

Ekonomie jímání kysličníku uhličitého v pivovarech

JAROSLAV LOOS, Potravinoprojekt, Praha

683.4.003

Kysličník uhličitý (CO_2) má v praxi velmi široké upotřebení, a to jak ve stavu kapalném, tak ve stavu pevném jako „suchý led“. Nejvíce se ho spotřebovává v potravinářství, v slévárnách, při svařování, v chemickém průmyslu, v hasicím zařízení atd. Potravinářské obory konzumují z celkové produkce v ČSSR asi 40 % výroby tekutého CO_2 a až 60 % z celkové výroby suchého ledu. Spotřeba CO_2 v ČSSR činí dnes asi 1,5 kg na osobu a předpokládá se její růst do roku 1970 až na 3 kg.

Kysličník uhličitý se získává chemickou cestou spalováním koksu, topných olejů, kychtového plynu, dále jako odpadní látka z chemických procesů, rozkladem čistých karbonátů (vápenec, dolomit) kyselinou solnou, z přírodních zdrojů a konečně z kvasných procesů v potravinářském průmyslu. Největším dodavatelem CO_2 je chemický průmysl, resp. jeho distribuční složka Technoplyn, n. p.

Kvasný průmysl se u nás podílí na dodávkách CO_2 zatím velmi nepatrně, a to pouze v jediném případě. V poslední době se vyskytla u pivovarských investorů snaha instalovat zařízení na jímání a zkapaňování CO_2 a použít jej jednak pro vlastní spotřebu při výrobě piva, jednak pro dodávku do distribuční sítě. Pro použití CO_2 ve vlastní výrobě piva nejsou ještě u nás úplné předpoklady, dodávka mimo pivovar není zatím vůbec centrálně dořešena. Jsou však podnikány první kroky pro její realizování. Problémem je otázka ekonomická, tj. schopnost soutěžit cenou a zajištění odbytu v oblastech výroby CO_2 .

Účelem této úvahy je pojednat o hlavních zásadách pro dimenzování a koncepci zařízení na jímání a zkapaňování CO_2 z kvasného procesu v pivovarech, poukázat na očekávané ekonomické výsledky a na možnosti dodávat CO_2 z pivovarů do distribuční sítě v ČSSR.

V zahraničí se věnuje jímání a zužitkování CO_2 z pivovarů značná pozornost. V poslední době postavené pivovary (Värby — Švédsko; Bira Peroni

— Neapol; Drancy — Paříž; Massafra — Itálie) mají zakryté kvasné prostory a instalováno příslušné zkapaňovací zařízení.

Vývin CO_2 v pivovarech

Při výrobě piva vzniká CO_2 převážně při hlavním kvašení ve spilce. Při dokvašování v ležáckých sklepích je jeho vývin nepatrný (asi 0,2 kg CO_2 /hl) a proto se s ním pro využití nepočítá. Počítá-li se s jímáním CO_2 , musí se při klasickém způsobu kvašení opatřit kádě ve spilce příslušnými kryty z hliníku nebo laminátu. U pokrokovějšího způsobu „semikontinuálního kvašení“ se používá uzavřených stojatých tanků, aby byla zaručena sterilita kvasného procesu. Tento způsob se nyní navrhuje jak při rekonstrukcích, tak i u nově budovaných pivovarů. Vzhledem k tomu, že kvašení probíhá v uzavřených nádobách, je dán odůvodněný předpoklad pro jímání a zužitkování vzniklého CO_2 . Plyn se odebírá až po vyloučení vzduchu z prostoru nad mladinou a v určitém časovém úseku kvasného procesu, kdy se dosahuje koncentrace až 99,8 %. U klasického způsobu kvašení vzniká zjevný vývin asi po 25 až 30 hodinách po nasazení kvasnic a jeho zvýšená produkce trvá 60 až 65 hodin; pak vývin zvolna klesá. Jímání je reálné po dobu asi tří dnů. Průběh vývinu CO_2 u semikontinuálního kvašení je vzhledem k zkrácenému procesu zhuštěn a omezuje se pouze na kvasné nádoby. Jímání z rozkvasných nádob se neuvažuje. Praktická výtěžnost CO_2 při výrobě 1 hl piva se pohybuje kolem 1,5 až 1,6 kg CO_2 /hl. Tato hodnota byla prokázána měřeními na semikontinuální lince v pivovaru Bránník [1].

