

# Zkapalňování uhlí

**Zkapalňování uhlí jest v dnešní době nejzajímavější kapitola tepelného hospodářství, jehož rozmach lze poznamenati od doby světové války, kdy dostavila se citelná nouze o palivo.**

Dnes není ovšem už nouze o palivo, naopak, na uhelném trhu jeví se krize, vedoucí k omezování uhelné těžby a k propouštění dělnictva, a jednou, nikoliv z posledních příčin této krize, vedle jiných (např. všeobecné ochabnutí výroby, zmenšení rozsahu odbytiště aj.) jest i náležité hospodaření s palivem, jehož spotřebu podařilo se v některých našich velkých závodech při téměř výkonu snížit na dvě třetiny původní spotřeby. Uvážíme-li, že spotřeba takového velkého průmyslového závodu činí často i několik desítek vagonů denně, jest nasnadě, že důsledek toho se projevil i na uhelném trhu.

**Zmenšení spotřeby paliva, jež činí v průmyslovém podnikání největší položku, znamená zlevnění téměř všech hospodářských statků a zároveň zvýšení životní úrovně všech.**

Snahy o hospodárné využitkování uhlí projevovaly se již před válkou. Výroba svítiplynu a koksu, výroba plynu generátorového, vodního, plynu smíšeného, dvoj- a trojplynu jsou jen hospodárnější využitkování tuhých paliv, lepší využitkování nežli je topení na rostech, ač i v tomto způsobu topení zlepšení roštů a topenišť bylo dosaženo krásných úspěchů.

Důležitým činitelem v hospodaření uhlím jest zužitkování méněcenných druhů uhlí a t. řeč., odpadků, zbývajících při třídění uhlí, jež až doposud byly vyváženy na haldy a jež činí více než 1/2 celé uhelné těžby. Méně cenné druhy uhlí, zejména hnědé, se zušlechťují, tj. obohacují se uhlou hmotou, vysoušením, briketováním, destilací za nízkých teplot aj. Na dolech, skýtajících méně cenné druhy uhlí, jež by nesneslo dopravy, se stavějí elektrárny (Ervěnice, Mydlovary aj.). Velmi důležitým činitelem v tepelném hospodářství v tomto ohledu stává se v poslední době topení uhelným práškem, které bylo technicky propracováno v Americe a z ní se rozšířilo i do Evropy.

Než všechny uvedené způsoby neznamenaají nikterak poslední metu ve využití tuhých paliv. Snaha tepelných techniků se nese k přeměně paliv tuhých v paliva kapalná. Příčiny této snahy jsou několiké. Spotřeba pohonných látek pro výbušné motory stále stoupá a zásoby nafty, jejich matečního zdroje, nejsou nevyčerpatelné. Odbyt uhlí je v trvalé krizi. Topné oleje v mnohých zemích, zejména ve Spojených státech, soutěží nebezpečně s uhlím (v Americe se spálilo v r. 1925 více než 50 % veškeré vytěžené nafty pod kotly), k pohonu strojů zaoceánských lodí se používá čím dále tím více topných olejů. Pro řadu států, nemajících vlastních zdrojů naftových a odkázaných na dovoz olejů z ciziny, jako např. pro náš stát, má otázka zkapalňování uhlí pro případ války význam přímo životní.

Způsoby, jimiž lze vyrobiti z uhlí kapalné oleje, lze rozdělit na dvě skupiny. Do první náleží způsoby, štěpící molekuly uhelné destilací uhlí za nízkých teplot a t. řeč. hydrogenace uhlí. Do druhé skupiny patří synthese olejů z vodního plynu, tedy nikoli přímo z uhlí, nýbrž nepřímo přes kysličník uhelnatý.1

Destiluje-li se uhlí v proudu vodní páry při 450-500 oC, získává se vedle polokoksu a hořlavých plynů t. řeč. primární či prvotní dehet, zvaný též pradehem, z kterého lze potom vyrobiti oleje topné a pohonné. Dehtu je však málo, průměrně asi 5 % upotřebeného uhlí, polokoks nedochází náležitého odbytu, rovněž pro fenoly, významnou součást nízkoteplotných dehtů, nebyl nalezen dosud způsob přiměřeného zužitkování, takže destilace za nízkých teplot má doposud pouze místní a omezený význam.

