

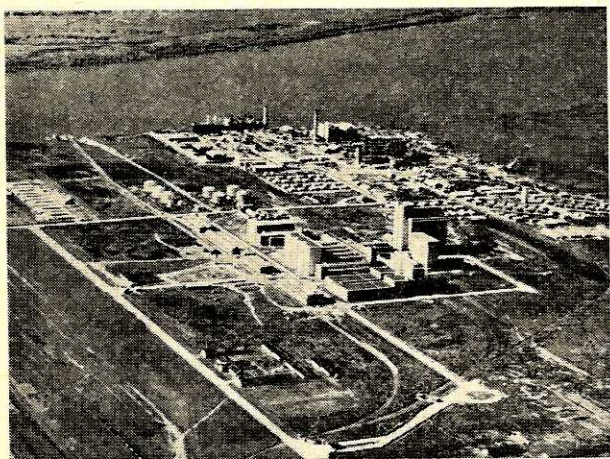
## Strojní zařízení lihovaru San Nicolas

BOHUSLAV MELICHAR, ZVÚ — Hradec Králové

663.52 (82)

### Úvod

Uplynuly již dva roky, co byl uveden do provozu největší lihovar na světě San Nicolas v Argentině. Lihovar je postaven na břehu řeky Parany na ploše asi 95 ha. Celkový letecký pohled na něj je na *obr. 1*. Veškeré strojní zařízení lihovaru dodal náš strojírenský průmysl a největší část z toho byla vyrobena v Závodech Vítězného února, n. p. v Hradci Králové (dříve Škodovy závody). Výkon lihovaru je 2500 hl absolutního alkoholu za 24 hod. Z výrobních důvodů byly v lihovaru postaveny tři samostatné linky, pracující vedle sebe, každá o výkonu 842 hl za 24 hod. V lihovaru se vyrábí etylalkohol kvasnou cestou a zpracuje se v něm denně 64 vagónů kukuřice a 6 vagónů ječmene. Silo na kukuřici pojme 45 000 t kukuřice a je vysoké 60 m (*cbr. 2*).



Obr. 1. Pohled na lihovar San Nicolas z letadla

Loupání a šrotování kukuřice a oddělování klíčků provádí velké mlýnské zařízení, které je umístěno v samostatné budově. Ve sladovně je 56 sladovacích bubrů o náplni 20 t. V zapařovně je 18 ležatých paráků o obsahu 250 hl a 18 zapařovacích kádí obsahu 380 hl. V kvasírně je 15 propagačních nádob obsahu 120 hl, 15 předkvasných kádí obsahu 700 hl a 45 kvasných kádí obsahu 2500 hl. Zkvašená zápara se destiluje a líh odvodňuje ve 3 kombinovaných kontinuálních přístrojích. Na uskladnění vyrobeného absolutního alkoholu jsou 3 svařované nádrže obsahu 25 000 hl a na vedlejší produkty řada menších nádrží.

Technologické zařízení lihovaru má mnoho pomocných provozů, z nichž nejdůležitější jsou: kotelná a strojovna s dálkovým rozvodem páry a vrácením kondenzátů, výroba chladu, vodárna a úprava vody, laboratoře, telefonní ústředna, opravářská dílna, protipožární zařízení, expedice líhu do přístavu, železniční a automobilová doprava surovin, zařízení na příjem a uskladnění pomocných surovin jako: kyselin, lučidel, olejů a jiných, sociální zařízení (koupelny, sprchy, kantina) a jiné. Veškeré stavební práce byly provedeny argentinskou stavební firmou. Na provedení stavby měly velký vliv místní klimatické podmínky. San Nicolas se nachází totiž v subtropickém pásmu s průměrnou roční teplotou 22 až 26 °C. Původně se uvažo-

valo, že většina železobetonových budov bude otevřená, bez výplňového zdiva, po vzoru průmyslových staveb v severní Americe. Od tohoto návrhu bylo však nutno upustit pro povětrnostní poměry a bylo nutno vystavět budovy uzavřené ze všech stran, aby chránily jak strojní zařízení, tak i obsluhující personál před vlhkem, deštěm, větrem Pamperos, přinášejícím prach, a jinými vlivy.

