

## Z výzkumu a praxe

# ZAŘÍZENÍ PRO CHMELOVAR A MOŽNOSTI REKUPERACE ENERGIE

Dr. ing. RUDOLF MICHEL, A. Ziemann GmbH, Ludwigsburg

**Klíčová slova:** *chmel, chmelovar, zařízení, rekuperace, možnosti, energie*

Tématu úspory energie a její rekuperaci je v pivovarnictví přisuzován stále velký význam. Při kontrole směrných čísel o spotřebě tepla a elektrického proudu by se měla pozornost především soustředit na potenciální zdroje úspor, neboť úspora energie má zásadnější význam než její rekuperace. Opatření k úspoře energie a jejímu zpětnému získávání bývají téměř vždy spojena buď se změnou technologických postupů používaných při výrobě piva, nebo s novými investicemi, čímž se dostávají do popředí i komerční aspekty této záležitosti. Investice prováděné v oblasti využití energie nesmí však být posuzovány pouze z hlediska jejich návratnosti, nýbrž je nutno přihlídnout k řadě aspektů ekologické a ekonomické povahy.

Předmětem článku je pojednání o potenciálních možnostech úspor energie a jejího zpětného získávání ve varně.

### CHMELOVAR A PŘÍSLUŠNÉ POSTUPY

Veškeré postupy používané při chmelovaru musí zajistit dokonalou technologii, vysokou kvalitu produktu jakož i vysoký stupeň aplikovatelnosti a ekonomičnosti. Na první pohled jednoduchý proces chmelovaru představuje významný dílčí postup přípravy mladiny. V souvislosti s varnými procesy, posuzovanými z hlediska úspory energie, se neustále objevují a stále budou přezívat problémy, spojené se zajišťováním kvality [1]. Během chmelovaru se odehrává řada procesů jak fyzikálních, tak i chemických povahy:

- odpařování vody
- vnášení chmelových silic
- odstranění nežádoucích aromatických látek
- denaturace a koagulace bílkovin
- izomerizace hořkých látek chmele
- sterilace mladiny
- inaktivace enzymů
- vznik aromatických látek a redukcíjících substancí.

Z výčtu uvedených procesů vyplývají posléze požadavky, kladené na příslušné zařízení pro chmelovar (*tab. 1*).

### ZAŘÍZENÍ PRO CHMELOVAR

Za klasická zařízení určená pro var mladiny lze dnes považovat pánve na přímý ohřev a mladino-

*Tabulka 1 Požadavky na zařízení pro chmelovar*

- |  |
|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>— dostatečné plochy ohřevu,</li><li>— nádoby koncipované pro „mírný“ přetlak,</li><li>— nízká teplota mezních vrstev na topné ploše,</li><li>— vhodným vedením proudění vytvořit v kotli dostatečně velké a volné povrchové plochy,</li><li>— zabránit zpětnému odtoku kondenzátu u (převážně) neizolovaného párníku,</li><li>— dokonalé promíchání obsahu nádoby,</li><li>— dodržení kvalitativních parametrů, např.:<ul style="list-style-type: none"><li>— koncentrace varem koagulovatelného dusíku,</li><li>— koncentrace prekurzorů dimethylsulfidu,</li><li>— číslo kyseliny thiobarbiturové,</li><li>— stupeň izomerace hořkých látek.</li></ul></li></ul> |
|--|

vé pánve s nepřímo vyhříváním dnem (párou či horkou vodou). Uvedená zařízení jsou charakterizována

a) varem za atmosférických podmínek (za přítomnosti vzduchu i bez něho),

b) omezenými výhřevnými plochami umístěnými na dně nebo formou topných hadů, přičemž poměr výhřevné plochy k objemu mladiny se u větších nádob neustále zhoršuje,

c) zhoršeným odparem, který z uvedených skutečností vyplývá,

d) vysokými teplotami plynoucími z použitých topných prostředků,

e) částečně i vysokou vrstvou kapaliny nad výhřevnou plochou.

Vysoká vrstva kapaliny je však spojena s výhodami, plynoucími z dokonalejšího průběhu chemických reakcí. Vyšší vrstva kapaliny působí na výhřevnou plochu větším tlakem, což se projeví vyšší teplotou varu kapaliny.

