

Chlazení v pivovaru

W.FELGENTRAEGER, firma Huppmann, Kitzingen

663.445

Klíčová slova: chlazení, cylindrokónický tank, kvašení, chladicí jednotka, úspora energie, pivo

Chladicí stroje jsou jedny z největších spotřebičů elektrické energie v pivovaru. Elektrická energie se využívá pro pohon chladicích kompresorů, chlazení kondenzátu, oběžných čerpadel apod. Spotřeba elektrického proudu v pivovaru střední velikosti pro chlazení se pohybuje v rozsahu 1,7 až 3,0 kWh/hl vyrobeného piva, přičemž celková spotřeba elektrického proudu je asi 7 až 12 kWh na hl vyrobeného piva. Z těchto údajů vyplývá, že asi 25 až 35 % celkové spotřeby elektrické energie připadá na chlazení. Investiční i provozní náklady na chladicí zařízení jsou samozřejmě závislé na klimatických poměrech místa pivovaru, avšak ve střední Evropě tato zařízení zpravidla pracují s výparnou teplotou -10 °C a kondenzační teplotou v rozsahu asi +30 až 35 °C. Pro chlazení se nejvíce používá amoniak.

CHLAZENÍ MLADINY

Firma Huppmann vyvinula čtyři různé způsoby pro chlazení mladiny:

- zařízení se zásobou ledu, která pracují hospodárně za předpokladu přímého odparu, využívání nočních tarifů; používají co nejvyšší teplotu odparu a je použit deskový chladič s optimálními rozměry,

- předchlazení ledové vody, chladicí výkon se stanoví z teplotního rozdílu mezi teplotou studniční vody a požadovanou teplotou ledové vody při průběžném chlazení,

- přímý odpar NH_3 , který lze uplatnit při větším počtu várek; při tomto způsobu se aplikuje automatické řízení procesu chlazení v nerezovém tepelném výměníku,

- zařízení s částečnou akumulací glykolu (popř. jiného chladicího média); tento systém má výhodu jednoduché regulace a spolehlivosti, nevýhodou jsou však vyšší provozní i investiční náklady.

CHLAZENÍ CYLINDROKÓNICKÝCH TANKŮ

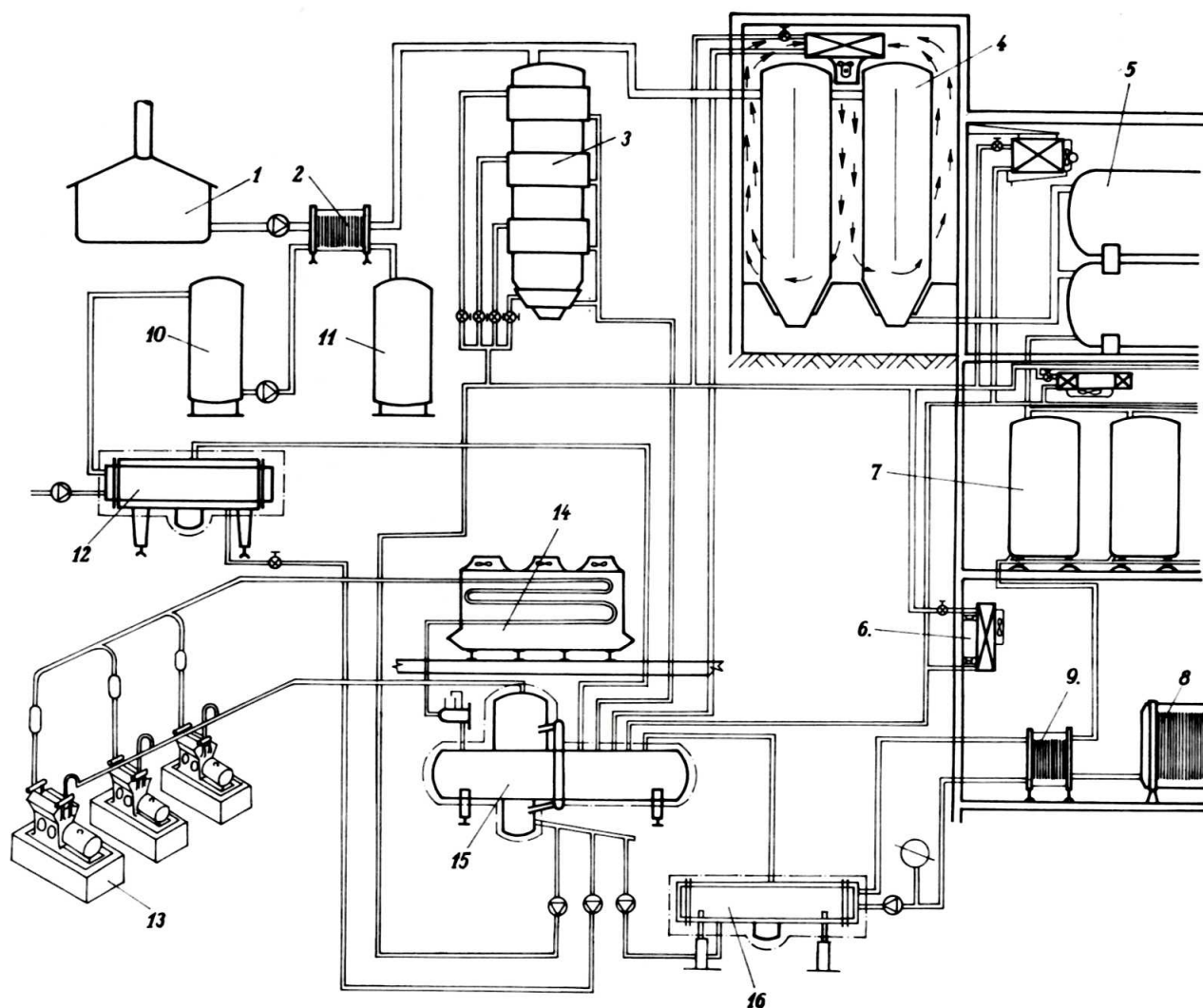
Průběžný vývoj techniky zavedl do pivovarů cylindrokónické tanky (CKT) pro hlavní kvašení i dozrávání piva.

