**Ropa**

Ropa je horľavá kvapalina tvorená zmesou uhľovodíkov, najmä alkánov, nafténov a menej aj arénov a polárnych zlúčenín (živice, asfaltény a iné). Najmä anglická literatúra dodáva, že ropa môže byť okrem kvapalného skupenstva aj plynná alebo tuhá, ale bežne sa takto označuje iba kvapalná ropa.

Je dôležitou nerastnou surovinou a významnou ekonomickou komoditou. Surová ropa nemá veľkú ekonomickú hodnotu, jej hodnota stúpa po chemickej úprave, kedy sa z nej vyrábajú kvapalné palivá, rozpúšťadlá a mazadlá. Vznikla pravdepodobne rozkladom zvyškov uhynutých rastlín a živočíchov. Nachádza sa vo vrchných vrstvách zemskej kôry, kde je väčšinou viazaná na usadené horniny najčastejšie v oblasti kontinentálnych šelfov. Je základnou surovinou petrochemického priemyslu. Náleziská ropy (rezervoáre) sa najčastejšie nachádzajú pod nepriepustnými vrstvami, v hĺbkach až do 8 km pod zemským povrchom. Ropa pri ťažbe alebo vyviera pod tlakom - ťažba samotokom, alebo sa čerpá - mechanizovaná ťažba. Vyskytuje sa spoločne so zemným plynom a vodou. Z hľadiska slovenskej legislatívy je radená medzi vyhradené suroviny.

Pomenovanie

Názov ropa pochádza z poľštiny, v preklade znamená „hnis“, ide o pôvodné staré označenie miestnych soľných prameňov. Staršie označenie nafta pochádza z turečtiny. Iné staršie názvy ropy sú surová nafta, skalný/zemný olej, surový petrolej a surový minerálny olej. Zastaralé pojmy nafta či zemný olej dnes majú iný význam a „ropa“ je jediný názov podľa STN.

Základné fyzikálno-chemické vlastnosti

Medzi základné technologické charakteristicky ropy patrí hustota stanovená pri teplote 20 °C a atmosférickom tlaku, s korekciou na teplotu 4 °C (kvôli zmenám hustoty vody). V závislosti od obsahu rozpustených látok sa pohybuje v rozmedzí od 0,61 - 0,85 g/cm³ pre ľahké ropy, 0,85 – 0,93 g/cm³ pre stredne ťažké, až 0,93 - 1,05 a viac g/cm³ pre veľmi ťažké ropy. V anglickej terminológii sa zvyknú používať štandardy ASTM - jednotky stupne API (American Petroleum Institute), ktoré určujú hmotnosť 1 ml ropy pri teplote 15,56 °C (1°API = 141,5 / hustota ropy v g/cm³ - 131,5). Obsah rozpustených látok má vplyv na spôsob jej spracovania. Ľahké ropy sú väčšinou svetlé, ťažké ropy tmavé. Farba ropy, je však značne premenlivá od hnedočervenej, čiernej po žltozelenú až bezfarebnú. Index lomu ropy je 1,39 až 1,60. Má tiež florescenčné vlastnosti, ktoré prezrádzajú prítomnosť aromatických uhľovodíkov a jej zrelosť. Výhrevnosť ropy sa pohybuje v rozmedzí 43 - 47 MJ/kg.

Približnú predstavu o chemickom zložení zložení ropy dávajú nasledujúce hmotnostné podiely základných prvkov:

Obsah podľa hmotnosti   Zložka       Percentuálne zastúpenie

uhlík          83 - 87%

vodík         10 - 14%

dusík         0,1 - 2%

kyslík        0,1 - 1,5%

síra           0,5 až 6%

kovy menej ako 1000 ppm

Ropa je zmesou okolo 10 000 rôznych zlúčenín, z ktorých nadpolovičnú väčšinu predstavujú kvapalné uhľovodíky (tvoria asi 80 — 90 % objemu ropy) a iné neuhlíkaté organické zlúčeniny (4 — 5 %), hlavne obsahujúce síru (okolo štvrtiny zlúčenín), dusíkaté látky (pod 0,1 %), oxidy (okolo 85) a tiež organické molekuly obsahujúce kovy (hlavne vanád a nikel). Medzi ostatné zložky ropy patria rozpustené organické plyny (C1 - C4), ktoré tvoria desatiny až 4 % objemu. Obsah vody je taktiež variabilný od stopového množstva po 10 %. Zastúpenie minerálnych solí hlavne chloridov sa pohybuje od 0,1— 4000 mg/l, ale môže byť i vyššie. Ropa tiež obsahuje roztoky solí, organických kyselín a iných látok. Mechanickú prímes môžu tvoriť častice ílových minerálov, piesku alebo vápenca. Organické častice pevnej fázy sú označované ako bitúmeny alebo asfalt, zatiaľ čo označenie parafín sa používa pre uhľovodíky s reťazcom nad C17.

**Uhľovodíky tvoriace ropu** možno rozdeliť do troch základných skupín:

- parafíny a alkány - nasýtené uhľovodíky s jednoduchou alebo viacnásobnou väzbou, bez cyklickej štruktúry,

- cykloparafíny - (naftény alebo alicyklické uhľovodíky) obsahujúce prvky cyklickej štruktúry,

- arény (aromatické uhľovodíky - s benzénovým jadrom),

- asfaltény, živice a ďalšie odolné látky s veľkou molekulovou hmotnosťou, tvoriace ťažkú frakciu.

Na základe týchto základných skupín možno ropy deliť na:

- intermediálne aromatické, vznikajúce v redukčnom morskom prostredí,

- nafténicko-parafinické a parafinické (cykloparafinické), najčastejšie spájané s deltovým a nemorským prostredím vzniku.

Pre meranie objemu ropy sa používa miera **1 barel** = 42 amerických galónov = 35 britských galónov = 158,97 litrov. Množstvo ropy sa tiež niekedy udáva v tonách, jednej tone zodpovedá približne 7,33 barelov.

**Vznik ropy**

Vznik ropy je veľmi komplikovaný súbor procesov prebiehajúcich vo veľkých hĺbkach dlhé obdobia, čo sťažuje ich pozorovanie a napodobenie v laboratórnych podmienkach. V minulosti sa názory na vznik ropy rozchádzali. Existovali dva striktne vyhranené myšlienkové prúdy, jeden ktorý presadzoval pôvod ropy z organickej hmoty (tzv. biogénny pôvod) a druhý, ktorý obhajoval jej anorganický pôvod. Dnes je známe, že väčšina ropy vzniká hlavne rozkladom planktonických organizmov bez prístupu kyslíka, teda biogénne, čo bolo potvrdené geochemickým výskumom izotopov uhlíka. Ako dôkazy biogénneho pôvodu ropy sa uvádzajú aj rovnaké pomery n-alkánov a izo-alkánov, rovnaké izoméry, optická aktivita (ľavotočivosť), zhodný pomer 13C/12C atď. Na druhú stranu, malé množstvo ropy a plynu môže vznikať aj anorganickou cestou. Dosiaľ však nebolo preukázané, že by ropa výlučne anorganického pôvodu tvorila ekonomicky zaujímavé ložiskové akumulácie. Dôležitým faktorom vzniku a hromadenia ropy sú aj procesy, ktoré prebiehajú po hlbokom pochovaní organických látok a najmä migrácia ropy cez priepustné vrstvy do ložiskových pascí, bez ktorých by sa žiadna dosiahnuteľná ropa nezachovala.

Organický pôvod ropy

Organická teória je uznávaná väčšinou vedcov, predpokladá, že prvotným zdrojom uhľovodíkov v rope sú živočíšne a rastlinné zvyšky, ktoré podľahli rozkladu. Sú to zvyšky fytoplanktónu, žijúceho v povrchových morských vodách, ale aj telá planktónu a autotrofných organizmov mimo zóny prieniku svetla (pod 120 m). V prospech tejto teórie svedčia zistenia, že mladšia ropa sa veľkou relatívnou molárnou hmotnosťou, zvýšeným obsahom kyslíka, síry a dusíka a veľkým obsahom asfaltu približuje pôvodnému organickému materiálu. Čím je ropa staršia, tým je ľahšia, obsahuje menej asfaltu a viac uhľovodíkov.