Z tabulky vodní páry (*tab. 2*) vyplývá při naplnění mladiny o výšce 3 m, při odpovídajícím přetlaku 0,3 bar (= 1,3 bar<sub>abs</sub>) teplota varu 107 °C. Uvedená vyšší teplota mladiny skýtá i navzdory mírnému odpařování dostatečné předpoklady pro probíhající chemické reakce. Bubliny páry vznikají rovnoměrně nad celou vyhřívanou plochou, od ní stoupají vzhůru k hladině mladiny, následkem čehož vzniká ve veškerém objemu mladiny velká plocha fázového rozhraní plynu a kapaliny, což vede k příznivému odstranění nežádoucích složek aromatických látek.

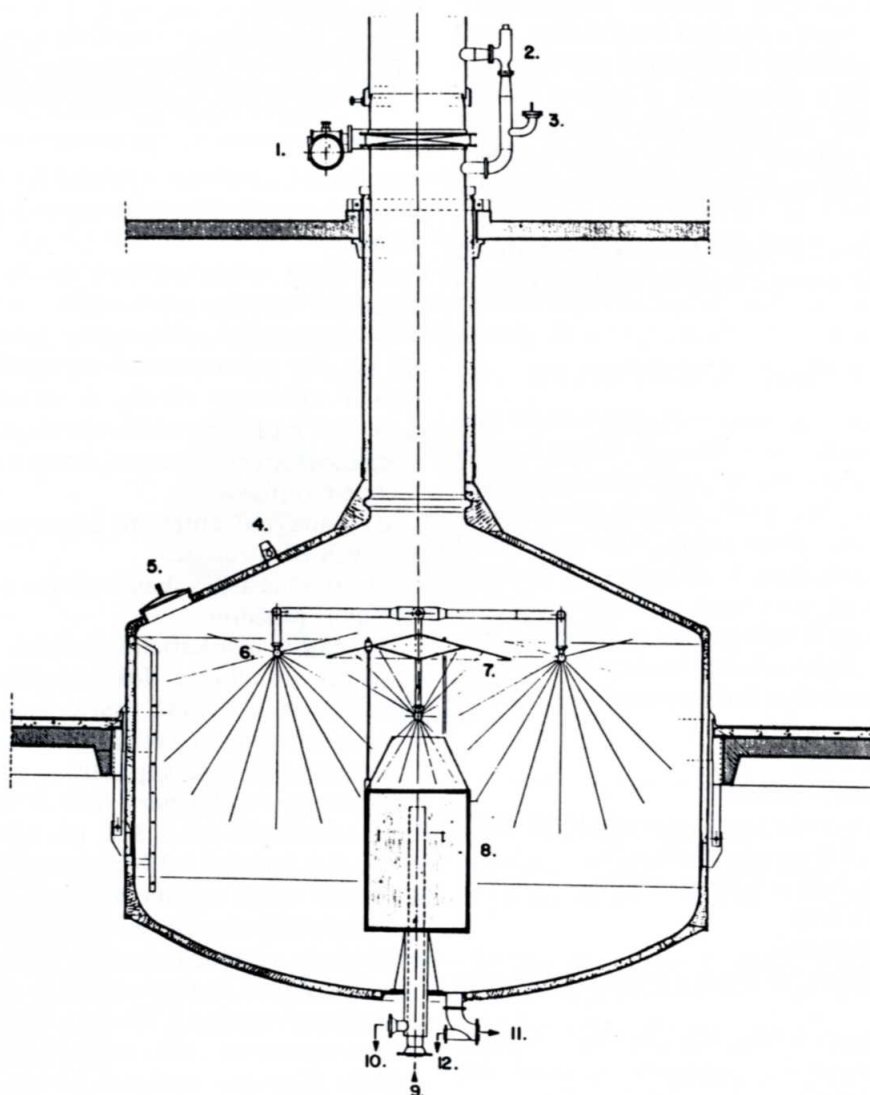
Výsledkem snahy o vybavení varných nádob většími topnými plochami byl vývoj vnitřního varáku (*obr. 1*). Mladinové pánve bývají vybaveny

