



ИСТОРИЈА ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НАФТЕ И ГАСА

Ver.2

Dr. Radoslav D. Mičić, doc

САДРЖАЈ:

1. НАФТА-УВОДНО ПОГЛАВЉЕ	6
Из историје нафте и природног гаса.....	6
Геолошка историја Земље подељена је на Ере, Периоде Епохе	6
Шта је нафта?	7
2. Порекло нафте	8
2.1. Хипотезе о пореклу нафте и природног нафтног гаса.....	8
2.2 Прве теорије о настанку нафте	9
2.3. Новије теорије о настанку нафте.....	9
2.3.1. Порекло нафте из неорганичког материјала – аорганички приступ.....	9
Основни принципи теорије:	9
Хипотезе о космичком пореклу нафте и природног нафтног гаса	10
Кравцовљева хипотеза о постанку живота на Земљи	12
Дуплех хипотеза о пореклу нафте	12
Абиогена синтеза аминокиселина	13
Против и у корист абиогених хипотеза.....	13
2.3.2. Порекло нафте из органичког материјала – органички приступ.....	14
Основни принципи теорије:	14
Прве хипотезе о мешовитом - органичком пореклу нафте.....	15
Касније хипотезе о мешовитом - органичком пореклу нафте.....	17
Хипотеза о седиментно-миграционој генези нафте	18
Најновије хипотезе о пореклу и генези нафте	19
Биолшки маркери.....	23
Резултати досадашњих истраживања	25
Питања без потпуних одговора	26
3. Стадијуми у формирању нафте (биогена теорија).....	28
3.1. Први степен у формирању нафте, стварање хуминских материја од изумрлих микроорганизама	28
3.1.1. Кероген.....	30
• дијагенеза,.....	31
• катагенеза	31
• метагенеза	31
3.1.1.1. Формирање керогена.....	32
3.1.1.2. Састав керогена	33
Type I: Sapropelic.....	35
Type II: Planktonic	36
Type II: Sulfurous	36
Type III: Humic	36
Type IV: Residue	37

Липтините	38
3.1.1.3. Сазревање керогена (матурација)	38
3.1.1.4. Ефекат сазревања керогена.....	39
3.1.1.5. Генерисање угљоводоника	41
3.2. Формирање нафте и гаса од керогена.....	42
3.3. Лежиште нафте и гаса	43
3.3.1. Матичне стене	44
3.3.2. Колекторске или лежишне стене	44
3.3.2.1. Порозност	45
Поре.....	45
Шупљикавост или порозитет.....	45
3.3.2.2. Пропусност	45
3.4. Покровне - изолационе стене	46
3.5. Миграција угљоводоника	46
Примарна миграција.....	48
Секундарна миграција	48
3.6. Дубинске структуре погодне за акумулацију угљоводоника	51
Замке (енгл. - трап),	51
3.7. Класификација лежишта угљоводоника.....	53
• структурна:	53
• стратиграфска:-	53
• комбиновано: структурно - стратиграфска,	54
4. Историја коришћења нафте	55
4.1. Рана употреба нафте као лека, као средства за расвету и у грађевинарству	56
4.2. Почетак употребе производа добијених од нафте (почетак прераде нафте)	59
5. Историја експлоатације нафте	61
5.1. Ера модерне нафтне индустрије.....	61
5.2. Почети експлоатације нафте у Европи	62
5.3. Почети коришћења нафте на Балкану	62
6. Историја експлоатација нафте у различитим земљама.....	64
6. 1. The Oil Industry of Medieval Persia (Azerbaijan and Baku)	64
6. 2. Почети прераде и проучавања нафте у Русији.....	65
6. 3. The Early Oil Industry of Poland and Romania	67
6.4. Експлоатација и прерада нафте у Румунији	68
6. 5. Историја експлоатације и прераде нафте у Америци	71
6.5.1. Бушење браће Рафнер у Вирџинији	72
6.5.2. The Early Oil Industry of Pennsylvania.....	73
6.5.3. Spindletop, Texas	77
7. Технике бушења и развојтехника	81
7.1. Развој технологије и опреме за бушење	81

7.2. Ударна метода бушења (алат са сајлом), cable tool rig.....	83
Принцип технике:.....	83
Историја:	83
Конструкција и опис рада:	84
Почетно бушење, "spudding"	86
7.2.1. Опрема који су се користили током експлоатације, ударном техником	88
Drillingderrick, бушаћи торањ, торањ за бушење	88
Клацкалица, хоризонтална греда (Walking Beam)	89
7.2.2. Алати који су се користили током експлоатације, ударном техником.....	90
Drillingbit – бушећедлето	90
Ударна бушећа шипка (drillstem, Auger Stem)	92
Ударне маказе (jar).....	93
Тешка бушећа шипка (The sinker bar)	95
Спојница (стезалка) бушаћег ужета (rope socket)	95
Кабл (Rope)	96
Подешљиви завртањ (Temper screw)	98
Делови подешљивог завртња (Temper screw)	99
Рад са подешљивим завртњем (Temper screw).....	99
7.2.3. Помоћни алати који су се користили током експлоатације, ударном техником.....	100
Бајлер, кашика за грабљање (bailer)	100
Пецаљка.....	101
Прво заглављивање алата и «сува бушотина».....	102
7.3. Метода ротационо бушења.....	104
Основни принципи ротационог бушења	104
Историја ротационог бушења	104
Хидрауличне методе	107
Развој технике ротационог бушења	107
Дијамантско бушење, експериментално бушење 1865.....	108
Проналазак и историја	109
Опис и побољшања.....	110
Коришћење	112
8. ИСТОРИЈА ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НАФТЕ НА БАЛКАНУ.....	113
8.1. НАФТА У ЈУГОСЛАВИЈИ	113
8.2.Период до 1918. године.....	114
8.2.1.Прва запажања о нафти у нашим крајевима	114
8.1.2. Почети организиране експлоатације нафте.....	120
Међимурје, Селница, Пекленица.....	120
Средњепосавска Славонија; Баћиндол, Петрово село и Новска.....	122
Мославина : Миклеушка и Клоштар Иванић.....	123
Средњехрватска Подравина, Лепавина и Велики Поганац.....	126
Славонска Подравина, Вировитица	127
Нафта у Словенији	127
Почетак индустријске прераде нафте	128
Предратне концесије и концесиониране површине	128
Експлоатација нафте пре I Светског рата	129
Експлоатација нафте пре и у току II Светског рата.....	130
Мурски басен:.....	130
Експлоатација нафте након II светског рата.....	132

Мурски басен:.....	132
Мословачки басен:	133
Експлоатација нафте у Хрватској данас	135
Савска депресија.....	136
Дравска и Мурска депресија.....	137
Славонско-сремска депресија	138
Басени Босне.....	139
Србија - Војводина	141
Ново истраживање у Србији	146

1.НАФТА-УВОДНО ПОГЛАВЉЕ

It is a miracle that curiosity survives formal education.
Albert Einstein

Из историје нафте и природног гаса

Историја нафте део је *Геолошке историје планете Земље*, а *Историја Земље* део је *Историје Сунчевог система*, односно, део *Космоса (Универзума)*. Због тога ова прича и почиње питањима о постанку и старости Универзума, о Геолошкој историји Земље и о постанку живота на планети Земљи.