Odumreté mikroorganizmy sa dlhodobo ukladali na dne morí alebo jazier. Za všeobecne najvhodnejšie miesto pre vznik ropy sa považuje kontinentálny šelf a pasívne okraje kontinentov. Časť organickej hmoty môže pochádzať priamo z kontinentu a najväčšie akumulácie tohto typu sa nachádzajú vo veľkých deltách riek. Odumreté organizmy poklesávajú na dno a sú prekryté ďalšími sedimentmi a stávajú sa súčasťou usadených hornín. Pôvodná usadená hornina, v ktorej prebiehajú premeny organickej hmoty na ropu, sa nazýva materská hornina. Dôležitým faktorom je anoxia vodného stĺpca, rýchlosť prínosu sedimentov a organických látok na morské dno. Jeden m2 bahnitého dna produkuje ročne priemerne 150 g organickej hmoty. Táto sa ďalej rozkladá, najmä pod účinkom baktérií, takže nakoniec zostane v hornine iba stotina pôvodného množstva. Avšak pri veľkých plochách podmorských priestorov vhodných pre ukladanie organickej hmoty môže byť objem zachovanej ropy vysoký. Obsahy organickej hmoty v ílovitých (bahnitých) sedimentoch sú oveľa vyššie ako v piesčitých, kde je ich rozklad oveľa dôkladnejší. Z toho vyplýva prvý dôležitý záver, že materskými horninami ropy sú často práve ílovité horniny [8]. Ďalšími vhodnými materskými horninami sú čierne bridlice, vápnité íly (sliene), krieda a vápence. Obsah organického uhlíka v materskej hornine sa pohybuje od 1-10%, priemerne 2,5%.

Organické bahno, tzv. sapropel, je po uložení prekryté mladšími sedimentami a je čoraz hlbšie pochované. Najvýznamnejší podiel ropy tvoria ľahké, parafinické uhľovodíky, ktoré sú však zastúpené v organickej hmote bahien len celkom podradne. Je teda zrejmé, že po pochovaní musia organické látky prejsť fázou výrazných zmien, tvorby nových zlúčenín a preskupenia vzájomných podielov zložiek v prospech uhľovodíkov. Z organickej hmoty sú pre vznik ropy významné bitúmeny, a to predovšetkým lipidy, látky príbuzné tukom. Predpokladá sa, že dôležitým katalyzátorom týchto procesov môžu byť ílové minerály.

Teplotný rozsah vzniku ropy je od 60 - 150 °C, čo zodpovedá hĺbke pochovania 2 až 5 km. Hĺbkový a teplotný interval, v ktorom je proces tvorby ropy (dozrievania) najefektívnejší sa nazýva ropné okno. Organická hmota sa vplyvom tepla a tlaku premieňa najskôr na kerogén, potom na živicu a nakoniec na ropu a zemný plyn. Tento proces trvajúci milióny rokov sa nazýva dozrievanie alebo maturácia ropy. Má 3 štádiá:

- diagenéza: prebieha v rozsahu 30-60 °C (bežne 50-60 °C) v hĺbke od prvých 100 m do 2 km. Prebieha tu mikrobiálna aktivita, polykondenzácia a vnútorné rozpúšťanie;

- katagenéza: prebieha od 60-125 °C v hĺbke 2-4 km. Je hlavným štádiom vzniku ropy a väčšinou zodpovedá ropnému oknu;

- metagenéza: prebieha od teploty 125 °C a hĺbky viac ako 4 km. Je posledným štádiom vývoja organickej hmoty, pri ktorom už nedochádza k vzniku ropy, ale iba suchého zemného plynu.

Niektoré organické zlúčeniny sa napriek tomu zachovávajú takmer bezo zmeny, napríklad porfyríny, ktoré sú derivátmi chlorofylu. Ropa je po dozretí v hornine veľmi rozptýlená. V dôsledku rozdielu hustôt a všesmerného tlaku však uhľovodíky z materskej horniny migrujú, väčšinou smerom k povrchu. Migráciu umožňujú okolité priepustné horniny. Veľmi vhodné sú hlavne pieskovce, ktoré majú vysokú pórovitosť. Migrácia uhľovodíkov pozdĺž priepustných vrstiev z materskej horniny cez kolektor do rezervoára v poréznych horninách sa nazýva primárna migrácia. Uhľovodíky môžu cez horninové prostredie prenikať až k povrchu, kde zoxidujú alebo iným spôsobom degradujú. Po dosiahnutí zemského povrchu sa prchavé (tekuté) zložky ropy odparia a na mieste zostanú pevné vosky a asfalt [1]. Zachová sa iba tá ropa, ktorá sa zachytí do pascí. Takéto pasce môžu byť tvorené nepriepustným nadložím (tzv. litologická pasca), najmä íly alebo evapority; alebo v dôsledku vhodných tektonických podmienok (tzv. štruktúrna pasca), rôzne zlomy a vrásy, hlavne antiklinály. V pasci sa prchavé uhľovodíky oddeľujú v podobe zemného plynu a tvoria najvyššiu polohu ropného ložiska.