Tabulka 2 Některé údaje z tabulky syté vodní páry

Teplota 0 °C	Rovnovážný tlak bar <sub>abs</sub>	Hustota kg . m <sup>-3</sup>
95	0,8453	961,5
96	0,8769	961,0
97	0,9094	960,2
98	0,9430	959,6
99	0,9776	958,9
100	1,0133	958,1
101	1,0500	957,4
102	1,0878	956,7
103	1,1267	955,9
104	1,1668	955,2
105	1,2080	954,5
106	1,2504	953,7
107	1,2941	952,9
108	1,3390	952,2
109	1,3852	951,4
110	1,4327	950,7

zešikmeným nebo kuželovým dnem, které není vytápěno; v provedení jako vířivá kád' se používá rovněž i ploché dno. Varná zařízení (vařáky) jsou provedena jako jednostupňové, méně často jako dvoustupňové trubkové výměníky tepla s kónusem pro přívod mladiny s rozvodným plechem. Trubky jsou instalovány ve svislé poloze. Jsou obklopeny topným médiem — párou či horkou vodou.

Přestupem energie ze stěn trubky se mladina ohřívá. V určité výšce trubky pak vznikají bublinky páry. Další přísun tepla vytváří dokonalé dvoufázové proudění, ve kterém jsou obsaženy bubliny páry. Tímto způsobem klesá hustota a mladina získává větší zrychlení. Rychlost proudění, dosažitelná v ustáleném stavu závisí na teplotě topného média, teplotním gradientu na stěně trubky, ztrátách tlaku v trubkách, jakož i na ztrátě tlaku v kó-



Obr. 1. Tlaková mladinová pánev s vnitřním vařákem  
(vyobrazení dle A. Ziemann GmbH, Ludwigsburg)

1 — Klapka domu, 2 — Pojistný ventil, 3 — Podtlakový ventil, 4 — Osvětlení, 5 — Průlez, 6 — Mycí hlavice CIP, 7 — Stínicí plech, 8 — Trubkový vařák, 9 — Přívod páry, 10 — Kondenzát, 11 — Odtok mladiny, 12 — CIP-cirkulace



nusu pro přívod mladiny. Souhrn uvedených vlivů pak udává výstupní teplotu mladiny. Uvedeným způsobem jsou varianty odpařovacího výkonu vymezeny teplotou topného média. Další problém při dimenzování vnitřních vařáků představují pivovary požadované vysoké tepelné výkony pro uvedení mladiny do varu, např. 1 K/min jako protiklad k požadavkům na redukci odpařovacího výkonu. Jako příklad vztažený na 1 hl mladiny slouží *tab. 3*.

*Tab. 3. Porovnání tepelného výkonu při ohřívání 1 hl mladiny o 1 K/min a při odparu 7 % mladiny k čerpání/h (jednotky SI)*

<b>Ohřev</b>	V — objem
$V \cdot \rho \cdot c_p \cdot 1 \text{ K/min} =$	$\rho$ — hustota
$0,107.958.3.94.1/60 = 6,73 \text{ kW/hl}$	$c_p$ — měrná tepelná kapacita
<b>Odpar</b>	$r$ — výparné teplo
$0,7 \cdot V \cdot \rho \cdot r \cdot 1/h =$	
$0,07.0,1.958.2.257.1/3.600 = 4,2 \text{ kW/hl}$	

Jestliže by měly být splněny podmínky pro ohřev, vyplývaly by pro odpar nadměrně velké plochy výměny tepla. Aby bylo možné u těchto neúměrně velkých ploch snížit odpařovací výkon, je nutno snížit teplotu páry či její tlak. U vnitřního vařáku toho však lze docílit pouze částečně, protože přirozená cirkulace jednak vyžaduje udržení minimální teploty topného média, jednak také proto, že snižování teploty mladiny vystupující z vařáku má za následek její pomalejší tok, čímž se snižuje i rychlost cirkulace.

Řešení umožňují externí vařáky, u kterých je mladina uváděna čerpadlem do nucené cirkulace. Uvedeným opatřením lze rychlosti proudění ve výměníku tepla a tím i hodnoty přestupu tepla nastavit po požadovanou hodnotu.

