Provozní a postupové analýzy energetického hospodářství jako podklad pro odvození racionalizačních opatření - - 2. část

663.4.013.6:331.876.6

Dr.-Ing. HANS JOACHIM KOCH, Zentralinstitut des Ministerium für Bezirksleitete Industrie und Lebensmittel-industrie, Berlin -- DDR

4.6 Bilanční okruh lahvovny

4.6.1 Bilanční obraz a schéma míst měření

V lahvovně se z energetických zdrojů využívá pára a elektrická energie. Tepelná energie uváděná do bilančního okruhu slouží k čištění lahví a k pasteraci piva. Zvláštní význam má dále spotřeba teplé i studené vody, která má nepřímo rozhodující vliv na spotřebu páry, popř. elektrické energie. Místa měření, zaznamenaná v bilančním obrazu (obr. 8), odpovídají minimálnímu vybavení. V provozech s velkým výkonem zařízení pro stáčení speciálního piva (Vollbier Deutsches Pilsner Spezial) se spotřeba tepelné energie pro pasteraci zjišťuje odděleně a odečítá se.

Obr. 8. Bilanční obraz a schéma míst měření — lahvovna

4.6.2 Vymezení úkolu a provedení pokusu

Ve výrobním úseku plnění se nejsilněji projevuje kolísání potřeby v jednotlivých ročních obdobích. Následkem toho lze očekávat také velmi rozdílné využití kapacity. To se opět promítá pozitivně nebo negativně do specifické spotřeby energie. Provedení pokusu musí být tedy z hlediska hospodaření s energií zaměřeno na nejvýhodnější využití zařízení. V dalším je třeba odvodit z výsledků měření progresivní ukazatele. Pokusy se konaly v časovém úseku 6 týdnů. Měřené hodnoty se odečítaly každou hodinu, jakož i na začátku a na konci každé směny. Protokol o měření, vyhotovovaný pro kaž-

dou směnu, obsahoval vedle energetických údajů také rozpis pro jednotlivé druhy piva, jakož i údaje o technicko-technologicky zdůvodněných prostojích.

4.6.3 Výsledky

Spotřeba páry

Specifická spotřeba páry pro nepasterované pivo je znázorněna na obr. 9 v závislosti na produktivitě stáče- cího zařízení. Střední spotřeba páry pro Vollbier Hell a Vollbier Deutsches Pilsner odpovídá 17 000 kcal/hl, pro Vollbier Deutsches Pilsner Spezial 29 400 kcal/hl při srovnatelném využití kapacity. K dispozici jsou 4 myčky lahví MDG 31 (výkon 9000 lahví/h) a tunelový paster (Sander Hansen & Co.) o jmenovitém výkonu 18 000 lahví/h.

Obr. 9. Využití kapacity v závislosti na specifické spotřebě tepelné energie

Spotřeba elektrické energie

Průměrná specifická spotřeba elektrické energie ve sledovaném období byla 1,35 kWh/hl lahvového piva. Další zjištění o specifické spotřebě elektřiny a stupni využití jednotlivých strojů, popř. skupin strojů, byla uvedena již dříve [4].

Spotřeba vody

Šetřením byla zjištěna spotřeba 0,35 hl teplé vody a 6,90 hl studené vody/hl lahvového piva.

4.6.4 Odvození opatření k úspoře tepelné a elektrické energie

V koncepci racionalizace bylo přihlédnuto zejména k těmto důležitým opatřením:

1. snížení technicko-technologicky a organizačně odůvodněných prostorů a tím ke zvýšení stupně využití skutečné kapacity, popř. snížení všech specifických spotřeb energie,

2. omezení spotřeby studené a teplé vody nejúspornějším používáním vyplachovací vody a tím současně ke snížení specifické spotřeby elektrické energie,

3. zabránění častému střídání druhů stáčeného piva, zejména přechodů od pasterovaných piv k nepasterovaným a tím snížení ztrát při vytápění a ochlazování pasteračního zařízení,

4. vypracování plánů údržby s cílem snížit prostoje.