Dôležitým faktorom zachovania ropy v pasciach sú tiež stabilné geologické podmienky. Po zachytení už nemôže dôjsť k zvyšovaniu teploty ani komplikovanejšej tektonickej aktivite, ktorá by mohla spôsobiť nárast teploty a metamorfózu, výzdvih alebo zvetrávanie.

Anorganický pôvod ropy

Anorganický pôvod ropy predpokladal už Mendelejev. Samotnú ideu rozvíjali hlavne niektorí vedci v ZSSR (napr. Nikolaj Kudrjavtcev) no v súčasnosti nachádza priaznivcov aj inde napr. Thomas Gold. Podľa tejto teórie ropa vznikla pôsobením prehriatej pary na karbidy ťažkých kovov v časoch, keď sa vyskytovali blízko zemského povrchu. V prospech tejto teórie svedčí jednak laboratórna príprava pevných, kvapalných a plynných uhľovodíkov z karbidov uránu, lantánu aj céru, a jednak neustály únik metánu zo zemského plášta v niektorých oblastiach.

**Druhy ropy**

Ropný priemysel rozdeľuje ropu podľa jej pôvodu (napr. West Texas Intermediate, WTI alebo Brent) a často aj podľa jej hustoty (ľahká, light, stredne ťažká, intermediate a ťažká, heavy); rafinérie ju tiež môžu označovať ako „sladkú“ (sweet), čo znamená, že obsahuje relatívne málo síry, alebo ako „kyslú“ (sour), čo znamená, že táto ropa obsahuje viac ako 0,5 % síry a vyžaduje náročnejšie spracovanie, aby vyhovovala súčasným normám.

**Hlavné svetové typy ropy sú:**

- zmiešaná ropa Brent, zahrňujúca 15 druhov ropy z nálezísk v Severnom mori. Za cenu tohto typu ropy sa väčšinou predáva ropa z Európy, Afriky a Blízkeho východu určená pre spotrebu na Západe;

- West Texas Intermediate (WTI), za ktorej cenu sa predáva severoamerická ropa;

- Dubai, za ktorej cenu sa predáva blízkovýchodná ropa určená pre ázijsko-pacifickú oblasť;

- Tapis (z Malajzie), za ktorej cenu sa predáva ľahká ropa z Ďalekého východu;

- Minas (z Indonézie), za ktorej cenu sa predáva ťažká ropa z Ďalekého východu.

Kôš OPECu zahŕňajúci druhy:

- Arab Light (Saudská Arábia),

- Bonny Light (Nigéria),

- Fateh (Spojené arabské emiráty),

- Isthmus (Mexiko, nepatrí do OPECu),

- Minas (Indonézia),

- Saharan Blend (Alžírsko),

- Tia Juana Light (Venezuela).

OPEC sa snaží udržať cenu koša OPEC vo vopred danom rozmedzí pomocou zvyšovania a znižovania produkcie. Ropa typu kôš OPECu, pozostávajúca tak z ľahkých, ako aj z ťažkých druhov ropy, je v priemere ťažšia ako Brent aj WTI a má väčší obsah síry.

Všetky vyššie uvedené druhy sa zaraďujú medzi klasickú, „konvenčnú“ ropu. Okrem nej existujú aj veľké ložiská nekonvenčnej ropy, ktorú tvorí živica v asfaltových pieskoch a kerogén v asfaltových bridliciach. Nachádzajú sa hlavne v Kanade a Venezuele. Jej podiel zatiaľ tvorí len 5 % celkovej svetovej produkcie z dôvodu vysokej energetickej náročnosti ťažby.