K lihovaru patří 10 velkých a mnoho menších budov. Zajímavá je budova destilační síně (pohled na ni ještě s lešením v době výstavby je na *obr. 3*), která má rozměry 70 × 17 m a výšku nejvyššího patra 28 m.

Protože by podrobný popis všeho zařízení u tak velkého lihovaru vyžádal mnoho místa, bude omezen jen na provozy.

### Příprava sladového mléka

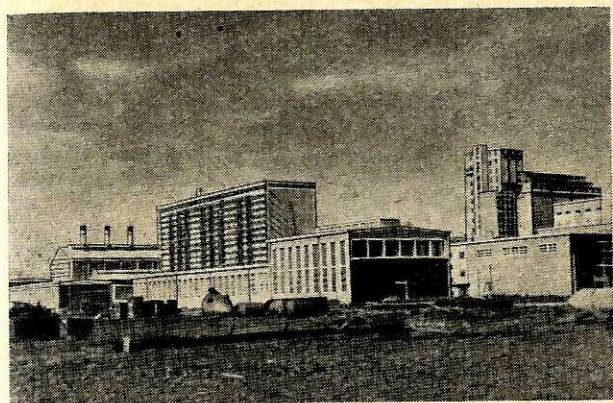
V zapařovně je zapotřebí mít neustále dostatečné množství dobře upraveného sladu. K jeho úpravě slouží pomocné zařízení, které bylo do značné míry automatizováno. Zelený slad se dopravuje ze sladovny třasadlovým dopravníkem do kvasírny. V kvasírně se zelený slad dopravuje korečkovým výtahem a šnekovým dopravníkem k automatické otočné výsypce, z níž se rozvádí postupně do jednotlivých odměrek. Každá odměrka je zavěšena na vahadlovém zařízení a po dosažení určitého zatížení uvede v činnost elektrický motor výsypky, který ji pootočí pro plnění následující prázdné odměrky. Z odměrky se dopravuje slad podávacím zařízením do jednoho ze šesti přístrojů na zmléčňování sladu. Zmléčňovací zařízení se skládá z: drtiče, odstředivého čerpadla s elektrickým motorem a železné nádrže s konickým dnem, spojovacím potrubím a trojcestným kohoutem.

Hotové sladové mléko se přečerpává ze zmléčňovacích přístrojů do jedné ze dvou sběrných nádrží na sladové mléko s vrtulovým míchadlem na dně. Ze sběrných nádrží se přečerpává sladové mléko do rozváděcího cirkulačního potrubí, z ně-



Obr. 2. Silo na kukuřici





Obr. 3. Pohled na budovu destilační síně s lešením v době výstavby

hož se odebírá podle potřeby do jednotlivých odměrek u zapářovacích kádí.

### Rekuperační zařízení

Kysličník uhlíčitý, který vzniká při kvašení zá-pary a uniká ze všech kádí, strhuje s sebou líh. K zamezení ztrát, které by tím mohly v kvasírně vznikat, slouží rekuperační zařízení. Rekuperační zařízení tvoří odlučovač stržené pěny a kapek, tři absorbery naplněné aktivním uhlím, ventilátory a chladiče.

Z uzavřených kvasných kádí vystupuje kysličník uhlíčitý a potrubím se přivádí přes odlučovač a ventilátor do jednoho z absorberů, kde se pohlcuje ve značné míře líh, zatím co kysličník uhlíčitý jím volně prochází a vystupuje komínem volně nad střechem budovy. Jakmile je aktivní uhlí jednoho absorberu nasyceno, je ukončena první fáze jeho práce a proud kysličníku uhlíčitého se převede do druhého absorberu. Druhá fáze práce je destilace líhu, absorbovaného aktivním uhlím, pomocí vodní páry. Vystupující lihové páry z aktivního uhlí jsou vedeny do kondenzátoru, kde se srazí a ochladí. Lihový destilát odtéká do některé nádrže na zkvašenou záparu, aby společně se záparou byl přečerpán do destilačního přístroje. Po vydestilování líhu je aktivní uhlí vlhké a proto se vysouší horkým vzduchem (třetí fáze práce). Průběh destilace a vysoušení uhlí se kontroluje měřicími přístroji.