Výroba kapalných olejů hydrogenací uhlí je zásluhou Dra Bergia, profesora heidelberské university, který se již dříve jako docent vysoké školy technické v Hannoveru zabýval studiem přeměny dříví v uhlí a o němž r. 1913 vydal spis „O použití vysokých tlaků při chemických pochodech a o napodobení zuhelnovacího pochodu“. Dr. Bergius již r. 1910 seznal laboratorní podmínky, za nichž lze prováděti zuhelnatění dřeva. Lze to provésti zahříváním dřeva za tlaku 200 atm. při teplotě 340 °C za přítomnosti vody. Za těchto podmínek lze proměnití dřeva během 20 hodin v hmotu takového složení, jaké má bituminésní (živičnaté) uhlí. Při studiu otázek pro zuhelnování dřeva připadl dr. Bergius r. 1913 na myšlenku převésti toto umělé uhlí účinkem vodíku, čili hydrogenací, v kapalné uhlívodíky a skutečně již r. 1913 ohlašuje první patenty na zkapalňování uhlí.

Uveřejnění patentů způsobilo mezi chemiky, zabývajících se chemickým studiem uhlí, rozruch, který dal podnět k prohloubení studia této otázky a jež vynesl řadu laboratorních studií jiných chemiků, kteří nakonec byli nuceni dáti za pravdu dru Bergiovi, že reakce při zkapalňování uhlí skutečně probíhají tak, jak je ve svých patentech dr. Bergius udává. O praktickém provedení vynálezu dra Bergia byly však pronášeny úsudky velmi zdrženlivé, ježto se chozybovalo o výnosnosti zkapalňování uhlí, zejména s ohledem na vysokou cenu potřebných zařízení, odolávajících vysokým tlakům, nutným při zkapalňování uhlí. Než dr. Bergius nelenil a za podpory zájemců pracoval houževnatě o praktickém provedení svých myšlenek dále, až se mu podařilo uvést myšlenku ve skutek. Než se dospělo k tomu, aby zkapalňování uhlí bylo lze prováděti prakticky, vyžádaly si pokusné práce a pokusná zařízení částky asi 28 milionů zlatých marek, tj. asi 224 milionů Kč.

První pokusné zařízení na zkapalňování uhlí podle dra Bergia bylo postaveno v r. 1922 v Mannheim-Rheinu. Při zkapalňování vystavuje se uhlí účinku vodíku za tlaku 150 atm. při teplotě 425-450 °C a za přítomnosti kysličníku železitého jako katalysátoru. Hydrogenaci značně napomáhá, je-li rozemleté uhlí rozptýleno v nějakou kapalinu; touto jest při zkapalňování podle Bergia dehet nebo olej, získaný při těžce práci. Příznivý účinek tohoto rozředování uhlí dehtem jeví se v tom, že dehet odnímá uhelným částčkám teplo, jež se vybavuje při hydrogenaci (reakce jest exothermická, tj. vy-

bavuje se při ní teplo) a zamezuje tak stoupnutí teploty přes tepelné rozmezí 425-450 °C, které je pro hydrogenaci nejpříznivější; mimoto lze uhlí ve formě pasty lépe vpraviti do hydrogenačního prostoru.

Hydrogenace uhlí vodíkem není pouhé navazování vodíku na molekuly sloučenin, obsažených v uhlí, neboť tyto se při stoupající teplotě štěpí na molekuly mnohem menší a také mnohem reaktivnější, které se pak slučují s vodíkem; kdyby se uhlí zahřívávalo postupně za teploty stále vyšší za nepřítomnosti vodíku, nastal by pouhý rozpad, jenž by nakonec vedl až k plynu a koksu. Je-li však přítomen vodík v dostatečném množství, zamezí se rozpad uhlí až v koks, ježto rozpadem molekul nastává současně i hydrogenace jejich zlomků.

Podle údajů Bergiovyh lze z 1 tuny pálavého uhlí dostati např. 455 kg oleje vedle 350 kg uhelnatého zbytku, z něhož lze vyrobiti ještě dalších 80 kg oleje. Ze surového oleje dalším zpracováním se vyrobí 150 kg benzínu, 200 kg oleje pro pohon Diesellových motorů a 60 kg mazacích olejů. K výrobě 1 kg surového oleje jest třeba 2 kg uhlí a mimo to 1 kg uhlí k udržování výroby v chodu.

(Obr.) Postup výroby je v zásadě tento: Uhlí (černé, hnědé nebo polokoks) se mele na jemné zrno (A) a mísí s dehtem (B) v misidle (C), z kterého lis (D) dopraví pastu do tlačného čerpadla (E), jež tlakem 150 atm. ji vytlačuje do hydrogenačních válců sdružených po dvou v páry; v první (F) se směs ohřeje na reakční teplotu, druhý (G) je vlastním reakčním tělesem. Ve skutečnosti reakční tělesa jsou válce 18 m vysoké s dvojitými stěnami: v prostoru mezi oběma stěnami je stlačený dusík, který vyrovnává tlak v reakčním prostoru a zabraňuje pronikání vodíku stěnami.

Kapalné zplodiny hydrogenace prochází chladičem (H), sbírají se v nádrži (Ch) a čerpadlem (J) se dopravují do destilačního přístroje (K), který je roztrídí za součinnosti chladiče (L) v benzin, topné a mazací oleje.