Během roku se vývin kysličníku uhličitého v pivovaru mění úměrně s výstavem, takže dosahuje maxima v letních měsících, kdy činí 12 až 13 % za měsíc z celkové roční produkce.

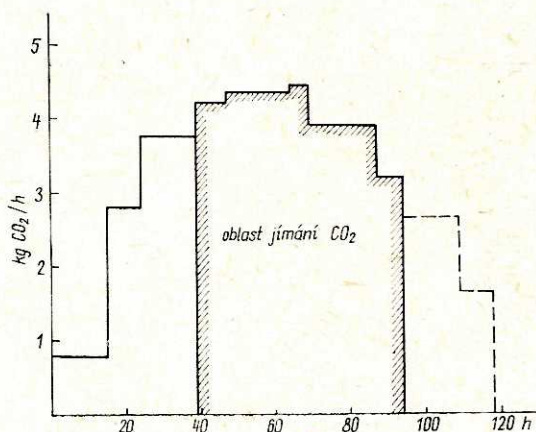
Tabulka 1

Roční výroba CO_2 pivovarů s výstavem

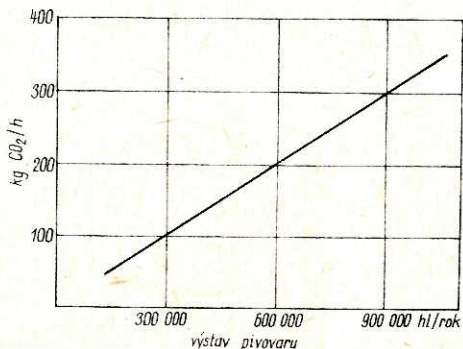
150 000 hl	225 t CO_2
300 000 hl	450 t CO_2
600 000 hl	900 t CO_2

Strojní zařízení a investiční náklady

Vzhledem k tomu, že akumulování plynného CO_2 i ve zkomprimovaném stavu má svoji ekonomickou hranici, která činí 600 až 800 kg CO_2 [2], uvažuje se při návrhu strojního zařízení na zužitkování CO_2 u pivovarů vesměs se zkapaňovacím procesem a s uskladňováním, event. s transportem CO_2 v tekutém stavu. Plynný CO_2 přichází ze spilky pod tlakem 40 až 70 kP/m² do plynojemu a do paralelně zapojeného balonového zásobníku, z něhož vstupuje do třístupňového, bezmazného kompresoru, jehož zkapaňovací tlak je určen podle způsobu chlazení kondenzátoru, a to při vodě 15 °C 75 atp,



Obr. 1. Vývin CO_2 při semikontinuálním kvašení [1] — (kvasný tank 140 hl)



Obr. 2. Vývin CO₂ v kg/h v závislosti na roční výrobě piva

při solance -7 °C 30 atp. Mezi II. a III. stupněm kompresoru je zapojena čistící baterie a zbavování vody, a to obstarávají adsorbéry s aktivním uhlím a se silikagelem. Zkapalněný CO₂ z kondenzátoru se shromažďuje v tlakovém akumulátoru, odkud se kapalinovým čerpadlem plní do lahví při 50 až 70 atp nebo přes redukční stanici a ohříváč jde přímo ke spotřebičům v plynném stavu.

Příslušné strojní zařízení se na území ČSSR vůbec nevyrábí a přichází v úvahu pouze dovoz v rámci RVHP z NDR, a to prostřednictvím Strojimportu. Zařízení vyrábí VEB Maschinenfabrik u. Eisengies serei Wurzen, která má v programu typovou řadu pro pivovary výkonu 40, 63, 125 a 250 kg CO₂/h. Celkové investiční náklady na kompletní zařízení na jímání a zkapalňování CO₂, včetně potřebného elektrického zařízení a příslušné stavební části je uvedeno v tabulce 2, a to na základě odborného odhadu na úrovni projektové studie.

