

II. část: NDK-systém, komprese brýdových par, kontinuální chmelovar

Ing. PETR ŤOPKA, Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, Praha

Ing. STANISLAV PROCHÁZKA, Pražské pivovary, k. p., Praha

Ing. BŘETISLAV KOCAR, Ing. JINDŘICH TOMŠÍK, Pivovary a sladovny, koncern, Praha

Klíčová slova: *chmelovar, technologie, zařízení, úspory energie, tlakové vaření, komprese brýd, kontinuální výroba*

V první části článku byly ve stručnosti shrnuty fyzikálně chemické změny probíhající při chmelovaru a bylo poukázáno na možnosti energetických úspor při klasickém, netlakovém chmelovaru. Druhá část je zaměřena na varní systémy, které využívají tepla brýdových par přímo při chmelovaru, nebo výrazně snižují celkový odpar varem při vyšších teplotách, urychlující požadované chemické děje.

VAŘENÍ PŘI NÍZKÉM PŘETLAKU, NDK-SYSTÉM

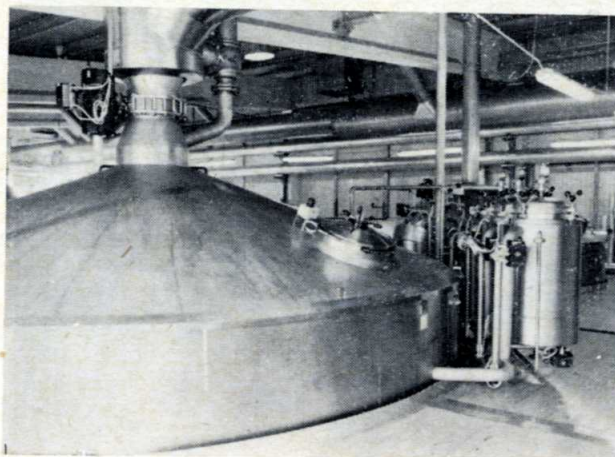
Mladinová pánev pro NDK-systém je konstruována pro provozní přetlak 0,05 až 0,07 MPa a její cena je o 15 až 20 % vyšší [1]. Obdobně jako dříve popsaná netlaková pánev je vybavena vnitřním nebo vnějším vařákem a kondenzátorem brýdových par. V tlakové fázi se provozní tlak reguluje škrcením odcházejících brýdových par za vzrůstu teploty nad 100 °C. Na obr. 1 je tlaková pánev s dávkovacími nádobami na chmel, vybavená pojistným ventilem a uzavíráním párníku.

Aplikace systému na pětinádobovou varnu s dvojicí rmutovystíracích pánví 1, scezovacích kádí 2 a dvojicí kombinovaných pánví 3 s vnějším vařákem 4, je patrna z obr. 2. Voda o teplotě 80 °C, získaná v chladiči mladiny 5 a akumulovaná v zásobníku 6, se během chmelovaru ohřívá na 96 °C v brýdovém kondenzátoru 9 a akumuluje se v zásobníku 7. Touto vodou se předeřhřívá sladina pro následující várku v deskovém výměníku 11 na teplotu 92 °C. Brýdový kondenzát je ochlazován před vypuštěním do kanalizace ve výměníku 10 při získání 80 °C teplé provozní vody. Chmel se dávkuje ze zásobníků 8.