K tomuto vývoji přispěla firma Huppmann systémem chlazení těchto nádob. Jedná se o systém SHT (Soft Huppmann Tank Cooling - šetrné chlazení tanků podle Huppmanna), jehož podstatou je průběžné chlazení celé plochy tanku. Při tomto uspořádání je tank, resp. soubor tanků uzavřen v izolovaném prostoru, kromě prostoru pod kuželovou částí tanku. Chladicí agregát umístěný na stropě chladicího prostoru průběžně chladí nuceně cirkulující vzduch. Výhodou systému SHT je minimální teplotní diference (max. 0,5 °C). Není nutno izolovat CKT ani instalovat na nich chladicí zóny. Schematicky je znázorněn systém SHT na obr. 1, poz. 4.

Pro řízení provozu cylindrokónických tanků byl vyvinut počítačový systém PCT (Programable Computerized Tank Control), který zahrnuje celý teplotní program kvašení, chlazení a zrání piva. Jedná se o mikroprocesorový systém s možností manuálního řízení, který byl původně vyvinut pro systém SHT. Potom byl adaptován i na cylindrokónické tanky s chladicími pláštěmi nebo trubkami, určené jak pro hlavní kvašení, tak i pro zrání piva. Systém PCT je zejména určen pro regulaci teploty chladicího média tak, aby i při chlazení tanku s minimálním počtem chladicích zón byla zaručena požadovaná teplotní diference na straně piva a chladicího média a tím dodržen optimální režim kvasného procesu. Na obr. 2 je znázorněna aplikace systému PCT pro regulaci chlazení cylindrokónického tanku s pěti chladicími zónami.

Jako chladicí kompresory se v pivovaru osvědčily Huppmannovy výrobky. Jedná se o čtyřválcové, šestiválcové a osmiválcové kompresory dodávané v rozsahu výkonu 50 000 až 500 000 W. Jsou běžně vybavovány odlehčovacím zařízením při rozběhu, vzdušným chlazením hlavy válců kompresorů, manostatem a teplotním čidlem. Pomaluběžný chod pístů je volen z hlediska maximální životnosti zařízení. Zvýšená bezpečnost provozu je zajištěna zvětšením objemu sací komůrky a zvláštní konstrukcí ventilů.