Využití energie

Bez doplňkových investičních nákladů je možné zvýšením využití kapacity o 10 % [viz obr. 9] ušetřit přibližně 15,4 % tepelné energie. To odpovídá zhruba 6 t páry/den.

4.7 Vytápění prostorů

4.7.1 Charakteristika skutečného stavu

Spotřeba páry k otopu nabíhá téměř ve všech výrobních odděleních a v sociálním i komunálním obvodu provozu. V bilančním okruhu vytápění prostorů nabíhá spotřeba páry a teplé vody. Odcházejí z něj vznikající kondenzáty a teplá voda. Energie potřebná k pohonu čerpadel má podřadný význam.

Skutečný stav charakterizuje specifický ukazatel spotřeby. Pro stanovení takového specifického ukazatele jsou v provozu tyto možnosti:

1. Zjištění hodinové potřeby tepla v závislosti na vnější teplotě

V tomto případě je nezbytné zjistit spotřebu tepelné energie měřením. Většinou se však nepodaří kvantifikovat spotřebu páry v jednotlivých střediscích pro značné větvení sítě.

Ve sledovaném provozu byla zjištěna celková spotřeba energie z rozdílu mezi technologickou a celkovou spotřebou páry.

2. Výpočet potřeby tepla pro instalovanou výhřevnou plochu v závislosti na obestavěném prostoru

Maximální předatelné množství tepla instalovanou výhřevnou plochou se označuje jako jmenovitý příkon budovy nebo prostoru. V praxi bývá jmenovitý příkon větší, než potřeba tepla pro otop prostorů. Lze tedy určit maximální potřebu tepla na podkladě jmenovitého příkonu. Předpokladem je proměřit v provozu všechna topná tělesa, včetně rozměrů a udat o výkonu.

Z výsledků takových výpočtů vyplynuly tyto hodnoty specifické potřeby:

- masivní budovy s dvojitými okny 32,5 kcal/m³h (jídlna, výrobní budovy, kanceláře)
- masivní budovy s jednoduchými okny 40,5 kcal/m³h (kanceláře, sociální budova, prodejna, garáže)
- byty 60,0 kcal/m³h

Tyto hodnoty zahrnují rezervy a slouží jako podklad pro dimenzování topných zařízení v rámci pozdější rekonstrukce.

4.7.2 Doporučení pro racionální nasazení tepelné energie při použití různých topných soustav

Požadavky na topné soustavy

Hospodárné rozsahy využitelnosti topných soustav jsou podstatně závislé na tzv. tepelné účinnosti. Podle ní se rozlišují dvě skupiny:

— kanceláře: převážně sedavá činnost; bez technologicky nutných nároků na soustavu topení; zvláštní vý-

znam má přiměřená teplota (teplotní pohoda),

— výrobní prostory, popř. haly: tělesná práce; zčásti technologicky nutná výměna vzduchu.

Vytápění kancelářských prostorů

Je třeba přihlížet k ovlivňujícím faktorům, jimiž jsou vnější teplota, počátek a trvání otopu, jakož i ventilace a větrání. Větrání se časově nesmí krýt s plným topným výkonem. Používají se topná tělesa se sdílením tepla konvekcí (radiátory, konvekční výměníky, desková topná tělesa).

Vytápění výrobních hal a skladištních prostorů

Základní požadavky na topné soustavy pro haly lze shrnout takto:

- nesmějí snižovat všeobecnou použitelnost budovy;
- komplexní topný a klimatizační systém nesmí navazovat na technologické zvláštnosti výroby;
- dosažení optimálního rozložení teplot jakožto funkce výšky prostoru použitím sálavých topných systémů, aby se zejména ve vysokých halách předešlo hromadění tepla ve výšce;
- vysoký specifický tepelný výkon;
- malý objem na jednotku výkonu;
- nízká cena na jednotku výkonu;
- záruka příjemného klimatu v místnosti, estetický celkový obraz.