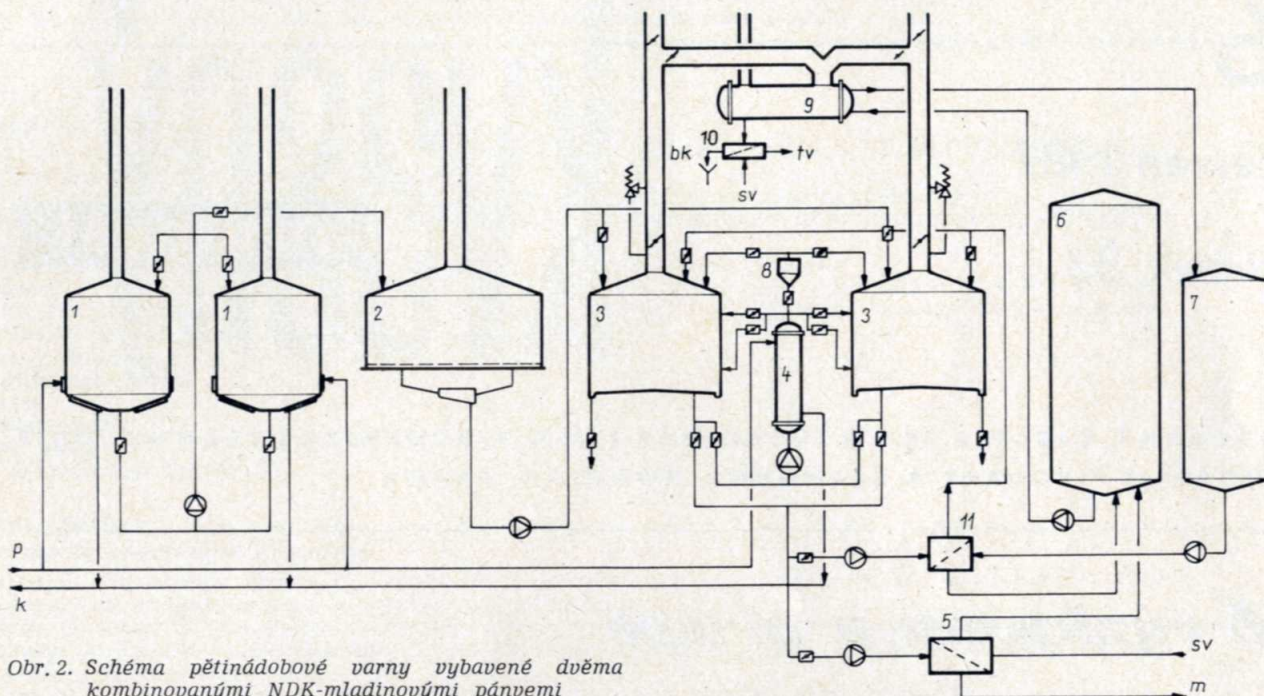
Průběh chmelovaru je rozdělen do několika fází. Nejčastěji se zahájí desetiminutovým beztlakovým varem, který je důležitý pro vypuzení aromatických látek pocházejících ze sladiny a chmele. V dalších 10 až 15 minutách se zvýší tlak v pánvi tak, aby se dosáhlo teploty vroucí mladiny v rozmezí 104 až 108 °C. I při této fázi

se část brýdových par odvádí a je tak zajištěn odpar. Vlastní tlaková fáze se udržuje podle zvolené teploty 10 až 20 minut. Potřebnou dobu lze vypočítat podle *Herrmanna* [2]. Přisun topné páry se sníží tak, aby byl stále zachován odpar. Následuje fáze uvolnění tlaku a opět desetiminutový beztlakový var. Chmel se dávkuje podle technologických požadavků z tlakových zásobníků, jak bylo již uvedeno. Celková doba chmelovaru se zkracuje na 55 až 60 minut při odparu 5 až 6 %, výjimečně 3 % [3, 4, 5].

Je-li správně zvolena délka tlakové fáze, dosahuje se



Obr. 1. NDK-kombinovaná pánev, 505 hl vyrážené mladiny (firma Steinecker, NSR)



Obr. 2. Schéma pětínádobové varny vybavené dvěma kombinovanými NDK-mladinovými pánvemi

požadované úrovně štěpení prekurzorů dimethylsulfidu a úbytek celkového dusíku kolísá podle obsahu rozpustného dusíku v dávce chmele. Výtěžek hořkých látek je oproti klasickému chmelovaru o 5 až 8 % vyšší. Údaje o obsahu koagulovatelného dusíku, 5-hydroxymethylfuralu a barvě se liší, zřejmě vzhledem k různému složení sladiny, odlišnému způsobu chmelení, různému teplotnímu účinku, jakož i intenzitě pohybu v pánvích různé konstrukce [3, 4, 6, 7]. Teplota na výstupu z vařáku by měla být pouze o 3 °C vyšší, než je teplota v pánvi. Proto se doporučují větší výhřevné plochy a nižší tlak páry (pod 0,4 MPa) [8].

NDK-systém umožňuje při správném postupu vyrobit i silně chmelená piva pšenského typu bez varní příchuti nebo jiných nedostatků. Pouze hořkost byla hodnocena jako méně vyrovnaná [7].