### Odvodňování líhu

Při projektování byla zvolena ze známých a v našem závodě vyráběných soustav odvodňovacích přístrojů ta nejvýhodnější — DDS IV technika — (Usines de Melle). U odvodňovacího přístroje, jako u všech novějších přístrojů této soustavy, bylo použito teplé dekantace, probíhající přímo v koloně na zvláštním dekantačním patře. Velký výkon a rozměry přístroje si vyžádaly zvláštních konstrukcí, způsobu montáže a manipulace. Pozornost zasluhuje z trubkových těles — ohřívák zá-pary a z kolon — destilační a zesilovací, která bude podrobněji popsána.

### Ohřívák zá-pary

Největší trubková tělesa odvodňovacího přístroje je ohřívák zá-pary o výhřevné ploše 320 m<sup>2</sup> a vařáky výpalků o výhřevné ploše 170 m<sup>2</sup>. Pro velkou váhu těchto trubkových těles, obtížnost dopravy a nebezpečí pomačkání lubů bylo rozhodnuto již při projektování, že trubky se u těchto těles zaválcují až v lihovaru na místě montáže. Nejobtížnější do-

pravní a montážní podmínky byly u ohříváku zá-pary, který bylo nutno zvednout na deflegmační patro, 22,0 m nad podlahou destilační síně. Celková váha ohříváku zá-pary je 7560 kg, z toho samotné trubky váží 4440 kg, co je 58,7 % celkové váhy. Při montáži ohříváku se postupovalo tak, že se zvedaly samostatně jeho jednotlivé části. Nejprve se zvedl a uložil na železnou konstrukci litinový spodek Ø 1750 × 395 mm vysoký bez kuželového dna. Pak se na něj namontoval měděný plášť Ø 1750 × 4070 mm vysoký a do prázdných trubkovic tohoto pláště se potom zaválcovalo 678 měděných trubek Ø 45/42 × 3350 mm dlouhých a nakonec se namontovalo u spodku litinové víko a měděné klenuté víko v horní části měděného pláště (obr. 4).

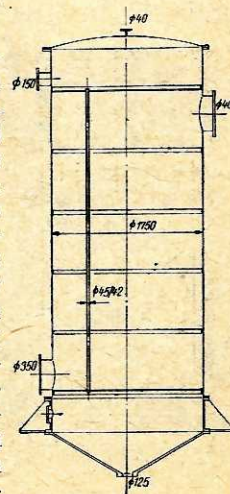
Ohřívák zá-pary je současně kondenzátorem zesilovací kolony a na vnější straně jeho svislých trubek kondenzují lihové páry. Lihové páry vstupují do mezitrubkového prostoru nahoře u horní trubkovicnice hrdlem Ø 400 mm. Část jich kondenzuje, zbytek společně se vzniklým kondenzátem vystupuje hrdlem Ø 350 mm, umístěným u spodní trubkovicnice. Páry proudí v mezitrubkovém prostoru směrem shora dolů a zápara v trubkách opačným směrem, zdola nahoru, je tedy směr proudění u ohříváku protiproudý. Pro zvýšení rychlosti proudění par a zlepšení přestupu tepla jsou zamontována v mezitrubkovém prostoru 4 měděná mezidna s otvory Ø 50 mm. V otvorech jsou umístěny souose výhřevné trubky a vzniklou prstencovou mezerou o šířce 2,5 mm procházejí páry v těsné blízkosti stěny trubky.

U vstupního hrdla při okraji pláště je vynecháno několik řad trubek, aby vznikla volná mezer, kterou mohou páry lépe proudit ke vzdálenějším trubkám. Na výstupním hrdle je namontována měděná výtoková rozdělovací baňka, kde se kapalina oddělí od zbylých par a přepadá na nejvyšší patro zesilovací kolony a nezkondenzované páry se odvádějí potrubím do dalšího kondenzátoru.

