazích a mžikové pastéraci [Diplomová práce], VŠCHT Praha, 1987  
Lektoroval Ing. Jan Voborský

**Šavel, J. - Prokopová, M. - Chládek, L.: Aplikace podtlakové sanitace v pivovarském průmyslu.** Kvas. prům., 37, 1991, č. 6, s. 161—166.

Je popsán nový způsob sanitace využívající vakua, který snižuje spotřebu energie, má vysoký sanitační účinek, umožňuje použití přísad pro zvýšení sterilačního účinku a automatizaci procesu. Další výhodou je zvýšení

životnosti nekovových částí. Autoři popisují zařízení na aplikaci podtlakové sanitace pro potravinářské hadice, křemelínový filtr. Je diskutována možnost sanitace plniče.

**Шавел, Я. - Прокопова, М. - Хладек, Л.: Приложение частичного вакуума в целях санитации в пивоваренной промышленности.** Квас. прум. 37, 1991, № 6, стр. 161—166.

Описывается новый способ санитации, использующий вакуум, понижающий расход энергии, имеющий высокое санитационное действие и дающий возможность применения добавок для повышения стерилизационного действия и автоматизирование процесса. Следующей выгодой является повышение срока службы неметаллических деталей. Авторы описывают установку для приложения частичного вакуума при санитации шлангов в пищевой промышленности и диатомового фильтра. Обсуждается возможность санитации наполнителей.

**Šavel, J. - Prokopová, M. - Chládek, L.: Application of Hypobaric Cleaning in Brewing Industry.** Kvas. prům. 37, 1991, No. 6, pp. 161—166.

The new cleaning procedure utilizing the vacuum process with a lower energy consumption and higher cleaning effect is described. This procedure permits the utilization of some prepreparates that increase the cleaning effect as well as the automation of the procedure. Further advantage is an increasing service life of non-metallic parts. The equipment for an application of the vacuum cleaning procedure of food hoses and kieselguhr filters is described. A possible cleaning of the bottle filler by this procedure is discussed.

**Šavel, J. - Prokopová, M. - Chládek, L.: Applikation der Unterdrucksanitation in der Brauindustrie.** Kvas. prům. 37, 1991, Nr. 6, S. 161—166.

Es wird ein neues Vakuum-ausnützendes Sanitationsverfahren beschrieben, zu dessen Vorteilen die Herabsetzung des Energie-Verbrauchs, ein hoher Sanitationseffekt und die Ermöglichung der Applikation von Zusätzen für die Erhöhung der Sterilisierungswirkung sowie auch der Automatisierung des Prozesses gehören. Einen weiteren Vorteil stellt die Verlängerung der Lebensdauer der Nichtmetall-Teile dar. Die Autoren beschreiben die Einrichtung zur Applikation der Unterdrucksanitation für Lebensmittelindustrie-Schläuche und Kieselgurfilter. Es wird weiter auch die Möglichkeit der Sanitation des Füllers diskutiert.