Vaření při nízkém přetlaku je až dosud nejvíce rozšířeným, energeticky úsporným systémem. Jen firma Huppmann postavila do roku 1985 více než 60 těchto zařízení od malých až po špičkové výkony (pivovar Binding,

1450 hl vyráběné mladiny). Úspora tepla oproti klasickému chmelovaru se pohybuje podle výchozích podmínek až do 65 % [4].

Na obr. 3 je příklad aplikace systému na jednoduchou varnu (Huppmann, 280 hl vyráběné mladiny). Vlevo je kombinovaná výstřač a scezovací kád, směrem doprava externí vařák, rmutomladinová NDK-pánev s brýdovým kondenzátorem v horní části, vířivá kád a zásobník horké vody.

KOMPRESSE BRÝDOVÝCH PAR

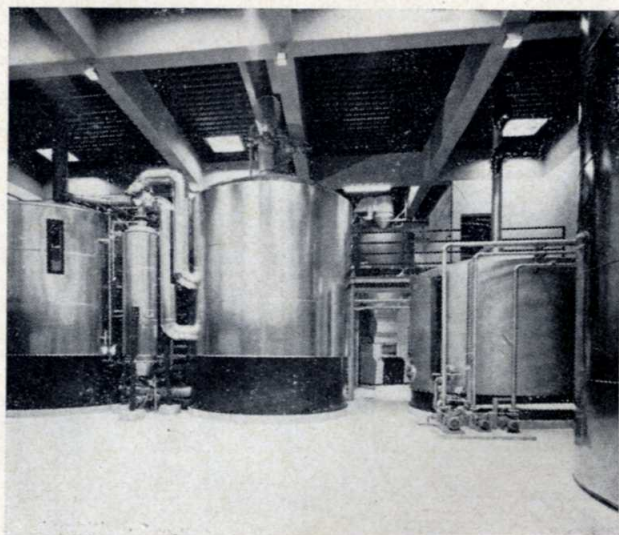
Schéma zařízení je na obr. 4. Brýdové páry unikající z pánve 3 za přetlaku 0,002 MPa (uzavřená netlaková pánev pracující bez přístupu vzduchu) jsou odváděny přes odlučovač 7 do dmychadla 9, kde jsou stlačovány na přetlak 0,02–0,04 MPa a vstupují s teplotou asi 107 °C jako topné médium do vařáku 4. Ten je rozdělen do dvou sekcí. První se vytápí čerstvou párou a slouží pro ohřev sladiny do varu. V průběhu vlastního chmelovaru se do ní přivádí pouze množství páry potřebné pro krytí tepelných ztrát zařízení. Druhá sekce je vytápěna stlačenými brýdovými parami. Brýdový kondenzát se dále ochlazuje ve výměníku 10 při získání teplé provozní vody.

Vedle vnějšího vařáku je možno použít i vnitřního vařáku. Podmínkou je dostatečné dimenzování teplosměnné plochy vzhledem k uvedenému nízkému tlaku topné páry. Při použití vnějšího vařáku je třeba vhodně uzpůsobit odběrní a vratné potrubí do pánve, aby se zajistilo dostatečné míchání [1].