### Destilační kolona

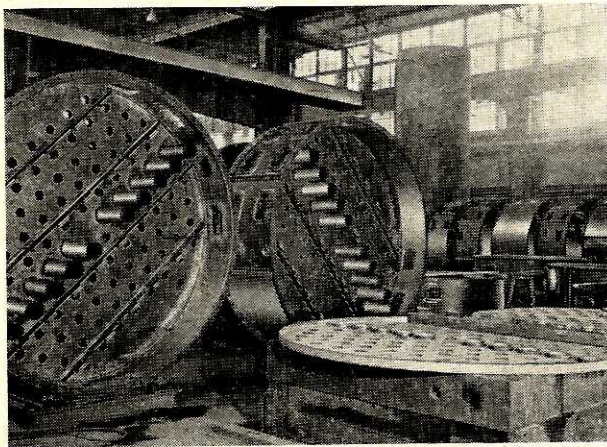
Destilační kolona má Ø 2800 mm a je největší měděnou lihovarskou destilační kolonou, kterou náš závod až dosud vyrobil. Na destilační kolonu je namontován přechodní díl a odplyňovací kolona Ø 1900 mm se 4 kloboučkovými patry. Výroba destilační kolony v našich dílnách je na obr. 5. Kolona má 18 vyvařovacích kloboučkových pater se vzdáleností 500 mm mezi patry. Na každém patře je 96 kloboučků Ø 160 mm.

U všech pater je poloha kloboučků stejná, umístění přepadových hrdel je však různé. Část pater má přepadová hrdla umístěná u okrajů vždy po 5 hrdlech v řadě na protilehlých stranách. U ostatních pater je všech 10 přepadových hrdel umístěno v jedné řadě uprostřed patra. Na obr. 6 je vidět takové patro po zhotovení v dílnách (kloboučky jsou sejmuty). Vpravo na obrázku jsou dva horní díly Ø 2800 × 1250 mm vysoké a dva přechodní díly Ø 1900/2800 × 750 mm vysoké. Naším konstruktérům se podařilo navrhnout novou konstrukci pomocných úhelníků, přinýtovaných ke kloboučkům, umožňujícím čištění celé řady kloboučků vysunutých mimo kolonu.



Obr. 4.





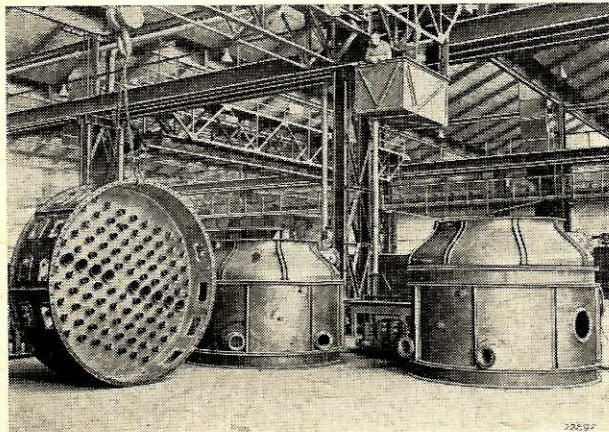
Obr. 5. Výroby destilačních kolon v medikovně

Nová konstrukce byla patentována (čs. patent č. 83279). Na obr. 7 je snímek horního lubu destilační kolony s vyčnívajícími pomocnými úhelníky ze tří čistících otvorů. Vedle kolonového dílu na podlaže leží tři vyňaté pomocné úhelníky s přinýťovanými kloboučky. Nová konstrukce kloboučkových pater umožňuje čistit kolonu během několika hodin, takže čištění nemá vliv na chod ostatních oddělení lihovaru.

S otázkou snadného čištění kloboučkových pater destilační kolony souvisí i volba vhodného výtahu, který musí vyhovovat mnoha podmínkám. Jeho podrobný popis byl uveřejněn již dříve [1].