V současné době se prakticky využívá dvou hlavních skupin:

a) Konvekční soustavy topení

Konvekční topné systémy převádějí teplo konvekcí. Nejpoužívanější druhy konvekčních soustav topení jsou:

- radiátory, konvekční výměníky tepla, desková topná tělesa,
- nástěnné a stropní teplovzdušné topné soustavy,
- ústřední teplovzdušné vytápění (provzdušňovací a odvzdušňovací zařízení),
- klimatizátory.

Ridčeji se používají také plynová nástěnná a stropní topná tělesa.

Všechny konvekční soustavy jsou z hlediska fyziologického nevýhodné nepříznivým rozložením teplot s výškou haly. Kromě toho není vyloučeno rozvíření prachu v souvislosti s prouděním vzduchu.

U konvekčních soustav topení se podle [4] počítá s průměrným teplotním gradientem 3,5 grá/m výšky haly.

Při požadované teplotě vzduchu 20 °C ve výšce pobytu (1,5 až 2,0 m nad podlahou) je teplota u podlahy haly 13 až 15 °C. Tím vzniká na nohou pocit chladu.

b) Sálavé topné soustavy

Převod tepla se zde uskutečňuje vyzařováním tepla. Používají se:

- deskové zářiče,
- plynové infračervené zářiče (svítíplyn).

Podstatné přednosti jsou:

- příznivé tepelně fyziologické působení na člověka,
- odpadá obtěžování hlukem a prachem,
- menší nárok na údržbářské práce,
- prodloužená životnost (3násobná až 5násobná proti konvenčním topením).

Teplotní gradient 0,4 až 0,5 grá/m na výšku haly; nenastává hromadění tepla pod střešou haly.

Tabulka 7. Bilance entalpie bilančního pole pivovaru

Spotřebiče a) Letní provoz	Dodaná tepelná energie [kcal/hl]	[GE] [%]	Elektrická energie			Spotřebiče	Vydaná tepelná energie [kcal/hl]
			[kWh/hl]	[kcal/hl]	[%]		
Výroba mladiny	26 560	41,4	1,22	1 050	13,5	Výroba mladiny	3 995
Spilka a ležácký sklep	—	—	3,52	3 027	39,0	Příprava teplé vody	3 105
Příprava teplé vody	19 850	30,9	—	—	—	Stáčení lahvového piva	2 525
Stáčení lahvového piva	14 885	23,2	1,03	886	11,4	Ostatní spotřebiče	295
Ostatní spotřebiče	2 935	4,5	3,26*	2 804	36,1		
Celkem	64 230	100,0	9,03	7 767	100,0	Celkem	9 920
Celková kalorická účinnost = 86,2 %							
b) Zimní provoz	[kcal/hl]	[%]	[kWh/hl]	[kcal/hl]	[%]		[kcal/hl]
Výroba mladiny	25 465	30,7	1,17	1 006	13,5	Výroba mladiny	3 830
Spilka a ležácký sklep	—	—	3,38	2 907	39,0	Příprava teplé vody	2 975
Příprava teplé vody	19 030	22,9	—	—	—	Stáčení lahvového piva	2 425
Stáčení lahvového piva	14 270	17,2	0,99	851	11,4	Otop prostorů	—
Otop prostorů	21 405	25,8	—	—	—	Ostatní spotřebiče	285
Ostatní spotřebiče	2 810	3,4	3,13	2 692	36,1		
Celkem	82 980	100,0	8,67	7 456	100,0	Celkem	9 515

GE = spotřebovaná energie

*) včetně výroby páry

Nevýhodná je možnost použití těchto topných soustav teprve od výšky haly 5 m a jsou málo odolné proti vniknutí studeného vzduchu.