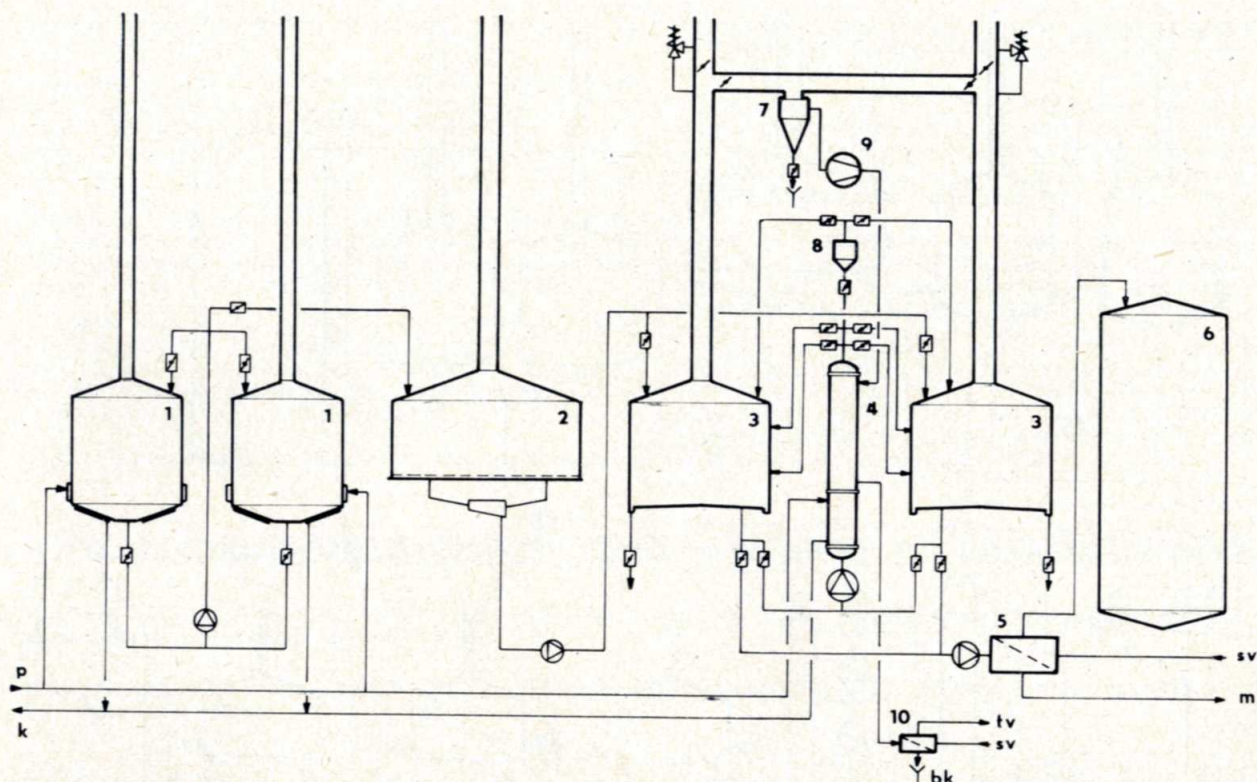
Na obr. 5 je pohled na Rootsovo dmychadlo o velikosti odpovídající varně 315 hl. Použití tohoto typu dmychadla je oproti kompresorům různé konstrukce výrazně hospodárnější [4, 9, 10, 11].

Hospodárnost tohoto systému je obecně podmíněna větším počtem várek a roční výrobou nad 120 000 hl mladiny. Výhodné je, jsou-li požadovány vyšší odpary a je-li nízká spotřeba horké provozní vody. Zvýšením odparu ze 6 na 15 % stoupne spotřeba primární energie u klasického chmelovaru bez využití tepla brýdových par o 80 %, kdežto u systému zahušťování brýd pouze o 14 % [1, 4, 12].

Pracovní postup: 30 minut před koncem scezování se mladina začne ohřívát cirkulací přes vnější vařák vytápěný párou. Odběr sladiny je z více míst ve dně pánve, vracení je tangenciální. Při objemu pohromadě se uzavře párník a ohřívá se dále až na teplotu sladiny 100,2 °C.



Obr. 3. Jednoduchá varna s NDK-rmutomladinovou pánví a vnějším vařákem (firma Huppmann, NSR)



Obr. 4. Schéma pětínádobové varny vybavené dvěma kombinovanými mladinovými pánvemi a zařízením pro kompresi brýdových par

p — pára, k — kondenzát, bk — brýdový kondenzát, sv — studená voda, tv — teplá voda, m — mladina

Tangenciální vstup se nahradí vstupem nad hladinu, aby se zajistil var bez pění. Brýdové páry se odsávají, komprimují a kondenzují ve vařáku. Přívod přídatné páry se sníží na minimum. Dobu varu a procento odparu lze volit libovolně podle technologických požadavků, obvykle 75 minut a 10 %. Spotřeba energie klesá oproti klasickému chmelovaru s 12 % odparem o 60 až 65 % [13]. Úspora tepla použitého pro vaření je 80 až 85 % [14].

Po kvalitativní stránce nepřináší popsaný postup žádné riziko. Trvalým odsáváním brýdových par se dokonale odstraní nežádoucí chuťové složky, barva mladiny je v důsledku vyloučení styku se vzduchem nižší. Izomerizace hořkých látek probíhá beze změn, obsah koagulovatelného dusíku je mírně nižší, obsah dimethylsulfidu výrazně nižší [1, 10].