У својој студији *Дубоки поглед Хабл (Hubble)*, описује свој радвезан за мерења помоћу најмоћнијег свемирског телескопа. Мерењима се дошло до сазвежђа удаљених око 10 милијарди светлосних година, а најновијим мерењима, процењена је старост *Универзума (Космоса)* нанешто више од 14 милијарди година, као и да је наше Сунце постало пре око 5, а планета Земља пре око 4,5 милијарде година.

Геолошка историја Земље подељена је на Ере, Периоде Епохе

Ере су: *Прекамбрија, Палеозоик, Мезозоик и Кенозоик.*

Ера Палеозоик подељена је на периоде: **Камбрија** која је трајала од 600 до 500., **Ордовицијум** од 500. до 425, **Силур** од 425. до 400., **Девон** од 400. до 350., **Карбон** од 350. до 280., и **Перм** од 280 до 230. милиона година.

Ера Мезозоик подељена је на периоде: **Тријас** од 230. до 180., **Јура** од 180 до 135., и **Креда** од 135. до 70. милиона година.

Ера Кенозоик поделиена је на **периоде. Терцијер** од око 70. **Квартар** од око 2. милиона година.

Периода Терцијер подељена је на **епохе: Палеоген** од 70. до 25. и **Неоген** од 25. До 2. милиона година.

Периода Квартар је најкраћа, око 2 милиона година. Подељена је на **епохе: Дилuviјум и Алувијум.**

Квартар карактерише бурна историја - јавља се човек каменог доба, настаје ново доба и човек - **хомо сапиенс.**

Појава живих бића. Сматра се да су се трагови најпримитивнијих живих бића на планети Земљи (сунђери и морске алге), појавили пре једне милијарде (*у ери Прекамбрија*), а човек пре милион година (*у другој половини периоде Квартар*), да је ватру почео користити пре око 500.000 година.

Тешко је проценити када је човек постао свесно биће, **хомо сапиенс**, али се сматра да први трагови културе потичу од пре 40.000 година.

Познато је да се нека нафтна и гасна лежишта налазе у геолошким структурама старим десетине и стотине милиона година. То би значило да се генеза нафте и гаса, као и формирање њихових лежишта у Земљиној кори, догађала пре него што се појавио човек - пре милион година.

Није познато када се човек срео са нафтом. Може се претпоставити да се тај сусрет догодио још у давном преисторијском периоду када он није могао знати како да је користи. Било је то сигурно на оним местима местима на којима је црна уљаста течност излазила из плитких лежишта кроз природне пукотине у Земљиној кори. Од тада па до почетка свесне употребе нафте и природног нафтног гаса као извора топлоте и светлости) у корисне, ратне или ритуалне сврхе, сигурно је протекло много хиљада година.

Шта је нафта?

Нафта је, течна до получврсто природна материја, налази се у земљиној кори, састављена је претежно од смесе бројних угљоводоника, а увек садржи и сумпор, азотна и кисеоникова органска једињења, те у врло малим уделима тешке метале.

Најчешће је браон - зелене до смеђе-црне боје.

Назив нафта персијског је порекла, настао од глагола нафата, знојити се (зној земље), а петролеј, с истим значењем, сложеница је од грчке речи Петрос (камен) и латинске речи олеум (уље).

2. Порекло нафте

Порекло нафте у стенама које су старе од десет до четири стотине милијона година, процес њеног постанка као и порекло материјала од кога је настала још увек је питање истраживања и коначни одговори се тек требају пронаћи.

Питањима **порекла и генезе нафте и гаса** бавили су се прво *хемичари* и *геолози*, а потом и *минералози*, *биолози*, *бактериолози* и *биохемичари*, а у новије време највише *геохемичари*. На темељу различитих сазнања и размишљања створено је више различитих хипотеза па и њихових варијаната. Међутим, о пореклу и токовима генезе нафте и гаса не постоји потпуно слагање ни данас.

Прва систематичнија испитивања и научне расправе почеле су половином 19. века, када је почела и комерцијална производња нафте. Од тада до данс уложено је много труда о чему постоји богата и опширна литература. Захваљујући свим истраживањима дошло се до многих сазнања о старости стена, о геолошким структурним облицима у којима се налазе лежишта нафте и гаса, о условима у лежиштима, о техници бушења, о производњи, о хемијском саставу о физичким особинама флуида и околних стена.

Познато је да се лежишта нафте и гаса налазе широм планете Земље, претежно: у седиментним стенама различите старости, на различитим дубинама, да нису равномерно распоређена нити су подједнако богата. Међутим, потпуни и коначни одговори слагања у вези са пореклом и генезом нафте, као и са временом и начином стварања акумулација не постоје ни данас.

Наука о пореклу и генези нафте и природног нафтног гаса претрпана је разиич: м противуречностима, неспоразумима па и конфликтима. Такво стање ће, вероватно, још дуго потрајати будући да ће се тешко доћи до потпуног дефинисања порекла и редоследа процеса генезе, миграција и акумулација, као и дефинисања фактора који су на све то утицали. Ако и даље не буде сарадње измеђуистраживача различитих струка, вероватноћа да ускоро добијемо тачне одговоре на сва постављена питања, веома је мала.

Начин на који је нафта настала и услови у којима се стварала јак су компликовани. Било која теорија о постанку нафте треба се проматрати с више аспеката, према приступу на примарни изворни материјал од којег је настала, органски или аноргански, с хемијског и геолошког аспекта.

Због свега реченог, у овој глави биће укратко наведене само неке занимљиве хипотезе о пореклу и генези нафте и гаса, нека слагања и неслагања, нека нова сазнања и коначно, питања која још чекају одговоре.

2.1. Хипотезе о пореклу нафте и природног нафтног гаса

У литератури се често користи израз **теорија о пореклу нафте и гаса....** Аутор овог уџбеника држи се дефиниције да се под појмом **теорија** подразумева научно потпуно **доказана хипотеза**, а у овом случају ни једна хипотеза није потпуно доказана. Због тога ће користити појам - **хипотеза**.

Зависно од природе изворних материјала, на које се истраживачи позивају, све хипотезе о пореклу нафте сврстане су у две велике групе:

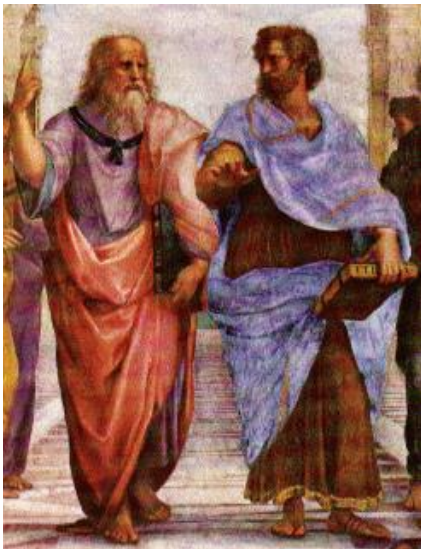
- хипотезе о неорганском **или** абиогеном **и**
- хипотезе о органском **или** биогеном пореклу нафте

Хипотезе о неорганском или абиогеном пореклу нафте подељене су још на **минералне и космичке**, а хипотезе о органском или биогеном, на **варијанте о биљном, о животињском и о мешовитом биогеном пореклу**.