4.7.3 Ekonomické a technologické aspekty při použití různých topných soustav

Provozní náklady na otop nástěnnými ohříváči a deskovými zářiči jsou přibližně stejné. Vyplyvá to z toho, že u nástěnných ohříváčů vzduchu se menší podíl na ročních odpisech kompenzuje zvýšenými provozními náklady (elektrické pohony, zvýšený nárok na údržbu). Provozní náklady na ústřední teplovzdušné vytápění jsou zhruba dvojnásobné, takže již z tohoto pohledu je nelze ekonomicky obhajovat. Jelikož univerzální řešení není možné, musí se v praxi vycházet z těchto dvou zásad:

1. Není-li pro technologické využití a stavební řešení nutné nucené odvětrávání, použijí se se zřetelem na nižší provozní náklady deskové zářiče nebo nástěnný ventilátor. Přitom je nutno přihlédnout ke stavebnímu uspořádání, intenzitě vnikání studeného vzduchu, jakož i ke krajním technologickým podmínkám.

2. Mají-li se vytápět kompaktní stavby, nelze doporučit nástěnné ventilátory. Význam větrání stoupá; do topného systému je třeba zařadit určitý počet sálavých topných těles.

4.8 Bilanční pole pivovaru

4.8.1 Bilanční obraz

Obrázek 1 (1. část, s. 200) znázorňuje výrobní úseky (bilanční okruhy) v souboru bilančního pole pivovaru. Jsou na něm patrné přijaté a předané základní a pomocné materiály, jakož i elektrické spotřebiče.

Jelikož je třeba počítat s vyrovnáním mezi přijatými a předávanými toky energie základních a pomocných látek, omezuje se bilancování na energetické spotřebiče páry a elektrického proudu.

4.8.2 Bilance entalpie a účinnost bilančního pole

S ohledem na rozdílnost letního a zimního energetického hospodářství se bilance sestavují odděleně. Pro provozní odpočet se dokonce mohou rozklíčovat na kvartály, popř. na měsíce. Specifické spotřeby energie, vykázané v tab. 7, jsou vztaženy na možné využití kapacity letního, popř. zimního pololetí. Poměr letní výroby zboží k zimní výrobě odpovídal poměru 54 : 46 %.

Celková kalorická účinnost $\eta_K = 89,5 \%$

4.8.3 Spotřeba elektrické energie a využití výkonu

Vztah mezi specifickou spotřebou elektrického proudu a výrobou zboží je vhodným měřítkem pro hodnocení progresivního normování a zúčtování v prvotní evidenci. Jelikož ve výrobním úseku spilka—sklep je výrobní proces nepřetržitý (plynulé chlazení), jeví se stálá potřeba elektrické energie. Pro možné využití kapacity odpovídá v průměru 3,45 kWh/hl. Specifická spotřeba elektrické energie zahrnuje spotřebu závislou na výrobě a spotřebu na výrobě nezávislou (nutný chod naprázdno, ztráty třením). Přitom vliv na spotřebu elektrické energie závislé na výrobě je pro výrobu a rozvod chladu, lahvoanu a vzdušní kompresory s 30 až 60 % dvojnásobný proti ostatním spotřebičům. Proto je třeba těmto procesům věnovat zvláštní pozornost.

V pivovarech lze všeobecně očekávat vyrovnávání mezi letním a zimním využitím výkonu. Ve sledovaném provozu připadá 49,8 % na letní pololetí (II. a III. čtvrtletí) a 50,2 % na zimní pololetí. To lze také vyčíst z roční čáry zatížení pivovaru na obr. 10.

Obr. 10. Čára ročního přetížení pivovaru; průměrné hodnoty v měsících

Z porovnání čar denního zatížení ve čtyřech čtvrtletích nevyplývají rovněž podstatné odchylky mezi jednotlivými čtvrtletími. Střední využití výkonu odpovídalo 72 % ze smluvně dohodnutého podílu výkonu. Poklesu maximálního výkonu ($P_{\max}$) asi o 7 % odpovídá snížení nákladů zhruba o 14 000,— M ročně. Vývoj absolutních a specifických nákladů na elektrickou energii je patrný z obr. 11.