**Ekonomika**

Cenou ropy sa väčšinou rozumie cena WTI/Light Crude ropy obchodovanej na newyorskej komoditnej burze (NYMEX) alebo cena ropy typu Brent obchodovanej na Medzinárodnej ropnej burze (International Petroleum Exchange, IPE) v Londýne. Cena ropy veľmi závisí na jej druhu (ktorý je určený napríklad jej hustotou a obsahom síry) a tiež na jej pôvode. Veľká väčšina ropy sa nepredáva na burzách, ale pomocou priamych transakcií, ktoré sa však cenami na burze riadia. IPE tvrdí, že 65 % všetkých obchodov s ropou vychádza z burzovej ceny ropy typu Brent. Iné dôležité referenčné burzové ceny sú Dubai, Tapis a kôš OPEC.

Často sa hovorí, že cenu ropy určuje kartel OPEC a jej skutočná cena je okolo 2 dolárov za barel, čo sú náklady na ťažbu na Blízkom východe. Tieto názory však nezohľadňujú náklady na hľadanie nových ropných nálezísk a investície potrebné k započatiu ťažby.

Dopyt po rope veľmi závisí na globálnej makroekonomickej situácii, takže tiež tá je dôležitým činiteľom v cene ropy. Celý rad ekonómov tvrdí, že vysoké ceny ropy majú spätne veľký negatívny vplyv na hospodársky rast. S týmto nesúhlasia iní ekonomickí odborníci, podľa ktorých je teraz svetové hospodárstvo menej závislé na rope, ako bolo počas ropných šokov v sedemdesiatych rokoch.

Cena ropy v roku 1980, počas druhého ropného šoku (pri nepokojoch v Iráne a na Blízkom východe), keď bola v dnešných cenách (t.j. očistená od inflácie 3.1.2008) až na úrovni 101,7 dolárov za barel (podľa agentúry Reuters) až 102,8 dolárov za barel (podľa denníka Wall Street Journal).

Potom dlhodobo klesala v dôsledku otvorenia nových ropných polí mimo Blízky východ, ako napr. v Severnom mori. Nedávne minimum bolo v januári 1999 (12 dolárov za barel), keď ázijská ekonomická kríza znížila dopyt. Potom cena ropy začala stúpať až na 70,85 dolárov za barel 29. augusta 2005 v dôsledku hurikánu Katrina. 5. mája 2008 sa cena americkej ropy vyšplhala až na 126,20 dolára kvôli správam o poklese ropných rezerv v USA, klesaniu dolára a vysokému dopytu. Na historický rekord sa dostala aj severomorská ropa Brent, stála 125,90 dolára za barel. Analytici spoločnosti Goldman Sachs očakávajú, že cena ropy sa v budúcich dvoch rokoch zvýši na 150 až 200 dolárov za barel.

Neustále vzrastajúca cena ropy je spôsobená kombináciou viacerých faktorov - končiacimi zásobami ropy, vzrastajúcim dopytom (hlavne Čína), špekuláciami na burzách, ale hlavne prehlbujúcou sa ekonomickou krízou v USA (2007-2008) spojenou s oslabovaním dolára. Nezanedbateľný je aj zlý stav rafinérií a ich nedostatočnou kapacitou hlavne v USA. Zástancovia Hubbertovej teórie v tejto súvislosti tvrdia, že ako sa približujeme dátumu konečného vrcholu ťažby, neustále sa zmenšuje tzv. rezervná ťažobná kapacita, t.j. množstvo ropy, o ktoré môžu ťažobné firmy krátkodobo zvýšiť svoju produkciu v prípade previsu dopytu. Táto rezervná ťažobná kapacita je dnes skutočne na svojom historickom minime a tvorí iba dve percentá celosvetovej produkcie (ešte pred niekoľkými rokmi sa pohybovala v rozmedzí 8–10 percent). Relatívne lokálne výpadky ťažby, ako bol hurikán Katrina, potom vyvolávajú veľké výkyvy v cene ropy. Odporcovia Hubbertovej teórie pokles rezervnej ťažobnej a rafinérskej kapacity pripisujú chronicky nedostatočným investíciám kvôli dlhodobo nízkej cene ropy.