Према садашњем мишљењу већине истраживача, постоји више доказа у корист мешовитих биогених хипотеза, мада се не може рећи да су абиогене потпуно без научне основе.

2.2 Прве теорије о настанку нафте

Древни грчки филозоф Аристотел је учио да се све, што смо додирнули или осетили, састоји од базних елемената земље, ваздуха, ватре и воде. Ови елементи се никада не налазе у чистом стању и читав свет је грађен на основу мистериозне матрице особина, које окружењу дају карактеристике топлог и сувог, или супротне карактеристике хладног



и влажног. Земља је била сува и хладна, влажна и топла клима, ватра суво и топло, а вода мокра и хладна.

Аристотел је веровао да камење, руде и фосили формирају као депозити (остаји) од издисаја, дубоко унутар Земље, и који су заробљени у порама и пукотинама. Влажни издисаји производе метале, а суви камење. Аристотелови следбеници предложили су да непријатан мирис повезан са већином битуменом, указује да је то облик течног сумпора, једињење чије се настајање приписујесувим издисајима.

Две теорије о пореклу нафте развиле су се током ренесансе. Популарнија је била она коју је предложио Агрикола (Agricola), Немачки лекар, присталица

Аристотела. Он је 1546 године написао у свом уџбенику о рударству и минералима, да се битумен формирао издисањем сумпора дубоко у земљу. Насупрот томе, Либавиус (Libavius), још један Немачки лекар, у свом уџбенику хемије, који је објавио 1599, поставио је теорију, да се битумен формирао од смоле древних стабала.

2.3. Новије теорије о настанку нафте

2.3.1. Порекло нафте из неорганског материјала – аноргански приступ.

Основни принципи теорије: Најраширенија варијанта анорганске теорије је, да се порекло нафте налази у ужареној утроби Земље. Угљеник и водоник из усијане Земљине масе продирали су у тврду Земљину кору, деловањем високог притиска и температуре и уз присуство неких материја као катализатора, спајали су се уразличите угљоводонике од којих се и састоји нафта. Овако настала нафта у великим дубинама, касније се пробијала

кроз пукотине у више делове Земљине коре, ближе површини, и накупљала се у шупљикавим и пропусним слојевима где је и данас налазимо.

Осим тога знано је да неке планете као Јупитер, Сатурн и неки сателити садрже метан, па се тако астрономи слажу да нафта има космичко порекло.

Позивајући се на неке своје експерименте и на сличне радове других научника, прву такву хипотезу саопштио је **Бертело (Бертхелот)** 1866. год. По тој хипотези основни материјал одкојег је нафта постала био је *ацетилен*. Тада се претпоставило да се у Земљиној кори налазе *карбиди* (једињења метала и угљеника), који у контакту са водом осолобађају ацетилен, а овај се касније полимеризовао и претварао у нафту.

Д.И. Менделејева (1834-1907) је први описао и 1877. године саопштио на састанку *Хемијског друштва*, основне принципе хипотезе о минерама пореклу нафте, која је касније названа **Карбидном теоријом**. Менделејева је веровао да се у Земљиној кори налазе карбиди гвожђа, мангана и других метала, који су у контакту са топлим водом или воденом паром, давали мешавину угљоводоника сличне нафтним. Његову хипотезу подржавали су својим експериментима 1878. год. **Клез** (Коез), а 1896. **Моасан (Моиссан)** (1852-1907). Касније су се присталице ове хипотезе позивале на синтезу **Сабатје - Сандереса** (*Сабатијер - Сендерес*), **Фишер-Тропша** (*Фисцхер-Тропсцх*) и **Ремзеја** (*Рамсау*)

Менделев 1877.г. - "синтеза угљоводоника" - "Вода је продираола у дубину Земље и реакцијом с ужареним металима и металним карбидима стварала је смесу нафтних и водених пара. Таква смеша се по пукотинама премештала у хладније диелове Земљине сфере. Један део смесе засићивао је стене и створио уљне шкриљце, други део је оксидовао и створио продукте сличне асфалтима, а већи део је на један или други начин сагоревао и стварао CO_2 и H_2O . Нафтне паре аконису имале непосредан излаз до земљине површине, долазиле су до хладнијих слојева гдје су сехладиле и под притиском горе лежећих слојева испуниле су слојеве песка". (извод из рада саопштеног на *Хемијском друштву*)

Сабатје и Сандерес доказали су да се хидрогенацијом ацетилена, у присуству гвожђа и никла као катализатора, а зависно од температуре, могу добити алифатични и ароматични угљоводоници.

По **Фишер-Тропш**-овом поступку из водоника и угљенмооксида (синтезни гас), у присуству гвожђа, кобалта и никла као катализатора, могу да се произведу велике количине угљоводоничних горива. (По том поступку Немци су за време ИИ светског рата производили моторна горива).

Ремзеје 1923. године доказао да се хидрогенацијом угљеника, угљенмооксида и угљедиоксида, у присуству никла као катализатора, могу добити угљоводоници. Пошто је присуство никла већ било утврђено у неким нафтама, ову синтезу наводе као могући доказ за абиогено порекло нафте и гаса.

Хипотезе о космичком пореклу нафте и природног нафтног гаса

Ове хипотезе спадају у другу групу абиогених. Изложили су их и заступали **Бартигу** (*Bartigu*), **Соколов**, **Ададуров** и други.

Руски геолог **В.Д.Соколов**, своју хипотезу о космичком пореклу нафте објавио је још 1889.год. По његовом мишљењу у небеским телима, разуме се и у језгру Земље, налазе се огромне количине угљеника и водоника од којих су директном синтезом могли постати угљоводоници у најранијем периоду Земљине геолошке историје. Тако постали угљоводоници чинили су првобитну атмосферу планете Земље. Током процеса хлађења Земље, угљоводонике је из атмосфере апсорбовала магма. Из ње су се они касније, при формирању Земљине коре, ослобађали и као специфично лакши, кретали су се кроз пукотине према горњим слојевима у којима су на погодним местима током милиона година формирали лежишта.

Као доказ за своју хипотезу Соколов наводи присуство метана у неким вулканским гасовима и појаве нафте и гаса откривене у неким магматским и метаморфним стенама.

Соколов 1892.г. - "Космичко порекло нафте; угљоводоници доказани у саставу метеорита". "Угљоводоници су у Земљи од њеног постанка, настали су кондензацијом гасних компоненти у периоду хлађења земље и сакупљали су се у стенама". (Изводи из рада)

Присталице *Космичких хипотеза* заснивају своје ставове на чињеници да је спектралном анализом доказано присуство угљоводоника на многим звездама, кометама и у гасовитом омотачу Сунца, као и у неким метеоритима који су пали на Земљу. Осим тога присуство угљоводоника, претежно метана, откривено је и у атмосфери планета *Јупитера, Сатурна, Урана и Нептуна*. По аналогiji, присталице *Космичких хипотеза* логично закључују да су и у некој фази формирања Земље могли постати угљоводоници директном синтезом из угљеника и водоника.