Výstupní teplota mladiny z vařáku se nastaví v závislosti na charakteristice cirkulačního čerpadla a prostřednictvím škrticího ventilu umístěného ve výstupním potrubí. Uvedeným způsobem lze výstupní teplotu mladiny, teplotu topného média a rychlost proudění mladiny dokonale zbatit vzájemně závislosti a tím i konstruovat výměníky tepla s velkými výhřevnými plochami, umožňujícími použít nejnižších teplot topných médií. Podobně jako u vnitřního vařáku je obsah pánve při teplotě varu, takže i v tomto případě je obsah tepelného výměníku ovlivňován vyššími teplotami. Je však možno provést nepatrnou korekturu tím, že dílčí proud mladiny se zavede do dostatečné hloubky pod hladinou mladiny v pánvi. Uvedený dílčí proud vstupuje do pánve při vyšší teplotě varu, odpovídající tlaku převyšujícího sloupce kapaliny.

Jestliže má být cílový záměr formulován tak, aby větší množství mladiny bylo po delší dobu vystaveno působení vyšších teplot, lze aplikovat následující postupy:

a) Mezi výstupem z vnějšího vařáku a mladinou pánvi se jeví jako účelné instalovat vyrovnávací nádržku, přičemž redukce tlaku mladiny se provede až po jejím převedení do mladinové pánve [2; 3].

b) Tlak v mladinové pánvi se zvýší. Takto se dostaneme k postupům varu za nízkého tlaku, které lze realizovat jak s klasickými káděmi, tak i s vnějšími a vnitřními vařáky. Předpokladem je, aby pánve byla vypočtena a konstruována na požadovanou hodnotu tlaku a vybavena vhodnou přetlakovou a vakuovou pojistnou armaturou.

c) Kontinuální postupy při vyšší teplotě, asi 140 °C, s časovou teplotní výdrží a postupnou redukcí tlaku. Vzhledem ke kvalitativním nedostatkům se uvedeného postupu příliš často nepoužívá. Veškeré uvedené varní postupy se vyznačují rozdílným potenciálem zpětného získávání energie a její úspory.

## ÚSPORA ENERGIE A JEJÍ REKUPERACE

Na uvedené téma existuje celá řada pramenů [4]. Těžiště by mělo spočívat ve varně. Jako možnosti úspory energie ve varně lze uvést snížení počtu rmutů v pánvi, snížení spotřeby teplé vody, jakož i redukce celkového odparu.

Infuzní postup vyžaduje ve srovnání s klasickým dvourmutovým potupem pouhou polovinu potřebné topné energie [5]. Vhodným řízením přívodu tepla lze i u dekokčního postupu redukovat odpařování na minimum. Z technologického hlediska je pouze zapotřebí varu rmutů, nikoli odparu. Důslednou revizí všech spotřebitelů teplé vody v celém pivovaru lze spotřebu provozní teplé vody snížit na 0,2 hl teplé vody na 1 hl prodaného piva.

Redukce celkového odparu při chmelovaru a tím i zkrácení doby varu však po kvalitativní stránce naráží na určité meze. Z nejnovějších výzkumů vyplynulo, že při poklesu celkového odparu pod 7 % dochází k výraznému výskytu nevhodných aroma [1], takže veškerý efekt získaný úsporou energie při varu za nízkého tlaku, který v počáteční fázi dosahuje 3 až 4 %, přichází takto vlastně vniveč. U varu za nízkého tlaku se rovněž nedoporučují hodnoty odparu nižší než 7 %, kterých by mělo být především dosaženo vydatným povařováním bez tlaku.

Možnosti rekuperace energie ve varně jsou však podstatně mnohostrannější, bývají však spojeny s většími investicemi.

Za klasický a nejvíce rozšířený postup rekupece tepla lze považovat ohřívání varní vody na teplotu asi 80 °C při chlazení mladiny a její další použití při vystírání a vyslazování. V závislosti na dimenzování zásobníku a jeho izolaci je zapotřebí pouze malého množství energie k dodatečnému ohřevu na začátku týdne až do doby, kdy se má