Vlastní náklady kapalného CO₂ z pivovarů [3]

Pro orientační výpočet vlastních nákladů na 1 t kapalného CO₂ v pivovarech je surovina, tj. CO₂ uvažován jako odpad bez hodnoty. Pomocný materiál se skládá ze silikagelu, aktivního uhlí, ma-

Tabulka 2

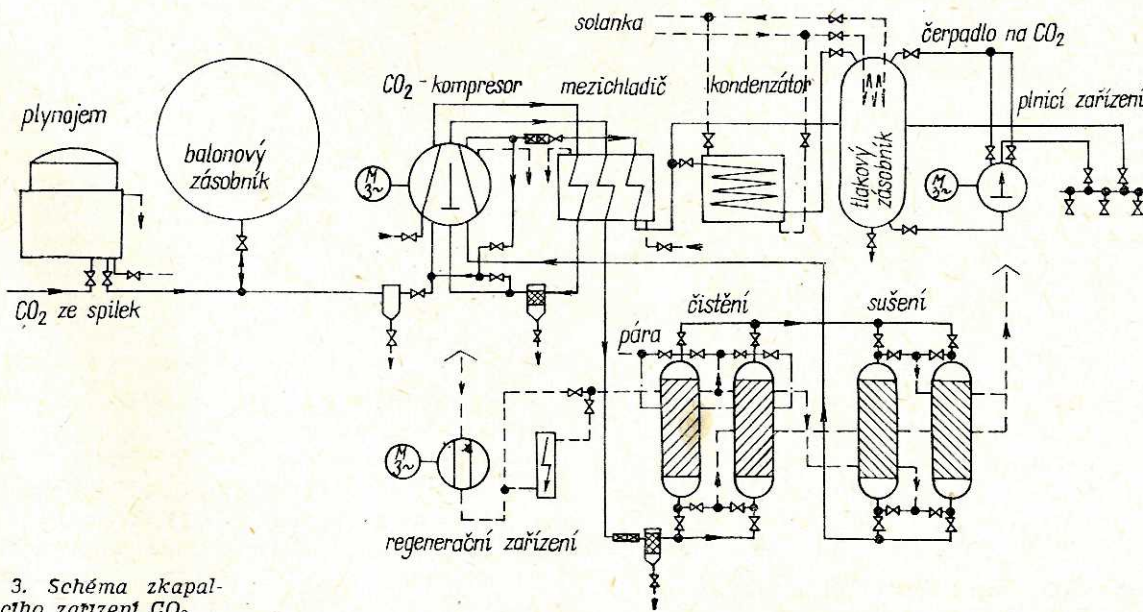
Pivovar s ročním výstavem	Celkové investiční náklady
150 000 hl	900 000 Kčs
300 000 hl	1 220 000 Kčs
600 000 hl	1 500 000 Kčs

zadel, olejů atd. Z energie přichází v úvahu pára (0,07 kg/kg CO₂), el. energie (0,2 kWh/kg CO₂) a tlakový vzduch (8 m³/kg CO₂). U zařízení pro pivovary do 300 000 hl se uvažuje, že kompresory budou instalovány ve strojně chlazení a že obsluha nebude rozšířena. U pivovaru 600 000 hl/rok je uvažována samostatná obsluha pro kompresorové zařízení, kromě personálu na plnění lahví. U klasické spilky (obr. 4, křivka A) je do investičních nákladů započtena částka na zakrytí kádí.