Ve výrobním programu firmy Huppmann jsou dále i šroubové kompresory, kondenzátory, výparníky včetně regulační a měřicí techniky.



Obr. 1. Systém chlazení v pivovaru

1 - vřivá kád', 2 - deskový chladič mladiny, 3 - cylindrokónický tank s chladicími zónami, 4 - cylindrokónický tank chlazený systémem SHT, 5 - ležácké tanky, 6 - chlazení prostoru filtrační stanice, 7 - přetlačné tanky, 8 - deskový filtr, 9 - deskový chladič na podchlazování piva, 10 - zásobník ledové vody pro chlazení mladiny, 12 - chladič ledové vody, 13 - chladicí kompresory, 14 - kondenzátor, 15 - separátor NH_3 , 16 - chladič glykolu

Dříve se chladicí zařízení navrhovala tak, že se pracovalo relativně s konstantní výparnou teplotou, což však nebylo hospodárné, protože většinou tato zařízení nepracují na plný chladicí výkon. Jejich regulace probíhá většinou použitím manostatu.

Jako výhodné se prokázalo volit kondenzační teplotu v závislosti na teplotě vnějšího vzduchu. Pro regulaci provozu chladicího zařízení pak byl vyvinut počítačový systém PCA (Programmierbare Computergesteuerte Anlagen Optimierung). Systém sleduje a reguluje výparnou teplotu tak, aby provoz chladicího zařízení byl maximálně hospodárný. Rovněž lze systém naprogramovat tak, aby v noci při lacinějším nočním proudu akumuloval větší množství chladu.

Vzhledem k tomu, že existuje přímá souvislost mezi teplotou venkovního vzduchu a kondenzační teplotou, snímá teplotní čidlo počítače tuto hodnotu v nastavitelném časovém úseku dvou až patnácti minut. Na základě této hodnoty a množství odebíraného chladu počítač stanoví optimální výparné a kondenzační teploty chladicího okruhu. Souběžně

ovládá počítač chod ventilátorů kondenzátorů nebo oběhového čerpadla.

Pokud je v pivovaru instalováno chladicí zařízení s kompresory, jejichž běh není plynule regulovatelný, pouze se spíná a vypíná podle potřeby, je systém PCA naprogramován tak, že v případě potřeby využívá doby stání a jeho

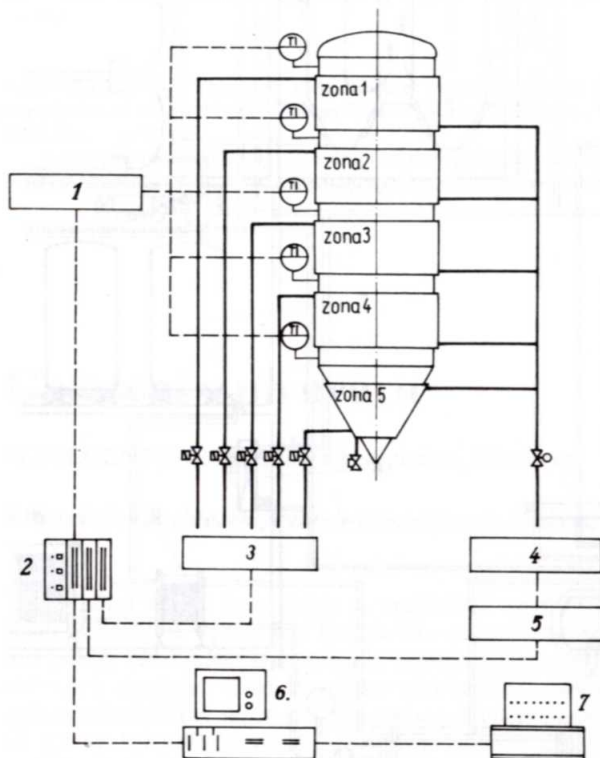
Tab. 1. Přehled spotřeby energie a vyrobeného chladu v závislosti na výparné a kondenzační teplotě pro NH_3 jako chladivo

Výparná teplota (°C)	Kondenzační teplota (°C)					
	+15	+20	+25	+30	+35	+40
-10°C						
chladič výkon (%)	120,5	115,4	110,5	105,5	100	94,4
příkon (%)	65,2	73,9	82,9	91,8	100	107,0
-5 °C						
chladič výkon (%)	149,0	143,3	137,8	132,1	126,2	120,1
příkon (%)	65,1	75,6	86,0	96,6	107,0	116,9

dobu příslušně prodlužuje, neboť tato zařízení pracují hospodárně jen při plném zatížení.