#### Zesilovací kolona

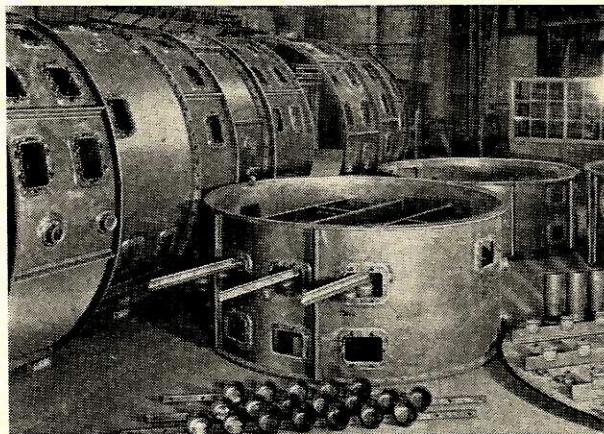
Zesilovací kolona  $\varnothing$  2800 mm, vysoká 12 250 mm je důležitou součástí odvodňovacího přístroje. Je to rovněž největší lihovarská rektifikační kolona vyrobená v našem závodě. Je zhotovena z mědi, má celkem 42 pater, z toho 40 kloboučkových, jedno dekantační a jedno patro s vysokými komíny, na kterém se udržuje větší množství kapaliny. Vzdálenost mezi patry je 250 mm. Na každém patře je 250 kloboučků  $\varnothing$  100 mm a 16 přepadových hrdel  $\varnothing$  103 mm. Přepadová hrdla jsou uspořádána tak, aby byl zaručen pokud možno stejnoměrný průtok kapaliny na celém patře. Tento požadavek byl vyřešen účelným uspořádáním přepadových hrdel. Poloha kloboučků u všech pater je stejná, umístění přepadových hrdel je však různé. Část pater má přepadová hrdla umístěna u okrajů vždy po 8 hrdlech v řadě na protilehlých stranách. U ostat-

Obr. 6. Kloboučkové patro destilační kolony  $\varnothing$  2800 mm

ních pater je všech 16 přepadových hrdel umístěno v jedné řadě uprostřed patra. Výška horního okraje přepadového hrdla je 30 mm a kapalinová náplň patra je 155 l. U tak velkého průměru kolony bylo nutno navrhnout zvláštní vyztužení, skládající se ze středního sloupu a z několika úhelníků, přinýťovaných ke každému kloboučkovému patru. Podrobný popis kolony s výpočtem charakteristických součinitelů byl uveřejněn již dříve [2].

#### Kotelna a strojovna

Nejdůležitějším pomocným provozem v lihovaru je výroba páry a elektrické energie. V kotelně jsou 3 strmotrubnaté kotle, každý se 3 bubny. Hlavní parametry kotlů jsou: tlak páry 38 atp, teplota přehřáté páry  $420^{\circ}\text{C}$ , maximální trvalý výkon 51,5 t/h, výhřevná plocha 1050  $\text{m}^2$ , přehřívák páry 280  $\text{m}^2$ , žebrový ekonomiser 540  $\text{m}^2$ , trubkový ohřívák vzduchu 1400  $\text{m}^2$ . Jako paliva se používá topného oleje, jenž má tyto vlastnosti: spodní výhřevnost 9670 kcal/kg, horní výhřevnost 10 300 kcal/kg, sp. váha 0,975 až 0,995, bod vzplanutí  $65^{\circ}\text{C}$ , obsah síry 1 %, viskozita při  $50^{\circ}\text{C}$  46 až  $58^{\circ}$  Englerových.



Obr. 7. Pomocné úhelníky s přinýťovanými kloboučky

K uskladnění topného oleje jsou 4 svařované nádrže, každá o obsahu 25 000 hl. V poslední době se uvažuje o přechodu z dosavadního paliva na přírodní plyn, přiváděný plynovodem, vybudovaným státem. Ve strojovně je 5 protitlakových parních turbín pohánějících elektrické generátory, každá o výkonu 1600 kW. Turbíny pracují s protitlakem 5 atp a protitlakové páry se používá k vytápění odvodňovacích přístrojů, k paření a napařování kukuřice před odklíčkováním. Jako elektrická rezerva je instalován jeden dieselagregát o výkonu 1000 kW.