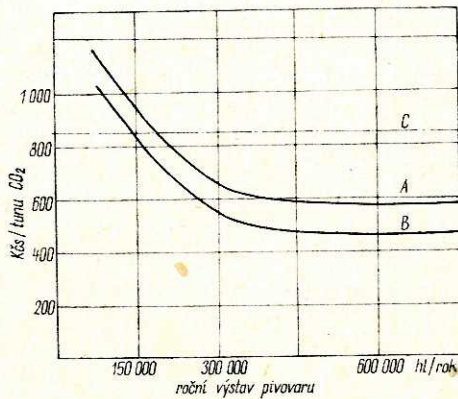
Jak vyplývá z grafu na obr. 4, dá se očekávat, že vlastní náklady na 1 t CO₂ u pivovarů, počínaje velikostí kolem 300 000 hl/rok, budou nižší, než je dnešní velkoobchodní cena, kterou účtuje distribuční podnik Technoplyn n. p. bez obalu a dopravy. U pivovarů s menším ročním výstavem však vlastní náklady prudce stoupají a instalování příslušného zkapalňovacího zařízení se jeví neekonomické. Tato úvaha však platí za předpokladu, že bude jímáno všechno vyprodukované množství CO₂ z pivovaru, tj. ze všech kvasných kádí. V případě, že nebude celá spilka přizpůsobena k odběru CO₂, pak ekonomie poklesne a cena za 1 t CO₂ v poměru k výstavu pivovaru stoupne. Jako příklad je možno uvést pivovar 300 000 hl/rok, který bude vyrábět CO₂ pouze v množství pro předpokládanou vlastní spotřebu 0,72 kg na 1 hl piva. Instalované zařízení bude pouze výkonu 70 kg CO₂/h a vlastní náklady stoupnou asi o 30 % proti hodnotám v grafu na obr. 4 u pivovaru 300 000 hl/rok.

Zužitkování CO₂ z pivovarů

Kysličník uhličitý z pivovarů je možno vzhledem k jeho vynikající kvalitě, která splňuje požadavky



Obr. 3. Schéma zkapalňovacího zařízení CO₂



Obr. 4. Průběh vlastních nákladů na 1 t kapalného CO₂ (při zkapalňování celé produkce CO₂)

A — při klasické spilce; B — při semikontinuální spilce; C — 850 Kčs/t (VC bez obalu a dopravy, Technoplyn)

normy, použít především pro vlastní spotřebu při výrobě piva, dále pro výrobu nealkoholických nápojů a zbytek nabídnout k odběru do distribuční sítě v kapalném stavu.

Vlastní spotřeba CO₂ v pivovarech není u nás ještě v plné šíři zavedena a vyskytují se pouze ojedinělé případy karbonizování piva. Úvahy o celkové spotřebě CO₂ na 1 hl jsou zatím pouze teoretické, poněvadž není možno provést žádné praktické měření, vzhledem k tomu, že není k dispozici aplikovatelné strojní zařízení. Podle předběžných studií [4] se výhledově doporučuje zásadně používat CO₂ v pivovarech, počínaje ročním výstavem 300 000 hl, a to v těchto výrobních fázích:

- k předplňování lahvárenských tanků 0,5 kg na 1 hl
- při stáčení piva do lahví 0,5 kg na 1 hl
- pro karbonizaci lahvového piva 0,1 kg na 1 hl
- pro karbonizaci sudového piva 0,15 kg na 1 hl

Při úvaze, že podíl lahvového piva bude činit asi 60 % z ročního výstavu, bude možno vzít za základ pro další kalkulace hodnotu 0,72 kg CO₂ na 1 hl vystaveného piva, jako maximální vlastní spotřebu v pivovaru. Hrubý přebytek CO₂, který pak činí 1,5 - 0,72 = 0,78 kg na 1 hl je možno uvažovat pro dodávku mimo pivovar.

Celková výroba CO₂ v pivovarech na území ČSSR, teoreticky vzato, by reprezentovala dnes asi 26 000 tun/rok a výhledově až 30 000 tun. Pro reálný odběr by však bylo možno navrhnout pouze pivovary I. a II. kategorie a s výstavem větším než 300 000 hl/r. Takto definovaná kapacita CO₂ z pivovarů po odečtení vlastní maximální spotřeby by poskytovala možnost dodávky až 11 000 tun CO₂ za rok. Při úvaze, že by se pro distribuci dodávalo z ekonomických důvodů pouze z větších pivovarů (např. počínaje výstavem 500 000 hl/rok), pak by toto množství mohlo činit výhledově asi 7600 t CO₂ za rok.