Занимљиво је истаћи чињеницу да угљоводоници откривени у атмосферама звезда, Сунца и комета, нису сагорели, а критичари *Космичких хипотеза* тврде да *земаљски угљоводоници* не би опстали на високим температурама. Међутим, ако угљоводоници постоје у атмосфери звезда и тамо нису сагорели, зашто они не би на исти начин постали и опстали у некој фази формирања Земље и зашто не би формирали њену прву атмосферу, као што неки претпостављају? А зашто угљоводоници нису сагорели у атмосфери звезда, треба тражити одговоре на питање: Да ли је сагоревање као оксидациони процес могућ у редукционој атмосфери у којој је доминантан водоник а одсутан кисеоник? С тим у вези треба рећи да метан и водоник у вулканским гасовима такође не сагоревају, а ради се о запаљивим материјама?

Са гледишта хемије, абиогене хипотезе и наведене синтезе угљоводоника биле су свакако занимљиве и прихватљиве због стварно могућих хемизама, а и због угледа њихових аутора. Каснијим геолошким истраживањима дошло се до неких сазнања којима су те хипотезе оповргаване и неко време, после тога, биле су готово одбачене и заборављене.

Споменуте теорије читав проблем проматрају једнострано, само с хемијског становишта, док се геолошки услови занемарују. Иако су се синтезама у лабораторијским условима покушали опонашати претпостављени природни услови, нису постигнути резултати већег значења.

Међутим, присталице абиогеног порекла нафте не одричу се свог учења и наводе нове доказе. **Пике** је још 1940. год. покушао да оживи идеју о неорганском пореклу нафте.

После тога јавили су се и други. Посебно треба истаћи занимљиве хипотезе Руса **Кравцова** и Енглеца **Роберта Робинсона** (1962).

Кравцовљева хипотеза о постанку живота на Земљи

Сјуњајев наводи шему коју је о постанку живота на Земљи објавио **Кравцов**. По мишљењу Кравцова прво су абиогеним процесима постали гасовити угљоводоници, затим њиховим повезивањем течни, а потом, путем низа других синтеза и промена јавио се живот. Због тога је доживео оштру критику, као и многи претходници. Међутим, ако су тачне анализе о присуству угљоводоника у атмосфери неких звезда, нашег Сунца, комета, метеорита и нек - планета, могло би се рећи да **Кравцовљева хипотеза** није била без научне основе.

Што се тиче Кравцовљеве хипотезе о постанку живота на земљи, требало би истаћи чињеницу да делови угљоводоничних структура чине основе масти, беланчевина, шећера, терпена и других супстанци у биљном и животињском свету. Када се данас говори о пореклу и генези нафте, већина размишља само о разлагању сложених органских материја до простих угљоводоника, а можда би било боље да се у размишљању вратимо на почетак: На стварање *Универзума* - звезда и планета, на постанак тешких елемената фузијом лаких, као на постанак органске материје из неорганске, на даљу еволуцију и на **велики скок** према постанку живе материје од неживе, односно, на постанак живота на Земљи.

Очигледно је да су *грешке* првих твораца абиогених хипотеза биле у томе што су размишљали фрагментарно, уместо глобално, о еволуцији на Земљи.

Размишљајући о свему глобално, можда су нам **Кравцов** и **Роберт Робинсон** одшкринули врата према новим сазнањима.

Дуплекс хипотеза о пореклу нафте

Роберт Робинсон је 1962. год. објавио веома занимљиву идеју која у извесном смислу доводи у логичну везу абиогене и биогене хипотезе. Због тога је његова идеја названа "**дуплекс**" хипотезом.

Робинсон сматра да су угљоводоници првобитно постали абиогеним процесима у геолошко доба које је четири до пет пута старије од најстаријег периода које наводе присталице биогених хипотеза. Могуће је, по њему, да се синтеза угљоводоника одвијала слично поступку **Фишер - Тропша** или њему сличним поступцима. Много касније, примитивни микророганизми су вероватно користили те угљоводонике као храну. На тај начин је биолошки материјал доспео у првобитне угљоводонике, мешао се са њима и под утицајем низа геолошких и геохемијских фактора трансформисао се у материје, које су заједно са првобитним угљоводоницима, постале конституенти нафте.

Ако се крене Робинсоновом линијом размишљања, може се претпоставити да су микроорганизми на неким местима потрошили првобитне угљоводонике и да су њихови остаци били доминантни изворни органски материјал од којег је касније постала нафта. Нема сумње да је **Роберт Робинсон** знао да у земљишту постоје различити квасци и бактерије који се могу адаптирати и хранити течним угљоводоницима нормалне

структуре - алканима из средњих детилата нафте. (О томе је саопштено на Шестом међународном конгресу нафташа у Франкфурту на Мајни, јуна 19-26, 1963.).

Абиогена синтеза аминокиселина

У прилог абиогеним хипотезама наводи се и експериментално доказана могућност **абиогене синтезе аминокисеклина, пурина и пиримидина** из смеше **водоника, метана, амонијака и воде**, за које се сматра да су били главни конституенти првобитне Земљине атмосфере. Даље, међусобним повезивањем аминокиселина могу се добити беланчевине итд.

Данас тешко може да се порекне чињеница да је у фази формирања Земљине коре органска материја постала синтезом из неорганских компонената преко низа сложених физичких и хемијских каталитичких процеса. Да ли су прво постали угљоводоници или аминокиселине, или истовремено обе групе једињења, тешко је рећи, али да се органски свет родио из неорганског, више нема дилеме. Када, којим процесима и којим редом се то дешавало, може се само претпостављати.

Против и у корист абиогених хипотеза

Оштре критике на рачун хипотеза о абиогеном пореклу нафте упућивали су углавном творци и присталице биогених хипотеза. Неки њихови аргументи били су:

1. Против. У дубини Земље није доказано присуство металних карбида, а и да јесте, на високим температурама стене су у пластичном стању и у њима не постоје пукотине па вода из горњих слојева не би доспела у ту зону.

У корист. Да ли је са сигурношћу доказано да у Земљиној кори заиста нема карбида или да се нису били формирали у току њене еволуције? Ако их сада стварно нема, могуће су две претпоставке:

- а. Да су у некој каснијој фази хлађења Земљине коре ипак дошли у контакт са водом и били разграђени (потрошени), при чему су постајали неки угљоводоници и оксиди метала, а оксиди метала у Земљиној кори стварно постоје.
- б. Као термодинамички нестабилнија једињења, карбиди су се временом могли трансформисати у стабилније карбонате и оксиде.

2. Против. Нафта се углавном налази у седиментним стенама. Ретка и углавном сиромашна лежишта нафте у еруптивним и метаморфним стенама постала су миграцијом из суседних седиментних формација. То се дешавало у случајевима када су магматске или еруптивне стене током времена постале накнадно порозне. Примери таквих лежишта постоје и у нашој земљи у нафтним и гасним пољима Мокрина, Кикинде, Елемира, Јерменоваца, а и на другим местима.

Мале количине метана нађене у гасовима неких вулкана, потичу из седиментних стена кроз које је магма пролазила.