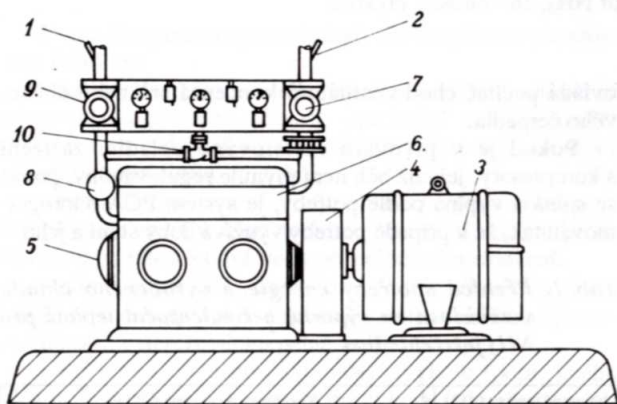
V tabulce 1 je zpracován přehled spotřeby energie a množství vyrobeného chladu při různých výparných teplotách a kondenzační teplotě -5 a -10 $^{\circ}\text{C}$.

Je patrné, že při základu 100 %, který je vztažen na výparnou teplotu -10 $^{\circ}\text{C}$ a kondenzační teplotu $+35$ $^{\circ}\text{C}$, je



Obr. 2. Schéma chlazení cylindrokónického tanku řízeného počítačovým systémem PCT

1 - snímání údaje teplotních sond, 2 - vyhodnocení údajů, 3 - řízení průtoku chladicího média jednotlivými chladicími zónami, 4 - snímání teploty chladicího média, 5 - řízení teploty, 6 - počítač, 7 - tiskárna, TI - teplotní čidlo



Obr. 3. Chladicí kompresor Huppmann

1 - teplotní čidlo na sacím potrubí, 2 - teplotní čidlo na výtlačném potrubí, 3 - elektromotor, 4 - spojka, 5 - olejové zubové čerpadlo, 6 - rozvod ventilů, 7 - uzavírací ventil výtlačného potrubí, 8 - filtr, 9 - uzavírací ventil na sacím potrubí, 10 - odlehčovací ventil



Obr. 4. Chladicí zařízení Huppmann

možno tyto teploty v závislosti na teplotě okolního vzduchu, která je limitní pro provoz kondenzátoru, regulovat, což přináší značnou úsporu na potřebném příkonu motoru kompresoru. Další výhodou je prodloužení životnosti strojního zařízení důsledkem šetrnějšího provozu.

Přeložil a lektoroval Ing. L. Chládek, CSc.

Felgentraeger, W.: Chlazení v pivovaru. Kvas. prům., 38, 1992, č. 1, s. 14 - 16

Pivovarská chladicí zařízení jsou největšími odběrateli elektrické energie a proto optimalizace provozu z hlediska vyrovnávání energetických špiček je velmi důležitá. Je popsán způsob tohoto řešení pomocí počítače.

Фелгентрагер, В.: Процессы охлаждения на пивоваренном заводе. Квас. прум., 38, 1992, № 1, стр. 14 - 16

Охладительные установки пивоваренного завода являются наибольшими потребителями электрической энергии и в связи с тем оптимизация производства с точки зрения выравнивания энергетических пиков является весьма важной. Описывается способ этого решения при помощи ЭВМ.

Felgentraeger, W.: Cooling in Brewery. Kvas. prům., 38, 1992, No. 1, pp 14 - 16

Brewing refrigeration plants consume the most quantity of electric energy. Therefore, process optimization from the standpoint of power drain peaks is very important. A computer application permits to solve this problem.

Felgentraeger, W.: Kühlung in der Brauerei. Kvas. prům., 38, 1992, Nr. 1, S. 14 - 16

Die Kühlanlagen stellen in der Brauerei die größten Verbraucher der elektrischen Energie dar und der Optimalisierung ihres Betriebs vom Standpunkt des Ausgleichs der energetischen Spitzen kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Es wird eine Computergestützte Lösung dieses Problems beschrieben.