Ekonomické předpoklady

Odbytem CO₂ u nás se zabývá Technoplyn, n. p. který také eviduje veškeré přepravní nádoby, obsta-

rává jejich údržbu a má gesci nad technickým rozvojem přepravy CO₂.

Celková předpokládaná spotřeba v roce 1965 je v ČSSR 20 900 tun a výroba dosáhne pouze asi 18 000 tun. Z toho vyplývá, že nedostatek se bude krýt dovozem ze zahraničí. Ve výhledu se zatím uvažuje, že disproporce bude odstraněna příslušnými investicemi rozšířením zdrojů MCHP.

Velkoobchodní cena jedné tuny kapalného CO₂ (technického) dodávaného Technoplymem činí 850,— Kčs, franco sklad dodavatele, bez obalu, který je cirkulační. Při použití vlastních lahví odběratele snižuje se cena o 10 % na 765,— Kčs/t. Průměrné ceny CO₂ franco sklad odběratele, tj. včetně nákladů na manipulaci s lahvemi, včetně dopravného se pohybuje dnes mezi 1000 Kčs až 1200 Kčs/t.

Předpokladem zatím také je, že distribuce bude odebrat z pivovarů CO₂ za cenu 765 Kčs/t, tj. ve vlastních lahvích.

Na základě těchto skutečností vychází srovnání rentability instalovaného zařízení na jímání a zkapalňování v pivovarech proti odběru z distribuce příznivě, a to ať máme na mysli výrobu v rozsahu pouze pro vlastní spotřebu, nebo pro dodávku do sodovkáren ležících v areálu nebo v místě pivovaru a také pro eventuální distribuci prostřednictvím distribučního podniku. Bude-li např. pivovar 600 000 hl/rok odebrat pro svoji vlastní spotřebu CO₂ z distribuce, zaplatí za dodávku franco pivovar, včetně dopravného a manipulace s lahvemi za rok asi

$$0,72 \text{ kg/hl} \times 600\,000 \text{ hl} \times 1,17 \text{ Kčs/kg} = 506\,000, \text{-- Kčs/rok.}$$

V druhém případě, při vlastní výrobě CO₂ z úplné kapacity pivovaru budou náklady na CO₂ potřebného pro výrobu piva činit

$$0,72 \text{ kg/hl} \times 600\,000 \text{ hl} \times 0,47 \text{ Kčs/kg} = 203\,000, \text{-- Kčs/rok}$$

a příjem z odprodání CO₂ pro distribuční podnik

$$0,78 \text{ kg/hl} \times 600\,000 \text{ hl} \times 0,765 \text{ Kčs/kg} = 358\,000, \text{-- Kčs/rok,}$$

čili vzniká zisk + 155 000 Kčs/rok.

Celkový rozdíl v ročních nákladech mezi první a druhou alternativou pak bude + 155 000 Kčs — {—506 000,—} = 661 000 Kčs/rok, ve prospěch druhé alternativy s vlastním zařízením na jímání a zkapalňování CO₂. Při hrubé odhadní ceně kompletní investice asi 1 500 000 Kčs, bude pravděpodobná doba návratnosti 2 až 2,5 roku, a to splňuje požadavek ekonomické efektivity investic z hlediska pivovarů.