У корист. У гасовима неких вулкана доказани су угљоводоници иако у њиховој околини није било седимената. У еруптивним материјалима вулкана Етне (Сицилија), Кракатау

(Малајски архипелаг), Толима (Анди) и угашеног вулкана Егмонт на Новом Зеланду, нађене су и неке количине течне нафте.

Присуство асфалтита примећено је у пегматитским жицама лежишта мангана у Шведској и Норвешкој, а нарочито је занимљив случај са течном нафтом у пегматитској жици у Канади.

3. Против. Нафте у већини случајева карактерише оптичка активност - ротирају раван поларизоване светлости - што се сматра доказом за њихово биогено порекло, а синтетички угљоводоници нису оптички активни.

У корист. Остаци биљака и животиња, а касније и бакте-је, унели су међу првобитно створене угљоводонике и оптички активне материје

4. Против. Хипотезама о абиогеном пореклу нафте не може се објаснити присуство једињења са хетероелементима - сумпором, азотом и кисеоником.

У корист. Ако је првобитна органска материја изграђена абиогеном синтезом - од угљеника, водоника, кисеоника, азота, форсфора, сумпора и других неорганичких елемената - значи да су током еволуције сви ти елементи ступали у међусобне реакције захваљујући неким каталитичким процесима. Према томе, може се претпоставити да су се кисеоник, сумпор, азот, фосфор и други елементи, могли уграђивати и у структуре првобитних угљоводоника посредством неког од природних катализатора.

2.3.2. Порекло нафте из органског материјала – органски приступ.

Основни принципи теорије: Према савременим схватањима нафте и природног гаса су органског порекла. Већина геолога, данас, слажу да је сирова нафта настала пре преко неколико милиона година од остатака ситних водених биљака и животиња, у затвореним морима. Мртви делови биљног и животињског порекла, нарочито од алга и микроорганизама као планктона и бактерија које се врло брзо размножавају, падала су на дно, и формирали органски муљ, који је у одсуству кисеоника, због препокривања другим морским наслагама, био подвргнут постепеном распадању.

Након распадања микроорганизама, који су умрли и исталожили се у древним морима пре, између 10. и 600 милиона година. Остаци ситних биљака и животиња (планктон) су потонули у песак и блато на дну мора. Нафта настаје из тих остатака, у седиментним слојевима. Као што је већ речено, због недостатка кисеоника, остаци микроорганизама не могу да се потпуно распадне, него формирају органска једињења.

Под утицајем притиска и температуре, овај органски материјал, који се налазио испод стена, претворио се у тзв. фосилна горива (угаљ, нафту и природни гас).

Тектонским поремећајима у земљиној историји, померањем континената и мора, дошло је до даљег препокривања ових органских слојева стенама, а подземне нафтне акумулације су настале формирањем засебних нафтних лежишта, под утицајем ерозијских процеса миграцијом кроз пукотине из матичних у колекторске стене. Пошто и нафта и гас настају истим геолошким процесом (анаеробном разградњом органске материје дубоко испод земљине површине) они се често налазе заједно. Па се у тим се лежиштима, уз нафту

налази и земни гас који се претежно састоји од метана , а садржи још и гасове и паре виших угљоводоника, те сумпороводоник, угљендиоксид и друге гасове.

Укратко, већина сирових нафта формирана је од микроскопских биљака и животиња који су умрле пре више милиона година и које су брзо сахрањене под условима који су потпомогли њихово очување. С обзиром дубину на којој су сахрањени, током довољно времена и уз помоћ температуре, мекани делови ових организама, вероватно, током неколико милиона година, су се полако конвертовали у нафту.

Када се природни гас и нафтанапале заједно, такав природни гас се назива пратећи (прати налазишта нафте) и он може да буде растворен у нафти, или слободан. Поред природног гаса, који се налази као пратећи гас у налазиштима нафте, природни гас може да има и своја налазишта. Постојитрећи извор природног гаса , који су налазишта гасног кондензата , у којима су заједно са природним гасом присутни и течни угљоводоници ниске густине .

Углавном , на дубинама од 1-6 км (на температурама од 60 до 150°C), формирана је нафта, а на већим дубинама и вишој температури природни гас.

До данас, сви процеси формирања нафте још увек нису јасни, али се тврди да су они још увек у току. Светски депозити нафте налазе се у старости као што следи: 17 одсто долази из креде, 13 одсто из доба Јуре и око 12 одсто палеозоика.

У зависности од порекла и налазишта, нафта се може значајније разликовати у саставу и зато је исправније говорити у множини, односно о нафтама. Различите нафте се разликују у просечној молекулној маси, густини, тачки кључања, вискозитету и другим физичко-хемијским особинама.

Иако се наведене хипотезе о абиогеном пореклу нафте и гаса не могу потпуно негирати, већина геолога и геохемичара данас сматра да су нафта и гас органског, односно, биогеног порекла. Међутим, нема потпуног слагања у погледу природе примарног - изворног органског материјала. Нема слагања ни у вези са токовима генезе и са факторима који су на генезу утицали. Дискусије су вођене о томе да ли је изворни органски материјал био биљног, животињског или мешовитог порекла. Већина је ипак прихватила хипотезу о мешовитом - биљном и животињском пореклу.

Пошто се хипотезе о чисто животињском и чисто биљном пореклу нафте не сматрају вероватним, овде ће бити детаљније описане само неке од оних које уверљивије говоре о мешовитом пореклу нафте. Иначе списак аутора тих различитих хипотеза веома је дугачак (наведен је на крају ове главе), што говори да је значај порекла и генезе нафте био одавно схваћен.

Прве хипотезе о мешовитом - органском пореклу нафте

Прву савремену теорију о органском пореклу нафте објавио је Лав Лескеру (LeoLesqueroux), отац палеоботанике, објавио је 1866 године своју претпоставку да је нафта у Пенсилванији формирана од морских алги у Девон (Devonian, 419.2–358.9 million years ago, "Age of Fish") шкриљцима на исти начин на који је угља из земљишних биљака. Касније, Андерсон и Арнолд (Anderson and Arnold) су тврдили у билтену америчког Геолошког института (Bulletin of the U.S. Geological Survey)из 1907 да су једини могући

извор уља у Санта Марија, (Monterey) области у Калифорнији је микроскопске фосилне биљке, назване диатоми (diatoms) пронађено у шкриљцима, богатим органским формацијама из миоцена (Neogene period and extends from about 23.03 to 5.332 million years ago (Ma), Током овог периода, сисари и птице наставили су се развијају у модерне облике, док су остале групе живота остале релативно непромењене, појавили су се преци људи «Рани хоминиди» у Африци, део Неогена, «Ледено доба»). У другом билтену је 1916 године Кларк (Clarke), на основу хемијских анализа уља из Санта Марије потврдио да потичу од органских остатака Монтереи диатома

.Монтереј формација је велика миоцен геолошка седиментна формација богата нафтом, и представља део Калифорнијске обале. Она обухвата и велики део Калифорније.Представља огромну област богату фосилима, из морских наслага, насталих



у широком временском периоду.Ту се налазе фосилни китови и делфини, као и велики број фино очуваних ракова. Важно откриће, је збирка келпс и других великих, меких, морских алги, које се ретко налазе на другим местима као фосили. У тим формацијама стене садрже 37 до 38 милијарди барела нафте у конвенционалним замкама попут пешчара.Он садржи већи део познатих нафтних ресурса. Калифорније [2]

Монтереј је детаљно истражен и мапиран, везано за нафтни потенцијал, па је од великог значаја за разумевање сложене геолошке историје Калифорнији. Његове стене су углавном од слојева богатих силикатима који варирају у саставу, што је веома важно за геолошко-историјска испитивања.