Plynné zplodiny odvádějí se z (F) do chladiče (M), v kterém se zkondensuje lehčí benzin; nezkondensované plyny obsahují vedle nespotebovaného vodíku methan a jeho homology, dále kysličník uhelnatý, uhličitý a sirovodík. Po odstranění tohoto rozkládá se methan a jeho homology vzduchem nasyceným vodní parou (v N), kysličník uhličitý se odstraní absorbcí (O) a získává se tak plyn, bohatý vodíkem, který se kompresorem (P) vhání do reakčních těles. R je ventilátor ke vhánění páry a vzduchu. Tímto způsobem se vyrobí 60-70 % vodíku, potřebného při hydrogenaci; ostatní potřebný vodík se vyrábí z vodního plynu. Podrobnosti pracovní i konstruktivního zařízení se přísně tají.

I.G. Farbenindustrie A. G. (Zájemové společenství barvířského průmyslu akc. Sp.), která jest majitelkou Bergiovyh patentů, postavila podle zkušeností, získaných v pokusné továrně v Mannheim-Rheinau, velkou továrnu v Merseburku, vedle továrny na synthetický čpavek

na pozemku, zabírajícím 750 000 m<sup>2</sup>. Surovinou je polokoks z levného lignitu, dováženého z dolu, 20 km vzdáleného od Merseburku. Hydrogenisace se provádí v 36 reakčních válkách, sdružených po dvou, a trvá asi 30 minut. Vodíku se při tom váže asi 5 %, počítáno na váhu uhlí. Továrna vyrobila v r. 1908 100 000 t pohonných látek, pro rok 1929 se počítalo s výrobou dvojnásobnou. Druhá továrna toho druhu v Německu jest postavena v Duisburg-Meiderichu.

Výrobní cena syntetického benzínu neliší se valně od ceny benzínu naftového a proto německé dráhy, aby podporovaly nové odvětví průmyslové, dopravují syntetický benzin za snížené ceny. Prodej obstarává Deutsche Gasolin A. G.

Německo slibuje si od tohoto nového průmyslu, že se mu podaří do r. 1932 vybudovati jej takovým způsobem, že dovoz benzínu do Německa (celková spotřeba v Německu jest asi 1,5 milionů tun benzínu) nejen nebude již stoupat, ale naopak, že bude silně klesat a že tak bude učiněn první důležitý krok k hospodářskému osamostatnění v otázce dovozu pohonných látek.

Jak veliký je význam Bergiova procesu (Němci říkají Berginprozess, u nás berginace), je patrné z toho, jaký zájem o hydrogenaci jeví ostatní cizina. V Anglii postavena byla r. 1928 poblíž Londýna továrna na zkvalňování uhlí s denním zpracováním jednoho tisíce tun uhlí denně. V témže roce přistoupila k stavbě továrny na hydrogenaci uhlí největší továrna na syntetický čpavek na světě v Čožen na Koreji, podle samostatného pochodu vypracovaného ředitelem továrny Ošimou. Továrna má být dokončena v r. 1931 a má zpracovati ročně milion tun hnědého uhlí (suchého).

K druhému způsobu přeměny uhlí v kapalné oleje, tj. k syntési uhlovodíků z vodního plynu, dali základ francouzští chemikové Sabatier a Senderens, kteří ze směsi kyslíčnicku uhelnatého a vodíku (vodního plynu) získali za použití niklu, jako katalysátoru, uhlovodík methan.

Bádenská továrna na anilin a sodu uvádí již od r. 1922-1923 do obchodu levný methanol, vyráběný blíž Merseburku v vodního plynu za katalytického účinku kyslíčnicku zinečnatého tlakem 150 atm. při teplotě 370 °C. Synthesu tu, za podobných podmínek, provedl však již dříve Francouz Patart, podle jehož údajů lze ze 2,4 kg kamenného uhlí vyrobiti nejméně 1 kg metylalkoholu, jenž se uvádí do obchodu pod mezinárodním jménem methanol. Methanol, vyrobený syntésou, je levnější než metylalkohol. Vyrobený destilací dřeva za sucha. Důležitý v jiných oborech (laky, fermeže, v barvářství aj.) nemá valného významu jako látka pohonná, leč ve směsi s benzolem a éterem.

Němci Fischer a Tropsch použili jako katalysátoru železných pilin, povlečených uhličitěm draselným. Vodní plyn, zbavený sirných sloučenin, vedli potom troubou, zahřátou na 400-450 °C za tlaku 150 atm. Produkt, zachycený v jímadle, skládal se z 1 dílu oleje a 2 dílů vodnatého alkoholického podílu. Olej nazvali autoři syntholem. Je směsí alkoholů, aldehydů, ketonů a kyselin. Při pokusných jízdách na motorce předčil synthol svým účinkem poněkud benzol. Autoři připravili dále ze syntholu směs nasycených uhlovodíků naftanových, již nazvali „synthin“. V praxi tento způsob zpracování vodního plynu dosud zaveden nebyl.