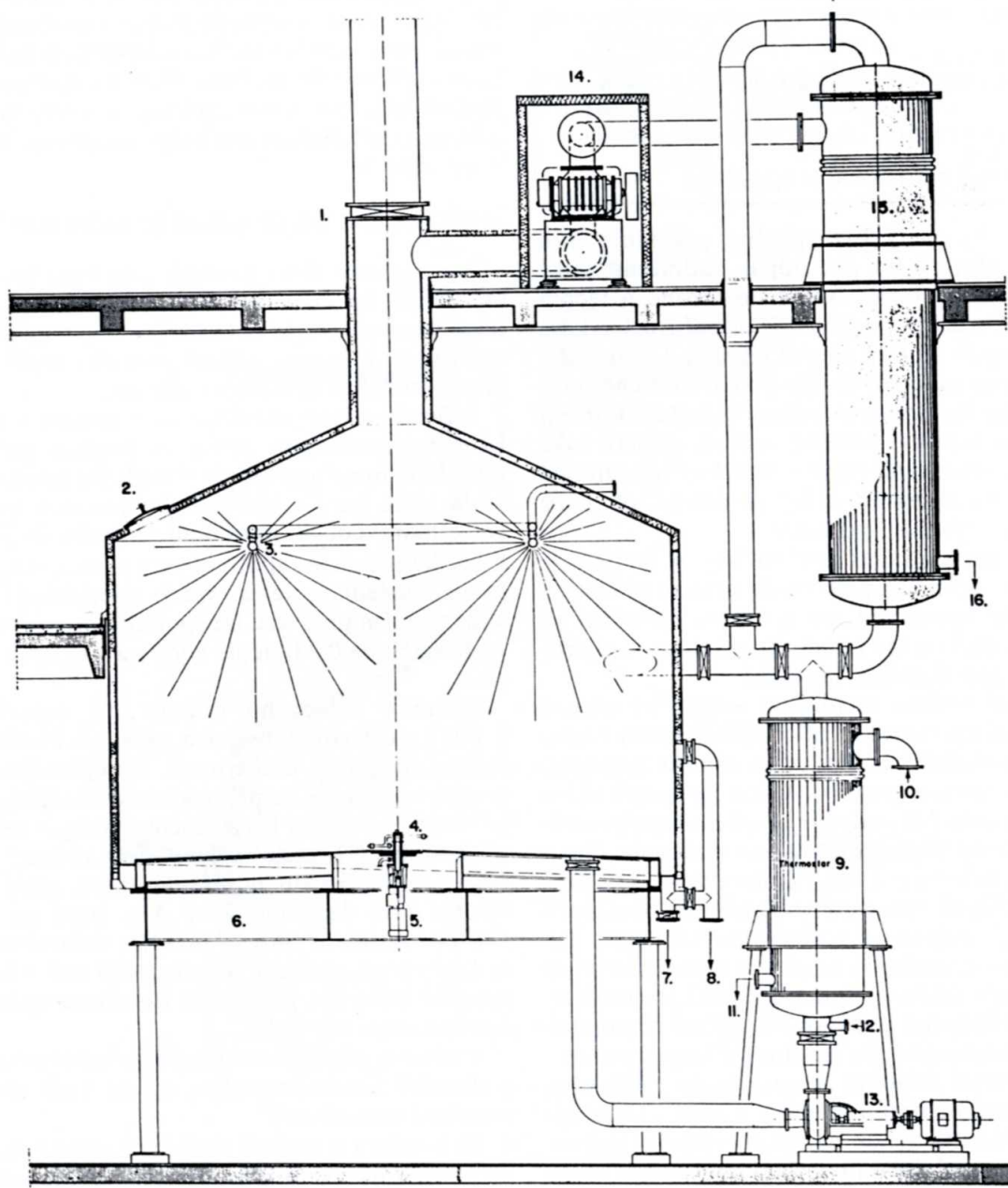
ochladit první várka. V uvedeném případě se jedná o skutečnou cirkulaci energie. Primární energie pak pouze kompenzuje ztráty účinnosti a sálání tepla z výměníků a zásobníků.

Druhým největším energetickým potenciálem, vznikajícím ve varně po ochlazení mladiny, jsou brýdy, které vznikly během varního procesu. Jakým způsobem lze tedy tuto energii upotřebit pro tři hlavní spotřebiče energie ve varně, a to pro ohřev rmutu, scezování sladiny a její ohřev na teplotu varu, jakož i pro vlastní varní proces?

Předpokladem využití brýd pro ohřev je mož-

nost disponovat vlastním, vhodně dimenzovaným tepelným výměníkem, který by byl schopen dodávat vodu o teplotě 95–97 °C. Přímá kondenzace brýd je vzhledem k časovému posunu vznikajícímu mezi dobou výroby tepla a jeho potřebou jen velice obtížně realizovatelná, což znamená, že mezi jednotlivými etapami k přípravě mladiny by buďto musela existovat velice nepružná návaznost, nebo by vyrobená teplá voda musela být při vysokých teplotách převedena do mezizásobníků.