K zajištění trvale progresivního vývoje specifických nákladů na elektrickou energii se musí dále zvyšovat

doba využití maxima ($T_{\max}$) v rámci racionalizace provozního energetického hospodářství. Jak známo, platí

$$T_{\max} = \frac{A}{P_{\max}} = \frac{\text{spotřebovaná elektrická energie kWh/rok}}{\text{požadované roční čtvrthodinové výkonové maximum}}$$

Obr. 11. Vývoj absolutních a specifických pořizovacích nákladů na elektrickou energii

4.8.4 Vliv jakosti finálního produktu na specifickou spotřebu energie

Rozhodujícím předpokladem dosažení vysoké jakosti finálního produktu je dodržování technologicky nutné doby pobytu v jednotlivých výrobních úsecích. Při plánovaném výstavu to předpokládá vysokou výrobní kapacitu. Nezřídka se však v praxi možné využití kapacity překračuje, tím se zkracují průběžné časy, což má nakonec negativní vliv na jakost.

Že se stoupajícím stupněm využití klesá specifická spotřeba energie, bylo zde několikrát prokázáno.

Jako kritéria pro hodnocení jakosti piva slouží chuť, vůně, pěnivost a vzhled. Každé z těchto kritérií slučuje velký počet vlastností, vyplývajících z působení rozličných faktorů, jejichž kvantifikace je velmi často nesnadná a jen v některých případech jsou podmíněny energií. Z těchto příčin nemohly být zjištěny korelační vztahy mezi jakostí a spotřebou energie. Tím vzniká otázka, zda velikost spotřeby energie má nebo nemá vliv na jakost.

5. ODVOZENÍ A STANOVENÍ UKAZATELŮ HOSPODÁŘENÍ S ENERGIÍ

Podstatným předpokladem pro kvalifikované vedení, plánování a organizování provozního energetického hospodářství je vytvoření kvalitativně velmi hodnotných ukazatelů. Ukazatele nesmějí být výhradně zaměřeny na

kontrolu spotřeby energie, nýbrž mají vytvářet spojení mezi pomocným procesem zásobování energií a hlavními i vedlejšími technologickými procesy. Podle míry plnění tohoto požadavku se podaří např. vykonávat rozhodující vliv na produktivitu. Při tvorbě ukazatelů je třeba dále přihlížet ke sledovanému upotřebení. Je tedy třeba rozlišovat ukazatele pro plánování, normování spotřeby energie, analýzu a provozní kontrolu, materiální povzbudivost a nadpodnikové srovnávání. Třebaže je pouze část vytvářených ukazatelů srovnatelných, nelze je vyhodnocovat odděleně. Bližší je uvedeno v odst. 6.

6. VYPRACOVÁNÍ PLÁNU OPATŘENÍ K UPLATNĚNÍ RACIONALIZAČNÍCH ZÁMĚRŮ V ENERGETICKÉM HOSPODÁŘSTVÍ

Podkladem pro vypracování plánu opatření jsou výsledky provedené provozní a postupové analýzy energetického hospodářství a plánem předpokládaných racionalizačních opatření v rámci rozšířené reprodukce. Obojí je třeba posuzovat jednotně a účinně realizovat po zařazení do ročních a perspektivních plánů. Opatření zahrnují tři podstatné složky:

1. opatření k dalšímu zkvalitňování řízení, plánování a organizace provozního energetického hospodářství,
2. racionalizační opatření, která mají rozhodující vliv na intenzifikaci socialistické reprodukce ve fázi přípravy a realizace materiální výroby; tato opatření vedou k dalšímu uplatňování materiálních procesů s efektivními spotřebiči energie při současném stupňování produktivity,
3. opatření k vytvoření předpokladů pro podchycení a evidování ukazatelů spotřeby energie technickým měřením v oblasti přeměny a využití energie.

Racionalizační opatření v oblasti energetického hospodářství se podle termínu realizace dělí na krátkodobá, střední a dlouhodobá.

Pro každé opatření je třeba vymezit:

- termín realizace, stupně zpracování a odpovědnost,
- ekonomický nárok,
- ekonomický a energetický přínos.