Енглер је (1888) први објашњавао да нафта није постала из каменог угља, како су неки тврдили, већ из другачијих органских материја. Подржавали су га многи истраживачи међу којима су значајнији **Крамер** (1888) и **Хоффер** (1907). По Енглери у еволуцији нафте требаразличковати три потпуно одвојена стадијума.

У првом стадијуму, **остаци биљака и животиња** таложили су се на дну водених басена У тој фази почело је разлагање органске материје дејством аеробних бактерија. Тим процесима су се угљени хидрати и део беланчевина трансформисали у течне и .гасовите материје које су се растварале у води и као такве губиле се из основне масе. Остале су само масти восак, смоле, холестероли и друге стабилне супстанце. Да то докаже експериментално, Енглери је загревао органске материје и констатовао да се неки конституенти разлажу и губе, а да се остатку повећава садржај масти.

У другом стадијуму, под утицајем високих температура и притисака, прво се од једињења са карбоксилном групом (органске киселине) издвајала угљена киселина. а одоксикиселина и алкохола издвајала се вода. Као резултат те фазе постали су **тврди битумени**. Даље, са продуженим дејством топлоте и притиска одвијао се **термички крекинг** којим се образавала тзв. **протонафта** - течност са високим садржајем незасићених једињења. Да докаже ту претпоставку, Енглери је вршио дестилацију масти под притиском и добио течност типа **-протонафте**.

У трећем стадијуму незасићена једињења из *протонафте*, која су постала у процесу крековања, полимеризовала су се под утицајем хетерогених катализатора. Тако су постали **полиолефини**, који су се даље трансформисали у **нафтенске и парафинске угљоводонике**. Производи крековања беланчевина су се процесима циклизације и кондензације претварали у ароматичне угљоводонике.

Као што ће се касније видети, суштинска основа Енглерове хипотезе није потпуно неприхватљива. Међутим, његова хипотеза има доста слабих места. Основна примедба односи се на његову претпоставку о високој температури која је узроковала процес **«термичког крекинга»**. Осим тога састав коначног производа добијеног његовим лабораторијским огледом (парафини и незасићени угљоводоници) битно се разликују од хемијског састава нафте.

Данас је познато да се појединачни и лаки представници аромата, нафтена и парафинских угљоводоника, налазе само у лаким фракцијама нафте, а да су у тежим фракцијама доминантни разгранати хибридни молекули виших молекулских маса који су изграђени од фрагмената парафинских, нафтенских и ароматичних угљоводоника, а да се у најтежим фракцијама налазе најсложенија смоласта једињења сумпора, азота и кисеоника.

Касније хипотезе о мешовитом - органском пореклу нафте

Прву доста уверљиву, тзв. **Сапропелитску хипотезу**, дао је **Потоније** 1903.год. Према његовом мишљењу **остаци изумрлих морских зоопланктона и фитопланктона** таложили су се на дну језера и мора. Дејством анаеробних бактерија (у редукционим условима), у том талогу одвијао се процес гњилења или **сапропелизације**. **Сапропел** се мешао са неорганским материјалима и градио **сапропелитски муљ**. Даље, литогенезом овога муља образовали су се **уљни шкриљци** са високим садржајем органске материје. По њему су, **сапропел** и **уљни шкриљци** представљали **матичне стене** из којих се касније, током времена, **природном дестилацијом** издвајала нафта. Ова последња претпоставка није потврђена новим истраживањима.

Губкин је модификовао ову хипотезу. Он прихвата да је **сапропел** био **матични материјал**, који је постао од изумрлог морског зоо и фитопланктона. Тај материјал се под утицајем различитих фактора (температура, притисци, бактерије), путем низа сложених процеса, претварао у нафту.

Губкин је први указао да су процеси генезе нафте и гаса, као и стварање њихов - акумулација, били дуготрајни и сложени, да су се одвијали у више различитих етапа и да су : повезани са литогенезом и тектогенезом земљине коре. Он говори о хидролизи ас: о стварању смоласте масе која се на дну језера и мора меша са песком и глином бива покривена тим минералним материјама. По њему су се у том материјалу, у анаеробним условима, одвијали хемијски процеси током којих су се стално повећавали садржаји угљеника и водоника, а опадао садржај кисеоника. Нека његова схватања и објашњења нису ни данас потпуно застарела.

Хипотеза о седиментно-миграционој генези нафте

На темељима свих сазнања стечених до 60-их година 20.века **Васојевич** је формулисао своју **Хипотезу о седиментно-миграционој генези нафте**. И он је пошао одсличних претпоставки као Губкин и претходници, да се расејани органски материјал таложио на дну водених басена, да се мешао и бивао прекриван уситњеним минералним материјалима и да је сањима тонуо све дубље. Делови таквог органског материјала претварали су се постепено сложеним процесима у компоненте нафте. Генезу нафте и гаса **Васојевич** дели у више фаза.

Прва, најранија фаза је **седиментно генетичка**. Преображај органског материјала у **предугљоводонике** одвијао се уводи при релативно ниским температурама (4 - 25°C). Тај процес био је повезан са метаболизмом хидробионита (подводних организама).

Друга, **рано-дијагенетичка фаза** одвијала се такође при релативно ниским температурама али већ у талогу. Осим тога на овом стадијуму била је могућа и **ферментативна хидролиза** производа који су постали разградњом исталоженог изумрлог планктона, као и неки хемијски процеси при којима, у тим условима, у талогу постају стабилне супстанце. То су засићене масне киселине, парафини (алкани), нафтени (циклоалкани) и ароматични угљоводоноци (арени). Паралелно са овим процесима, одвијали су се истовремено и процеси полимеризације незасићених и поликондензације неких кисеоничних једињења. Тако су постали и **нерастворни геополимери**.

Пошто је са понирањем талог у дубину Земљине коре бактеријска активност опадала, наступа трећа, **каснодијагенетичка фаза**, у којој стварање угљоводоника тече под утицајем сачуваних фермената.

Четврта и пета фаза стварања угљоводоника односи се већ на **катагенезу** и у вези је са **термолизом и термокатализом**, а основни фактори који утичу на преображај органске материје су температура и каталитичко дејство неких минерала.

У четвртој фази, када температура расте нешто преко 50°C, при блажој термолизи или термокатализи, раскидају се кисеоничне и друге функционалне групе, дехидрогенују се циклични фрагменти геополимера, врши се диспропорционисање водоника као и деалкилација цикличних структура. Ове процесе прати и ослобађање метана, водене паре, угљендиоксида и других гасова.

У петој фази, на температурама око 100 °C и нешто вишим, **термокатализа доводи до битне деструкције геополимера**. Као последице процеса деструкције, изомеризације, диспропорционисања водоника и других процеса, долази до ставрања свих компонената нафте. То Васојевич назива **главном фазом**, а створене компоненте нафте назива **микронафтом**. Ова фаза се завршава када се потроше све материје у **матичним стенама** које су се могле преобразити у угљоводонике и друге компоненте нафте.