Použití při ohřevu rmutu není u běžných rmutovacích nádob, jejichž dno je vyhříváno anebo je



Obr. 2. Kombinovaná mladinová pánev se zahušťováním brýd

1 — Klapka parního domu, 2 — Uzávěr průlezu, 3 — Hlavice CIP, 4 — Zařízení pro vyhrnování kalů, 5 — Elektromotor, 6 — Konstrukce nosníku, 7 — Vypouštění kalů, 8 — Vypouštění mladiny, 9 — Termostat, 10 — Pára, 11 — Kondenzát, 12 — Připojení CIP, 13 — Čerpadlo na cirkulaci mladiny, 14 — Zahušťování brýd, 15 — Brýdový termostat, 16 — Kondenzát z brýd



opatřeno topným hadem, možné. Vzhledem k nízkým hladinám tepla nelze potřebné plochy výměníku tepla v těchto nádobách umístit. Je však možné k ohřevu použít samostatných tepelných výměníků a instalaci odpovídajících čerpadel a řízením vlastního procesu ohřevu rmutu tak nevyvolat nežádoucí kvalitativní změny.

Ohřátí scezované sladiny teplem získaným z brýdových par samostatného výměníku tepla nevede k technologickým změnám. V uvedeném případě je nezbytně zapotřebí sběrače sladiny. Při čerpání do mladinové pánve prochází scezovaná sladina tepelným výměníkem, jehož vyhřívána strana přichází přímo do styku s brýdami či horkou vodou. Tuto vodu lze získat z kondenzátoru brýd a skladovat ji v zásobníku [6]. Po projití výměníkem se voda ochladí na 80 °C a přivede se posléze do „normálního“ zásobníku varní vody. Aby veškerá scezovaná sladina mohla dosáhnout přibližné teploty varu, je nutný určitý minimální odpar.

Příklad uvedený v tab. 4 vychází z 1 hl mladiny k čerpání a doby jejího varu 60 min; scezenou sladinu je takto zapotřebí ohřát o 30 °K. Z porovnání energie, která je k dispozici a jejího potřebného množství vyplývá, že pouze odpar více než 7 % jí poskytne v potřebném množství.

Tab. 4 Potřeba energie při ohřevu scezované sladiny a možnosti poskytované kondenzací brýd

Odpar % vyražené mladiny	Sladina pohromadě hl kg	Odpar hl kg	Energie MJ	Účinnost 0,9	Energetická potřeba MJ
6	1,06 105,7	0,06 5,75	12,98	11,68	12,49
8	1,08 107,7	0,08 7,66	17,29	15,56	12,73
10	1,10 109,7	1,00 9,58	21,62	19,46	12,96

Další, avšak po technické stránce značně komplikovanou možností rekuperace energie z brýd, je jejich komprese, tj. zpětné vedení vznikající vodní páry a její využití ve vnějším vařáku jako páry vyhřívací. Technologie chmelovaru není při tomto způsobu rekuperace ovlivněna.

Aby výměna tepla mohla účinně probíhat, je zapotřebí mít k dispozici účinný teplotní spád. K využití brýd je nutno zvýšit jejich teplotu, čehož lze dosáhnout jejich kompresí. V uvedeném případě lze použít kompresoru, kterým se zvýší jak tlak, tak i teplota brýd. Kompresor je možno pohánět elektromotorem či spalovacím motorem. Zvýšení tlaku je po ekonomické stránce nejvýhodnější v rozmezí 0,03 až 0,04 MPa, méně často 0,05 MPa. Uvedeným způsobem lze získat teploty 108 °C až 111 °C.

Vzhledem k nepatrnému teplotnímu rozdílu mezi stlačovanými brýdami a mladinou je zapotřebí mít k dispozici plochu výměny tepla o dostatečné velikosti. V této souvislosti je zcela na místě

otázka, proč brýdy nestlačit na vyšší tlak, čímž by se zvýšila i jejich teplota, což by nevyžadovalo použití tak velké ohřívací plochy, která není příliš levná.