Výhodou tohoto systému je jeho snadné přiřazení k dosavadním mladinovým pánvím. Úprava je relativně jednoduchá a přídatná zařízení nejsou náročná na prostor. Vařák může mít ležaté provedení a lze ho i s dmychadlem umístit do prostoru pod varnou. Interiér varny se tak nemění.

KONTINUÁLNÍ CHMELOVAR

Společně pro kontinuálně pracující systémy je:

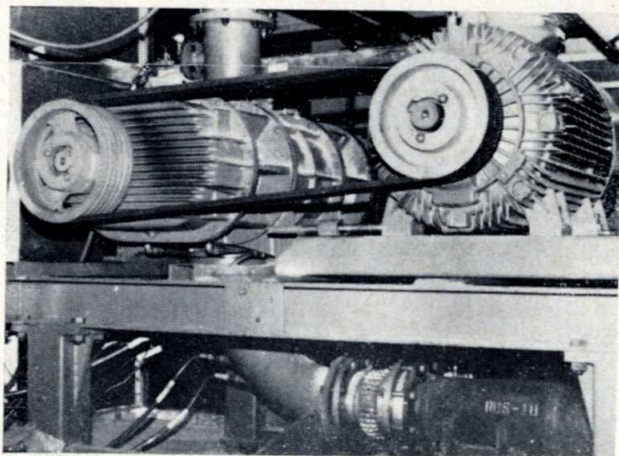
- krátkodobý chmelovar při vyšších tlacích a teplotách nad 110 °C,
- přímé předávání tepla brýdových par vstupující sladině,
- rovnoměrný odběr tepla,
- uzavřený systém zabraňuje nekontrolovatelnému provzdušnění mladiny při chmelovaru,
- nelze aplikovat hlávkový chmel a dělit dávku chmelu.

SYSTÉM FIRMY KRAFTANLAGEN, HEIDELBERG

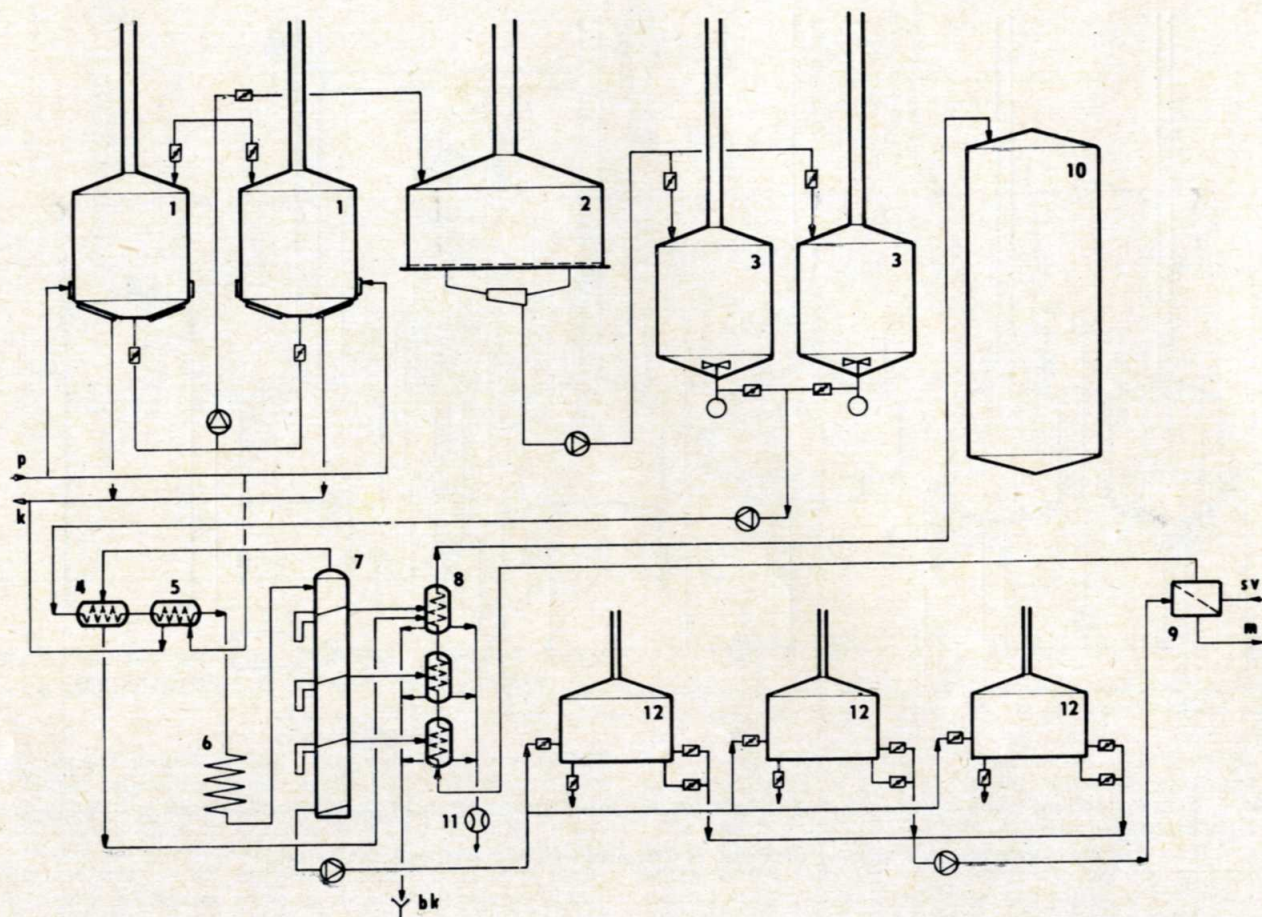
Schéma zařízení je na obr. 6. Za scezovací kádí 2 jsou zařazeny dva sběrače sladiny 3, dimenzované na objem pohromadě, v kterých se upraví stupňovitost sladiny a dává chmel (granulát, extrakt). Sladina přichází do výměníku 4, kde se ohřívá brýdovými parami z prvního stupně expanze a do výměníku 5, kde se dohřívá čerstvou párou na teplotu v rozmezí 115 až 120 °C. Po prodlevě asi 10 minut (podle reakční teploty) ve výdržníku 6 následuje čtyřstupňová expanze v expandéru 7 až do vakua. Brýdové páry z druhého až čtvrtého stupně expanze jsou vedeny do kondenzátorů 8, kde dohřívají vodu z chladiče mladiny 9 na teplotu 80 až 88 °C, která je akumulována v zásobníku 10. Podtlak v systému je vytvářen vývěvou 11. Brýdový kondenzát je ochlazen na teplotu 30 °C.