У зони стварања основне масе нафте, због присуства великих количина гасовитих материја, постојали су погодни услови за **миграцију** лакших угљоводоника из матичних стена у колекторске стене - у погодне геолошке структуре, које су се налазиле обично изнад зоне у којој се одвијала главна фаза генезе. Према томе, за стварање акумулација

нафте и гаса, истиче Васојевјч, најважнија су била два повезана процеса - **стварање основних компонената и њихова миграција**.

Током примарне и секундарне миграције дешавале су се велике структурне промене на првобитним конституентима нафте. Осим тога оне су биле могуће и на већ формираној нафти у самом лежишту, а у зависности од геохемијских и других услова. Управо таквим могућим променама и објашњавају се постојеће велике разлике у саставу и особинама нафти из различитих лежишта.

Због свега тога Васојевичев став је да се не може говорити само о органском пореклу нафте и гаса, већ и о њиховој седиментно-миграционој генези. Међутим, у вези са том хипотезом постоји још низ питања која треба детаљније разјаснити, а то подразумева проверу постојећих закључака и даља истраживања, на којима се још увек ради.

Најновије хипотезе о пореклу и генези нафте

Захваљујући најновијим истраживањима оствареним новим средствима и методама, уновије време се о пореклу нафте сазнало знатно више. Међутим, ни најновије хипотезе нисулишене научних спекулација и нису постале теорије. Према томе и данас су наша знања опореклу и токовима генезе нафте непотпуна.

За сада већина стручњака прихвата хипотезу о биогеном пореклу нафте. Нема потпуног слагања у погледу хемијског састава првобитног органског материјала.

Што се тиче основних компонената у матичном материјалу, мање или више постоји слагање да су то могли бити **протеини, угљени хидрати, липиди** и **лигнин**. Све те материје састоје се од угљеника, водоника и кисеоника, осим протеина који садрже још азот и у знатно мањој мери сумпор. Од свих споменутих органских материја, део протеина и угљених хидрата вероватно је био разложен у фази бактеријске активности у аеробним условима, а да су као стабилнији остали липиди и лигнин.

Постоји релативно слагање и да су процеси разлагања тог хетерогеног органског материјала почели дејством бактерија у аеробним условима, а да се, после мешања и прекривања слојевима неорганских седимената, наставило бактеријском активношћу у анаеробним условима. Сматра се да су анаеробне бактерије ферментацијом и сапропелизацијом претварале првобитни органски материјал у стабилне облике и тиме спречиле његово брзо разарање. Из тих сачуваних стабилних остатака органског материјала касније је процесима генезе, који су били сложени и дуготрајни, постајала тзв. **расејана нафта**.

Не постоји потпуно слагање у погледу степена и значаја бактеријске активности. **Брукс** је сматрао да су бактерије могле имати одређену улогу у раном периоду трансформисања органског материјала, али се не може тврдити да су сви нафтни угљоводоници постали само њиховом активношћу. По његовом мишљењу бактеријска активност у анаеробним условима довела је до **полутечног битумена и врло тешких нафти**, али биохемиски процеси и температура имали су већу улогу у стварању нафтних угљоводоника.

Зо-Бел (Zo-Bell) је у четвртој деценији 20. века вршио опсежна проучавања утицаја микроорганизама на генезу нафте. Утврдио је да бактерије опстају у сланим срединама и у условима високих хидростатичких притисака, на температури до 85°C. Велики број

живих бактерија нађен је не само у млађим морским наслагама већ и у природним нафтним резервоарима. Он је у приобаљу Јужне Калифорније испитивао расподелу бактерија у морским талозима по дубини. Утврдио је да укупан број аеробних бактерија опада са дужином, али да истовремено број анаеробних бактерија расте.

Занимљиво је мишљење неких геолога и геохемичара да анаеробне бактерије нису само учествовале у разлагању органских матичних материјала, већ да су изумирањем стварале нове количине биомасе које су се мешале са првобитном и градиле *сапропел* - матични материјал нешто другачијег састава. Тако насталим разликама у саставу матичних материјала објашњава се чињеница да не постоје две нафте једнаког хемијског састава особина.

Постоје мишљења да су анаеробни микроорганизми утицали на промене нафте и гаса у формираним лежиштима, што је имало за последицу стварање нафте различитих хемијских састава и различитих физичких особина. Томе у прилог наводи се чињеница да су неке анаеробне бактерије биле откривене у старим седиментима и у нафтама на дубинама од неколико хиљада метара

Занимљива је идеја неких стручњака који сматрају да нафта и гас нису поста преображајем првобитних органских материјала. Они су мишљења да су анаеробне бактерије потпуно потрошиле првобитне органске материје и да су изумирањем стварале потпуно нови матични материјал сапропелитског типа од којег су под дејством одређених фактора постали угљоводоници као конституенти нафте и гаса.

Неки сматрају доказаним да анаеробне бактерије могу да произведу водоник и да остваре хидрогенацију незасићених једињења, да из органске материје могу произвести метан, да редукују сулфате до водониксулфида па и до елементарног сумпора, да производе угљену и органске киселине, да разградњом органских једињења редукују кисеоник, сумпор, азот и фосфор. Једино није познато у каквом се обиму наведене реакције одвијају.

Неки су мишљења да су бактерије производиле огромне количине метана, који је у одређеним условима градио *наслаге хидрата*. Познато је да такве наслаге постоје испод леда у поларним областима и на дну неких мора али и у неким лежиштима око Каспијског језера. Као конкретни пример спомиње се подморје у области тзв. *Бермудског троугла*.

Данас већина истраживача ипак подржава хипотезу да су анаеробне бактерије имале значајног удела у трансформисању измешаног органског материјала у комплексну смесу, која се на већим дубинама, у одређеним геолошким и геохемијским условима, процесима поликондензације претварала у стабилну творевину коју неки називају *кероген*. Међутим, остаје отворено питање којим процесима је потом из керогена постала нафта. Доказано је да у неким седиментима и данас постоје чврсте материје у којима се налази висок садржај угљоводоника, које се нису претвориле у нафту.

Под појмом *кероген* подразумева се фосилизовани органски материјал изграђен од угљеника, водоника и кисеоника. Састоји се од једињења високих молекулских маса сложених структура. Хемијски је стабилан и не раствара се у органским растварачима. Уз *кероген* стварају се и извесне материје сличне битумену, које се растварају у органским

растварачима. На дубинама око 1000 метара из *керогена* се губио већи део кисеоника, ослобађали су сеугљендиоксид и вода, а у преосталим структурама повећавао се садржај угљеника и водоника.

У литератури се наводи **крекинг фосилизованог органског материјала** као једног од фактора који су учествовали у генези нафтних угљоводоника. Критичари су указивали да у дубљим деловима Земљине коре нису измерене температуре изнад 150°C и да се крекинг не може одвијати у таквим условима. (Мерењима је утврђено да температура расте по 1°C на сваких 20-30 м по дубини. То значи да би на дубини од 4000 м, могла бити између 140 и 150°C, а то није довољан услов за крекинг). Као доказ да није било крекинга, наводи се присуство: порфирина неких других органских једињења азота и сумпора у нафтама. а она су термички нестабилна и као таква би се на високим температурама разградила. Као конкретан пример наводи се да је дестилацијом нафте из Западног Тексаса, при температурама од 140-200°C, једна трећина сумпорних једињења била разграђена, уз ослобађање водониксулфида.