Důvodem tohoto omezení, kdy tlak se zvyšuje pouze nepatrně, je termodynamika komprese. Se zvyšujícím se kompresním tlakem stoupá rovněž nepřiměřeně i potřeba energie pro vlastní kompresi; potřebné zvýšení teploty nasycené páry ve výměníku je oproti tomu téměř lineární [7]. Tímto způsobem dochází ke zvýšení instalovaného a v průběhu provozu potřebného příkonu ve formě proudu či primární energie. Použitím kompresoru se zvyšují náklady jak investičního, tak i provozního charakteru a tím stoupá i závislost na zvyšování cen za energii. Uvedené skutečnosti si vynucují volbu schůdnější cesty a z tohoto důvodu se jeví jako vhodnější instalovat nižší pohonné výkony za nižší ceny a fungování procesu výměny tepla zajistit jednorázovou investicí do větší plochy výměníku. Nižší výhřevné teploty spolu s velkou plochou navíc skýtají menší náchylnost ke znečištění a tím i prodlužují dobu provozu mezi dvěma intervaly čištění. V některých případech bylo možné toto čištění provádět až po 60 várkách [8], přičemž interval 30 až 40 várek lze považovat za „normální“. Při kompresi brýd lze použít následujících typů kompresorů:

- dmychadlo s rotačními písty (Rootsovo dmychadlo) u menších zařízení;
- šroubového kompresoru či
- turbodmychadla.

Použitím zařízení na kompresi brýd lze u chmelovaru uspořit 80 až 90 % konvenčně používané energie. Zbývajících 7 % je nutno do systému dodat ve formě elektrické energie. Chmelovar spolu se zařízením na kompresi brýd představuje rovnovážný proces, což znamená, že narušení této rovnováhy (např. ztráty způsobené sáláním a dávkováním chmele během komprese brýd) musí být vykompenzovány dodáním dalšího množství páry. Na nedodržení této rovnováhy reaguje kompresor zvýšeným odběrem proudu. Jestliže je tato rovnováha narušena přivedením tepla, je nutno učinit opatření na odstranění nadbytečné páry ze systému.

## BLOKOVÁ ELEKTRÁRNA A VÝROBA VLASTNÍHO ELEKTRICKÉHO PROUDU

Další potenciální možnost pro rekuperaci energie, přesněji řečeno jejich úspor, představuje vlastní bloková elektrárna v pivovaru. Při jejím použití lze v bezprostřední blízkosti odběratele vyrábět současně proud a tepelnou energii.

Jádrum systému je spalovací motor, generátor elektrického proudu a kompresor, které jsou navzájem propojeny. Generátor vyrábí potřebný provozní proud. Energií získanou při chlazení



motoru a výfukových plynů lze prostřednictvím zásobníku vysokých teplot ohřívat scezenou sladinu, popř. louhovou lázeň myčky lahví. Nová zařízení, která se objevila při chlazení spalovacích motorů, umožňují získat horkou vodu o teplotě 135 °C při jejich chlazení. Tím se „chladicí voda“ dostala na takovou úroveň teplot, která v pivovaru umožní řešit veškeré problémy spojené s ohřevem. Generátor poháněný spalovacím motorem může uspořít 30 až 35 % primární energie, kterou je nutno vynaložit do výroby elektrického proudu. U běžných, párou poháněných zařízení, úspora takto vyrobeného proudu řádově dosahovala 10 % použité primární energie.

Předpokladem pro využití blokové elektrárny je pokud možno dlouhodobé a současné využívání jak mechanické, tak i elektrické energie. Výhodu je možno spatřovat v současné výrobě proudu a tepla, které probíhají přímo u spotřebitele. Uvedeným způsobem lze oproti odběru proudu z veřejné sítě a vlastní výrobou páry uspořít až 35 % potřebné primární energie. Uvedený aspekt má velký význam jak z provozního, tak i ekonomického hlediska.

### JAKÁ HLEDISKA JE NUTNO ZOHLEDNIT PŘI OPATŘENÍCH NA ÚSPORU ENERGIE

Před posouzením aplikovatelnosti ve stručnosti uvedených možností ve vlastním podniku je zapotřebí po delší dobu registrovat diagram o spotřebě tepla a elektrického proudu. Tímto způsobem lze zajistit rozložení špiček odběru proudu a časovou následnost potřeby a místa použití tepla. Dále je nutno z hlediska kapacitních možností uvážit velikost várek a jejich sled, prodiskutovat plány na zvýšení výroby, možnosti akumulace nadbytečného tepla, aby mohl být dosažen maximální počet provozních hodin. Na tomto základě je pak s kompetentními opatřeními zapotřebí posoudit různé alternativní možnosti, které by sloužily jako podklad k definitivnímu rozhodnutí.