7. ZÁVĚREČNÉ POZNÁMKY

Důsledná intenzifikace národohospodářských procesů reprodukce je důležitým předpokladem pro využití výsledků vědy a techniky a je podkladem pro zvyšování společenské a provozní efektivnosti. Vliv energie na produktivitu a efektivnost společenských pracovních procesů se odvozuje z jejího komplexního působení na prvky pracovního procesu. Podnikové energetické hospodářství zahrnuje racionální výrobu, rozvod a využívání užité energie a tím odhaluje podstatná východiska pro efektivní uspořádání pracovních procesů.

Přeložil Dr. Ing. Alois Lhotský

Literatura

- [1] KOCH, H. J.: Methodik und Richtlinie zur Erarbeitung energiewirtschaftlicher Rationalisierungsmaßnahmen. ZIBL 1973, Sonderinformation Nr. 3/73
- [2] KOCH, H. J. - BERGER, H.: Erfahrungen aus der Erarbeitung betrieblicher Rationalisierungskonzeptionen in der Getränkeindustrie. Die Lebensmittelindustrie 19, 1972, č. 9, s. 385-388
- [3] PUSCHMANN, G. - DRAHT, R.: Die Grundzüge der technischen Wärmelehre. VEB Fachbuchverlag, Leipzig 1971, s. 317 ff
- [4] KOCH, H. J. - STRAHBERGER, H.: Erfahrungen aus der Erarbeitung energiewirtschaftlicher Rationalisierungsvorschläge in der Getränkeindustrie. Die Lebensmittelindustrie 20, 1973, s. 547-551
- [5] OTTO, B.: Effektivitätserhöhung der industriellen Raumheizung. Energienwendung 23, 1974, s. 2
- [6] KOCH, H. J.: Energiewirtschaftliche Betriebs- und Prozeßanalyse. ZIBL 1974, Sonderinformation Nr. 4/74

Koch, H. J.: Provozní a postupové analýzy energetického hospodářství jako podklad pro odvození racionalizačních opatření. 1. a 2. část. Kvas. prům. 21, 1975, č. 9, s. 199 až 204, č. 10, s. 221—225.

Na obecný přehled metodiky provozních analýz energetického hospodářství navazuje citace výsledků získaných šetřením v jednom velkém pivovaru v NDR. V samostatných statích je pojednáno o odvozování ukazatelů hospodaření s energií a zpracování plánu opatření k uplatnění racionalizačních záměrů v energetickém hospodářství.

Кох, Г. Я.: Анализы энергетического хозяйства ориентируют мероприятия по рационализации. Квас. прум. 21, 1975, № 9 и 10, стр. 119—204, 221—225.

Автор приводит принципы методики анализа энергетического хозяйства и показывает результаты, достигнутые посредством анализа на одном крупном пивоваренном заводе в ГДР. Затрагиваются вопросы разработки показателей расхода энергии и плана реализации мероприятий, направленных на рационализацию энергетического хозяйства.

Koch, H. J.: Rationalization Measures Taken in the Field of Energy Consumption Must be Based on Thorough Analyses. Kvas. prům. 21, 1975, No. 9—10, pp. 199—204, 221—225.

In the first part of his article the author outlines briefly principles of the methods applied to analyze energy consumption and find ways to savings. Practical application is shown in an example of a big brewery in GDR. The article deals also with the indices to be applied and working out of plans of rationalization measures aimed at energy consumption.

Koch, H. J.: Betriebs- und Prozeßanalysen der Energiewirtschaft als Unterlage für den Entwurf von Rationalisierungsmaßnahmen. 1. und 2. Teil. Kvas. prům. 21, 1975, No. 9 und 10, S. 199—204, 221—225.

An die allgemeine Übersicht der Methodik der Betriebsanalysen der Energiewirtschaft knüpft die Zitation der Ergebnisse an, die im Rahmen der Analyse einer Großbrauerei in der DDR erzielt wurden. In den nachfolgenden Abschnitten wird die Ermittlung Kennziffer der Energiewirtschaft und die Problematik der Erarbeitung des Plans der Rationalisierungsmaßnahmen auf dem Gebiet der Energiewirtschaft erörtert.