#### Rozvod páry v lihovaru

Zásadní schéma rozvodu páry v lihovaru je na obr. 8. Ostrá pára o tlaku 38 atp a přehřátí  $420^{\circ}\text{C}$  se rozvádí od kotlů  $K_1$  až  $K_3$  potrubím 1 do strojovny k turbínám  $T_1$  až  $T_5$ , potrubím 2 k automatické redukční stanici  $R_1$  a potrubím 3 k budoucí stanici na sušení výpalků. Redukční stanice  $R_1$  má za účel vyrovnávat eventuální nedostatek protitlakové páry od turbín. Protitlaková pára od turbín o tlaku 5 atp a přehřátí  $220^{\circ}\text{C}$  po smíchání s redukovanou parou se rozvádí potrubím 4 a 5 pro vlastní spotřebu kotelny (napáječky a ohřívání topného oleje), potrubím 6 na úpravu vody, potrubím 7 do budoucí olejárny a potrubím 8 do chladiče páry  $\text{CH}_1$ , kde se vstříkáním vody dosáhne snížení teploty přehřátí až na mez sytosti. Takto upra-



vená pára se dopravuje dále potrubím 9 do kvasírny k rozdělovači páry  $P$ .

Z rozdělovače se odebírá část páry potrubím 10 pro kvasírnu, zapařovnu a šrotovnu. Zbytek páry se přivádí potrubím 11 ke druhé automatické redukční stanici  $R_2$ , kde se tlak páry redukuje z 5 na 1,5 atp. Po redukci prochází pára ještě chladičem  $CH_2$ , kde se sníží teplota přehřátí na mez sytosti a potrubím 12 se rozvádí k jednotlivým odvodňovacím přístrojům v destilační síni.

Celý lihovar je samozřejmě také vybaven zařízením na důsledné vracení kondenzátů z topné páry, co přispívá k celkové hospodárnosti provozu.

U tak velkého investičního celku jako je lihovar San Nicolas tvoří ohromnou položku izolační práce na parou topených nádobách a aparátech, rozvodném potrubí a rovněž na příslušných strojních elementech mohutného strojního chlazení. Jen v destilační síni činí izolovaná plocha přístrojů více než 1350 m<sup>2</sup>. Všechny izolační práce byly provedeny odborníky z ČSSR.

### Umělé chlazení

Umělé chlazení je důležitým pomocným provozem v subtropickém pásmu. Klimatické podmínky vyžadují, aby v lihovaru byla k dispozici uměle chlazená voda pro tyto provoz:

- a) šrotovna — na rychlé ochlazení slupek kukuřice při odslupkování;
- b) zapařovna — na konečné ochlazení zapáčky;
- c) sladovna — na ochlazení vzduchu potřebného pro sladovací bubny;
- d) destilační síň — na konečné ochlazení absolutního alkoholu v trubkovém chladiči a měkké vody v protiproudém chladiči;
- e) laboratoř — na chlazení.

Ze všech těchto míst se oteplená voda vrací do strojovny chlazení, kde se ochladí a znovu přečerpává na místo spotřeby.

Umělé chlazení pracuje s přehřátými čpavkovými parami při odpařovací teplotě 5° C a teplotě zkapalnění 35° C a skládá se z 5 ležatých jednoválcových kompresorů, každý o výkonu 780 000 kcal/h s příslušným zařízením. Celkový instalovaný výkon umělého chlazení je 3 900 000 kcal/h a je jedním z největších chladicích zařízení vyrobených v našem závodě.

### Stlačený vzduch

Kompresorová stanice se skládá ze dvou rychloběžných pístových kompresorů na tlak 1,8 až 2,0 atp, poháněných přímo elektrickými motory. Výkon každého kompresoru je 1650 m<sup>3</sup> nasátého vzduchu za hodinu a spotřeba síly 95 kW.

Stlačený vzduch z obou kompresorů vstupuje do společného sborníku a z něj se rozvádí část přímo k místům spotřeby (bez filtrace) a zbytek do čisticí stanice. Nefiltrovaného stlačeného vzduchu se používá pro zvedání kyseliny solné (monžirování), na míchání máčecích nádob a odměrek na sladové mléko. Vzduch, přicházející do styku s kvasnicemi nebo se záparou, musí být prost mikrobů a infekce. Proto se čistí a filtruje. Nejprve se propírá vodou a rozpuštěným antiseptickým prostředkem ve dvou pračkách. Pak vstupuje do ležatých litinových filtrů, naplněných rozemletým koksem, dále do měděných odlučovačů kapek a konečně do měděných vatových filtrů, z nichž vystupuje do hlavního rozdělovačského potrubí. Čistý vzduch se pak rozvádí na místo potřeby k jednotlivým kádím a propagačním nádobám v kvasírně.