### LITERATURA

- [1] MIEDANER, H.: NARZISS, L.; SCHNEIDER, F.: Technologische Aspekte der Würzekochung. EBC Proceedings of the XXII<sup>nd</sup> Congress, Zürich 1989, s. 49—62.
- [2] Pat. SRN 3430 798.
- [3] Mschr. Brauwiss. 39, s. 408.
- [4] UNTERSTEIN, K.: Brauwelt, 130, 1990, s. 2 258.
- [5] NARZISS, L.: Technologie der Würzebereitung, 6. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart 1985, s. 162.
- [6] Pat. SRN 3147 620.
- [7] KLAPPER, W.: Brauwelt, 126, 1986, s. 1 153.
- [8] PENSEL, S.: Brauwelt, 129, 1989, s. 1 242.
- [9] FISCHER, J.: Brauwelt, 127, 1987, s. 1 771.
- [10] FISCHER, J.: Der Einsatz des Blockheizkraftwerks in der Brauerei. (Dissertation) TU München, 1988.

**Michel, R.: Zařízení pro chmelovar a možnost rekuperace energie.** Kvas. prům., 41, 1995, č. 1, s. 11—17.

Opatření k úspoře energie a jejímu zpětnému získávání bývají téměř vždy spojena buď se změnou technologických postupů výroby piva, nebo s novými investicemi. Přehledně jsou vysvětleny možnosti úspory a rekuperace energie při chmelovaru a některá omezení vyplývající z různých konstrukce mladinové pánve, technologických pravidel a fyzikálních zákonitostí. Diskutovány jsou možnosti vnitřního a vnějšího vařáku mladiny, využití brýdových par a výhody jejich komprimování. Zmíněna je i blokova elektrárna a výroba vlastního el. proudu.

**Michel, R.: Wort Boiling Apparatus with Possibility of Energy Recovery.** Kvas. prům., 41, 1995, No. 1, pp. 11—17.

Measures destined for energy saving and its recovery are almost always linked either with changes of technological processes during beer production or new investments costs. A survey of possibilities is given with respect to energy saving during wort boiling as well as some restrictions resulting from various construction of a copper, technological principals and physical laws. Possibilities of the external and internal wort boiler, vapour utilization and advantages of their compression are discussed. Mentioned is also a block power station and production of own electrical current.

**Michel, R.: Einrichtung zur Würzekochung und Möglichkeiten der Energierückgewinnung.** Kvas. prům., 41, Nr. 1, S. 11—17.

Maßnahmen zur Energieeinsparung und deren Rückgewinnung sind fast meistens entweder mit Änderungen von technologischen Verfahren bei der Bierherstellung oder mit neuen Investitionen verbunden. Übersichtlich sind dargestellt die Möglichkeiten der Energieeinsparung und deren Rückgewinnung bei der Würzekochung als auch einige, aus verschiedener Konstruktion der Würzepfanne, technologischer Regel und physikalischer Eigenschaften sich ergebende Beschränkungen. Besprochen werden ebenfalls die bei dem Außen- und Innengerät vorkommende Möglichkeiten, Ausnutzung von Brüden und Vorteile bei deren Verdichtung. Ergänzt durch kurze Aussage über das Blockheizkraftwerk und Erzeugung des eigenen elektrischen Stromes.

**Михель, Р.: Оборудование для кипячения сусла с хмелем и возможности рекуперации энергии.** Квас. прум., 41, 1995, № 1, стр. 11—17.

Мероприятия для экономии энергии и ее рекуперации почти всегда связаны либо с изме-

нением технологических процессов в ходе производства пива, либо с новыми инвестициями. Обзорно дается объяснение возможностей экономии и рекуперации энергии при кипячении сусла и некоторые ограничения, вытекающие из различной конструкции сусловарочного котла, технологических правил и физических

закономерностей. Обсуждению подвергаются возможности использования внешнего и внутреннего варочного котла, использование вторичных паров и преимущества их компрессии. Упомянута тоже и блоковая электростанция и производство собственной электрической энергии.