Mladina je čerpána do jedné ze tří vířivých kádí 12, které se střídavě plní, vyprazdňují a sanitují.

Odpár lze regulovat v širokých mezích od 4 do 16 %.



Obr. 5. Rootsovo dmychadlo aplikované ve varně firmy Steinecker, NSR



Obr. 6. Pětínádobová varna po zařazení kontinuálního vařáku mladiny firmy Kraffanlagen, Heidelberg
p — pára, k — kondenzát, bk — brýdový kondenzát, sv — studená voda, m — mladina

Při 12% odparu se získá 1,3 hl vody 80 °C teplé na hektolitr mladiny. Výhodou je možnost změny celkového odparu a množství získané vody podle potřeby, aniž by se přitom změnila délka prodlevy při reakční teplotě. Podle výrobce je energetická úspora srovnatelná se systémem firmy Steinecker, tj. až 70 % [1, 9, 15].

Zařízení o výkonu 380 až 410 hl.h⁻¹ je instalováno v pivovaru Hannen v Mönchengladbachu, NSR [9].

SYSTÉM FIRMY STEINECKER

U tohoto systému se sladina postupně ohřívá ve třech protiproudých výměnících na reakční teplotu 135 °C. Po prodlevě 2,5 minuty následuje dvoustupňová expanze na atmosférický tlak. Uvolněné brýdové páry slouží jako topné médium v 1. a 2. výměníku, 3. výměník se vytápí čerstvou párou.

Firma instalovala již více než deset těchto zařízení o výkonech 28 až 450 hl.h⁻¹. Zkušební zařízení o výkonu 115 hl.h⁻¹ se v loňském roce ověřovalo v pivovaru Staropramen. Podrobný popis tohoto systému, dosažené energetické úspory a provozní zkušenosti jsou shrnuty ve třetí a čtvrté části tohoto sdělení.

Jak postupovat při výběru vhodného varního systému?

Všechny popsané systémy přinášejí výrazné energetické úspory a u všech se postupně daří dosáhnout i po kvalitativní stránce velmi dobrých výsledků. Nejlepším dokladem toho, že neexistuje univerzální řešení je, že žádný z nich dosud nedosáhl dominantního postavení.