MCHP, resp. Technoplyn, mají svoje významné výroby rozloženy v severních Čechách, na severní Moravě, na jižním a východním Slovensku a uvažují o stavbě dalších. Je celkem jasné, že tato výrobní síť je nezávislá na možných kapacitách CO₂ z pivovarů, poněvadž oba partneři jsou vedeni svými specifickými zájmy, které na tomto poli nejsou vůbec koordinovány. Již na první pohled je zřejmé, že některé nově projektované a budované

pivovary leží v blízkosti velkých výroben MCHP, jako např. pivovar Most — CHZ Záluží, pivovar V. Sariš — Chemko Strážské, pivovar Hurbanovo — CHZJD Šala apod. Bude proto nutné před rozhodnutím o stavbě zařízení na jímání a zkapalňování CO₂ v příslušném pivovaru provést koordinační jednání s MCHP v otázce eventuálního odbytu CO₂ v určitém rayónu.

Závěr

Z krátkého pojednání a z uvedených údajů vyplývá, že pivovary mohou být schůdnou základnou pro výrobu CO₂, a to jak pro svoji vlastní spotřebu, tak pro dodávku do distribuční sítě. Nehledě ke kvalitě a čistotě jímaného plynu, který má proti CO₂ z jiných výrobních základen nesporné předností, jsou i co do velikosti zdrojů zvláště nové pivovary takové, že je nutno je vzít v úvahu. Rozho-

dujícím kritériem pro odběr CO₂ z pivovarů však jsou úplné vlastní náklady, které prokazují za určitých předpokladů rentabilitu instalovaného zařízení, zvláště při podstatném rozdílu dopravních vzdáleností výrobní distribučního podniku a pivovaru od spotřebitele. Z tohoto hlediska je dosti oblastí, které budou pro dodávku CO₂ z pivovarů schůdné a je nutno projednat pouze příslušné odbytové záležitosti.

Literatura

- [1] Kahler, M.: Kontinuální kvašení — jímání kysličníku uhlíčitého. Zpráva VÚPS, Praha (1965). Nepublikováno.
- [2] Walter, M. K.: Die Verwendung von Kohlensäure im Brauereibetrieb im Hinblick auf Fremdbezug und Eigenversorgung. = „Brauwelt“, 104, 1964: 552.
- [3] Ekonomické možnosti jímání CO₂ z technologických procesů. Studie SPÚ, Potravinoprojekt Praha (1965).
- [4] Klazar, G.: Náзор na použití kysličníku uhlíčitého při výrobě piva, při rozvozu piva a ve výčepch. Studie Trustu pivovarů a sladoven, Praha (1965). Nepublikováno.

Došlo do redakce 29. 6. 1965.

УЛАВЛИВАНИЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА НА ПИВОВАРЕННЫХ ЗАВОДАХ

В статье рассматривается проблематика улавливания углекислого газа, образующегося при броидильных процессах на пивоваренных заводах и его использования для собственных нужд пивоваренных заводов и на других промышленных предприятиях. На основании работ опубликованных в последнее время в технической литературе приводятся данные о результатах полученных при улавливании и описываются разные устройства как для улавливания газа, так и для его последующего сжижения. Кроме существующих уже установок описываются также некоторые разработанные проекты, реализация которых намечается в ближайшем будущем. Дается подробный экономический анализ вопроса.

WIRTSCHAFTLICHKEIT DER CO₂-VERWERTUNG IN BRAUEREIEN

Der Artikel befasst sich mit der Problematik der CO₂-Fassung und mit den Möglichkeiten der Gasverwertung in Brauereien sowie auch in anderen Industriezweigen. Es werden Literaturangaben und in der Praxis ermittelte Parameter der Einrichtungen zur CO₂-Komprimierung und -Verflüssigung angeführt. Der Autor berichtet über die Lösung des Problems in den Projekten der Brauerei-Neubauten. Als Ergänzung zur Beurteilung der CO₂-Verwertung enthält der Artikel eine ausführliche ökonomische Analyse.

ECONOMIC SIDE OF TRAPPING CO₂ IN BREWERIES

The article deals with some problems of trapping CO₂ produced by fermentation processes in breweries, as well as with the possibilities of its utilization both at breweries and in other branches of industry. Using articles published recently in technical literature as a source of information the author describes installations required for holding and liquerfying CO₂. Beside units already in service some new projects are mentioned, too. The economical side of the problem is thoroughly analysed.