### Závěr

Podle posledních údajů [3] činila celková výroba etylalkoholu v Argentině v r. 1958 130 086 000 l. Produkce lihovaru San Nicolas za 1 rok (asi 300 prac. dnů) by byla 75 000 000 l a byla by větší než polovina celkové roční výroby v Argentině. Poptávka po lihu je však nyní omezena. Nebylo dosud uzákoněno povinné mísení lihu s benzinem, se kterým se při projektování tohoto obrovského podniku počítalo.

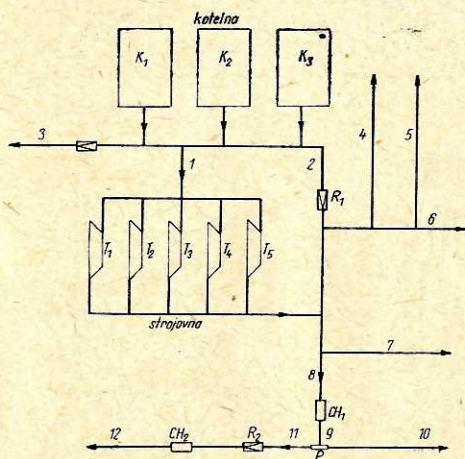
Bylo proto nutno výrobu omezit na jednu provozní linku a vyrábět luh pro technické účely.

Byl podán návrh na zpracování vedlejších produktů, který byl předmětem obsáhlé diskuse [4]. Šlo by o zpracování výpalků na krmivo pro dobytek a drůbež (s vysokým obsahem proteinů a vitaminů), o výrobu jedlého oleje z kukuřičných klíčků (doposud je zpracovává jiná továrna) a o zpracování kysličníku uhličitého z kvasírny do suchého nebo zkapalněného stavu. Tím by se zvýšila rentabilita výroby a vznikly by velké národohospodářské úspory, protože dosud se vyrábí kysličník uhličitý v Argentině z dováženého koksu. Tento návrh však nebyl dosud schválen.

### Literatura

- [1] B. Melichar: Destilační kolona v největším lihovaru na světě, Strojirenství 11, 869 (1959).
- [2] B. Melichar: Odvodňovací přístroj v největším lihovaru na světě, Strojirenství 2, 144 (1960).
- [3] Bjull. inostr. komerč. Infor. 3, 115 (1959).
- [4] Mell; Intercambio 20, 20 (1956).

Došlo do redakce 9. 1. 1961.



Obr. 8.



МАШИННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СПИРТОВОГО ЗАВОДА САН НИКОЛАС  
MASCHINELLE EINRICHTUNG DER DISTILLERY AT SAN NICOLAS AND  
SPIRITUSFABRIK SAN NICOLAS ITS EQUIPMENT

В статье описывается спиртовой завод в Сан Николас в Аргентине полностью оборудованный Законом имени Победоносного февраля в г. Градец Кралове. В настоящее время упомянутый спиртовой завод является крупнейшим в мире. Завод выпускает этиловый спирт вырабатываемый методом сбраживания. Ввиду исключительно высокой производительности завода, его оборудование состоит из трех параллельных поточных линий.

In dem Beitrag wird die Spiritusfabrik in San Nicolas beschrieben. Es handelt sich um einen grossen Investitionskomplex, der von einem tschechoslowakischen Nationalunternehmen, der Maschinenfabrik ZVÚ (ŠKODA-Werke) ins Ausland geliefert wurde. In der Spiritusbrennerei, welche auf fermentativem Weg Aethylalkohol produziert, wurden aus Betriebsgründen nebeneinander drei selbstständige Produktionslinien aufgestellt.

The article describes the San Nicolas distillery built in Argentina and equipped by the ZVÚ (ŠKODA-Works) at Hradec Králové. The San Nicolas distillery is the largest of its kind in the world. The distillery produces ethyl alcohol using an improved fermenting technology. The exceptional capacity of the distillery is reflected also in its installations, which are divided into three identical production lines.