Zato velmi významný je objev F. Fischera a Tropsche, že lze z vodního plynu za přítomnosti určitých katalysátorů za obyčejného tlaku vyrobiti benzin i výše vroucí uhlovodíky naftové, ba i tuhé parafíny. Jmenování použili za katalyzátory železa a kobaltu s různými kyslíčnickými, např. zinečnatým, chromitým aj. Pracovali při teplotě 250 až 300 °C. Z 1 m<sup>3</sup> vodního plynu (zbaveného sloučenin síry) získali 100 g kapalných a tuhých zplodin; benzin z plynných zplodin zachytili aktivním uhlím. Autoři soudí, že by tímto způsobem bylo lze spojit výrobu benzínu a svítivplynu z vodního plynu.

Výsledek katalytické syntese uhlovodíků je závislý především na tlaku. Za vysokého tlaku

vzniká z vodního plynu buď methanol nebo synthol, což záleží na povaze katalysátoru a složení plynu; pracuje-li se za obyčejného tlaku, vznikají uhlovodíky, benziny počínajíc a tuhými parafíny končíc. Ježto tento způsob pracuje bez vysokých tlaků, vyžadujících nákladné aparatury, je nasnadě, že by, technicky vypracován k praktické potřebě, nabyl ohromného významu.

I u nás byly provedeny našimi chemiky četné zkoušky hydrogenační s různými druhy uhlí. V našem „Ústavě pro hospodárné využití paliv“, jehož část úkolu převzal později založený „Ústav pro vědecký výzkum uhlí“, bylo provedeno několik serií pokusů s hydrogenací uhlí za přítomnosti různých katalysátorů při tlacích až přes 200 atm. a při teplotách kolem 450 °C. Bylo dosaženo až 50 % olejů na čistotu hmotu uhelnou; z olejů těch bylo získáno destilací 10-15 % benzínu b. v. do 200 °C.

Pokusy byly provedeny s četnými a různými druhy uhlí hnědého, černého i voskového. Zkoušky ty prokazují, že hnědé uhlí je vhodnou surovinou pro hydrogenaci.

Otázky zkvalňování uhlí vyžadují naší zvýšené pozornosti. V r. 1924 výtěžilo se u nás 11 000 tun nafty v ceně 10 milionů Kč, v r. 1925 23 000 tun v ceně 20 mil. Kč a dovezlo se k nám z ciziny minerálních olejů v r. 1924 za 231 milionů Kč, v r. 1925 za 277 milionů Kč, v r. 1926 za 332 milionů Kč. Tato čísla ukazují rychlý vzrůst spotřeby minerálních olejů dovážených z ciziny.

Je sice jisto, že v otázce pohonných látek zůstaneme vždycky závislí na dovozu z ciziny; tj. problém úzce související s celým našim národohospodářským životem, ale také – a to hlavně – s otázkou obrany našeho státu ve chvíli, kdy bychom byli napadeni a byli odkázáni sami na sebe a na vlastní soběstačnost ve všech složkách vedení války. Proto jest pro nás nejdůležitější tento problém rozřešiti a nalézt i uskutečnit prostředky, jimiž bychom došli k tomu, abychom byli co nejméně závislí a v případech války soběstačnými.

Podobných problémů, které mají vztah k zajištění našeho svobodného státního života, jest více. Jsou všechny nesmírně důležitosti a vyžadují pilné a odpovědné studium povolaných osob. V tomto článku zmínili jsme se zatím o jednom: o výrobě umělých pohonných látek.

Dnes nelze ještě rozsuzovati, který z vylíčených způsobů by se u nás nejlépe osvědčil; pravděpodobně hodila by se hydrogenace hnědého uhlí.

Ale ani v kladném případě nebylo by lze u nás za dnešních finančních poměrů pomýšlet na uskutečnění podniku v takovém rozsahu, aby znamenal naší úplnou neodvislost na cizině, neboť závod, který by vyrobil za rok 400 milionů Kč benzínu a olejů, stál by několik set milionů Kč a tj. částka, která vyžaduje nejenom důkladného uvážení, ale ještě důkladnějšího vyzkoušení výrobního procesu a náležitého objasnění po stránce hospodářské.

Základní nových závodů ke zkvalňování uhlí nedává však příčiny k obavám. ■

1 Vodní plyn je směsí kyslíčnicku uhelnatého a vodíku; vyrábí se v generátorech, do nichž se vhání na koks při teplotě nad 1000 °C vodní pára:  $C+H_2O=CO+H_2-28,6 \text{ Kal.}$