Při výběru je nutno podrobně analyzovat současný technický stav závodu, zejména varny, kotelny, teplovodního hospodářství a chlazení, ve vztahu k perspektivě rozvoje a dostupnosti nového zařízení. V úvahu je nutno dále vzít především konstrukční uspořádání dosavadní varny, počet varních souprav, objem várky, počet várek

v týdně, požadovaný odpar a další technologické požadavky, spotřebu varní a provozní vody a další možnosti využití odpadního tepla v závodě. Porovnání varních systémů z různých hledisek zpracoval např. Reinhold [16] nebo Pensel [17].

Literatura

- [1] Prospektový materiál firmy Steinecker, Freising, 1983—85
- [2] HERRMANN, H., FELGENTRAEGER, W., KANTELGERG, B., LENZ, B.: Brauwelt, **124**, 1984, s. 2076
- [3] NARZISS, L., MIEDANER, H., JESINA, A.: Brauwelt, **125**, 1985, s. 2045
- [4] Prospektový materiál firmy Huppmann, Kitzingen, 1980—85
- [5] Anonym: Brew. Dest. Int., **16**, 1986, s. 28
- [6] PÖHLMANN, R.: LGA Rundsch., 1983, s. 61
- [7] NARZISS, L., MIEDANER, H., JESINA, A.: Brauwelt, **125**, 1985, s. 2096
- [8] NARZISS, L.: Brauwelt, **124**, 1984, s. 696
- [9] BREYWISCH, D.: Brew. Dest. Int., **15**, 1985, s. 32
- [10] RENNER, J.: Brauwelt, **126**, 1986, s. 258
- [11] KLAPPER, W.: Brauwelt, **126**, 1986, s. 1153
- [12] Anonym: Brauwelt, **124**, 1984, s. 172
- [13] NARZISS, L.: Brauwelt, **120**, 1980, s. 955 a 1047
- [14] PENSEL, S.: Brauwelt, **124**, 1984, s. 2243
- [15] TÜNTE, P.: Forum der Brauerei, **38**, 1985, s. 234
- [16] REINHOLD, K.: Forum der Brauerei, **37**, 1984, s. 85
- [17] PENSEL, S.: Brauwelt, **126**, 1986, s. 72

Lektoroval Ing. Jan Šima

Topka, P. - Procházka, S. - Kocar, B. - Tomšík, J.: Moderní způsoby chmelovaru. II. část: NDK-systém, komprese

brýdových par, kontinuální chmelovar. Kvas. prům. **33**, 1987, č. 6, s. 161—165.

Druhá část článku je zaměřena na NDK-systém, kompresi brýdových par a kontinuální chmelovar. Vždy je uveden základní popis zařízení, jeho začlenění do souboru varny, energetické, technologické a kvalitativní aspekty.

Тюпка, П. — Прохазка, С. — Коцар, Б. — Томшик, И.: Современные методы хмелеварки. II. часть. Система НДК, компрессия вторичного пара и непрерывная хмелеварка. Кvas. прум. 33, 1987. № 6, стр. 161—165.

Вторая часть статьи направлена на систему НДК компрессию вторичного пара и непрерывную хмелеварку. Во всех случаях приводится описание установок и их включение в комплекс варочного цеха, далее энергетические, технологические и качественные аспекты.

Topka, P. - Procházka, S. - Kocar, B. - Tomšík, J.: Modern

Procedures of Hop Boiling. II. NDK System, Compression of Vapours and Continuous Hop Boiling. Kvas. prům. **33**, 1987, No. 6, pp. 161—165.

The second part of the article is focused on the NDK system, the compression of vapours and the continuous hop boiling. The equipment description and its including into the brewing house and energetical, technological and qualitative aspects are given.

Topka, P. - Procházka, S. - Kocar, B. - Tomšík, J.: Moderne Systeme der Würzekochung. II. Teil. Das NDK-System, Brüdendampfkompensation, kontinuierliche Hopfenkochung. Kvas. prům. **33**, 1987, Nr. 6, S. 161—165.

Der zweite Teil des Artikels befaßt sich mit dem System der Niederdruckkochung, der Brüdenkompression und dem kontinuierlichen Würzekochen. Bei jedem behandelten System wird die Einrichtung und ihre Eingliederung in das Sudhaus beschrieben, energetische, technologische und qualitative Aspekte erörtert.