Медутим, присталице *природног крекинга*, позивају се на утицај природних катализатора који су се налазили у матичном матријалу и који су могли да сниже потребну енергију активације. Осим тога они тврде да су се реакције крекинга одвијале у танким, чак и у мономолекулским слојевима у примарним лежиштима. Њима у прилог иду претпоставке **Феша** и **Робертса**, да се под дејством високих притисака у лежиштима повећавало трење међу молекулима и да се због тога развијала фриксиона топлота која је погодовала разградњи органских материја до течних и гасовитих производа.

Раније се значајна улога у генези нафте приписивала високим притисцима. Међутим, према хемијским и термодинамичким подацима нема основе за претпоставку да су се у лежиштима под утицајем високих притисака сложене високомолекулске материје трансформисале у нискомолекулске. Вероватније је да би високи притисци више погодовали полимеризацији и укрупњавању молекула. Међутим, ако су високи притисци, као што мисли **Феш**, стварно изазивали високо трење међу молекулима и ако је због тога расла фриксиона топлота, која је омогућила крекинг, онда њихова улога није била безначајна.

Треба рећи да није мали број оних који сматрају да су важну улогу у генези нафте имале и стене као катализатори многих процеса, како у примарним лежиштима, тако и у току миграције па и у секундарним лежиштима.

Данас неки верују да је и радиоактивно зрачење могло имати одређен утицај на трансформисање органске материје у нафту. У лабораторијским условима доказано је да се бомбардовањем масних киселина алфа честицама могу добити парафински и нафтенски угљоводоници. Међутим, тешко је бранити такву хипотезу ако се зна да су дOMET и пробојност алфа честица мали. Осим тога зна се да је распрострањеност радиоактивних материја у Земљиној кори неравномерна.

Познато је да су за разлику од природних органских материјала, нафте богатије водоником а знатно сиромашније кисеоником. Садржај водоника у нафтама креће се у границама 11-14%, а кисеоника 0,05 -2,0%, док је у органским материјалима садржај водоника 7-10 %, а кисеоника око 10%. Судећи по овим подацима, поставља се питање како је дошло до снижења садржаја кисеоника и до пораста водоника. Неки тврде да је

водоник учествовао у процесу генезе нафте - у хидрогенацији, односно, у процесу редукције. Међутим, пошто се слободни водоник не налази у седиментима, поставља се питање његовог порекла. По неким водоник је био метаболитички производ анаеробних бактерија, а по другима, био је неорганског порекла и да потиче из дубине Земље. Можда су у праву и једни и други.

Леворсен је 1954. године прихватио идеју о улози водоника, није одбацио идеју о његовом неорганском пореклу, али му је била вероватнија могућност да су га производиле анаеробне бактерије. Други, међутим, поричу било какво учешће бактерија у процесима генезе нафте.

Једно од основних неслагања тиче се миграције и генетичких процеса током миграције. Поставља се питање да ли је било или није било миграције нафте. Ако је било, да ли се она одвијала само у оквиру једног природног резервоара, и да ли је она била само вертикална или и хоризонтална и до којих растојања. О тим феноменима постоје различите хипотезе али тачног објашњења још нема. Постоје бројна мишљења да је нафта од примарних до секундарних лежишта прелазила велика растојања али и потпуно супротна. као да се премештала само у оквиру једног резервоара. Наводе се примери само вертикалне миграције.

Као присталице миграције нафте на велика растојања спомињу се: *Архангелски, Кларк, Хотс, Крејчи-Граф, Моос, Ненисцики, Кремс, Вуљноф и наравно Губкин, Васојевич* и др. Присталице такозваног *месног порекла*, без миграције, били су: *Бартон, Траск, Калицки, Маљцев, Мак-Кој и Хлаушек*. Као примере он наводе нека лежишта нафте у Пољској и Румунији.

Треба рећи да је за многе још увек отворено питање шта је све утицало на миграцију - да ли високи притисци слојева у примарним лежиштима. да слана вода или гасови или сва три фактора у појединим фазама, да ли истовремено и у којој мери?

Велике разлике у хемијском саставу нафти из различитих лежишта већина истраживача објашњава (поред хетерогеног изворног органског материјала, температура, притисака, бактерија и катализатора, брзине и врста генетичких процеса), још и променама које су се дешавале током миграције.

Остаје отворено питање на који начин су се компоненте нафте кретале према садашњим лежиштима. Неки претпостављају да је то било слично подземним водама. Баркер је доказивао да се угљоводоници растварају у колоидним растворима електролита и да се крећу са водом као једнофазни систем. Према томе нафтна лежишта су могла постати екстракцијом и испирањем угљоводоника из стена помоћу подземних вода. Како је растварање и излучивање угљоводоника селективан процес, то је могло имати за последицу разлике у садржајима појединих угљоводоника у седиментима и у нафтама. Ако је то заиста тако, мишљења су неких, онда би се на темељу разлика у садржају неких једињења у нафтама, са једне стране, и у старијим и млађим седиментима са друге, могли тражити одговори на питање какве су природе биле првобитне материје из којих је постала нафта.

Биолошки маркери

Геохемичари и органски хемичари данас су заокупљени трагањем за тзв. **биолошким маркерима** као доказима биогеног порекла нафте и гаса.

По дефиницији "Биолошки маркер мора поседовати структуру која се може повезати са познатом супстанцом биогеног порекла али и стабилност према разградњи у одређеним геолошким условима током дугих геолошких периода, без вероватноће да може постати неболошким путем".

Присталице биогеног порекла нафте и гаса у новије време наводили су многа једињења изолована из нафте, која по структури, како кажу, корелирају са једињењима биолошког порекла - **биолошким маркерима**.

Када је **Трибс (Triebs 1936)**, открио у нафти, природном асфалту, шкриљцима и у озокериту, **порфирина - материје сличне биљном хлорофилу и животињском хемоглобину** - сматрало се да је пронађен поуздани биолошки маркер. Томе у прилог ишла су и открића полицикличних угљоводоника чије су структуре сличне структури стероида, а за најпоузданији доказ биогеног порекла нафте сматрано је откриће оптички активних материја. Али пођимо редом.

Када је **Ердман (Erdman, 1961)** експериментално доказао да се бетакаротин при температури од 119°C разлаже на серију ароматичних угљоводоника - *толуен, м-ксилен, диметилнафтаген и триметилциклохексадиен*, претпостављало се да су нижи ароматични угљоводоници нафтама могли делимично постати од каротиноида под одређеним геолошким и геохемијским условима.

Када је утврђено да се у млађим седиментима налазе аминокиселине, а да их у нафтама и у старијим седиментима нема, сматрано је доказом да су нижи угљоводоници постали дезаминацијом и декарбоксилацијом аминокиселина.

За асфалтне материје, које се претежно састоје од неугљоводоничних једињења, сматра се да су постале од различитих изворних материјала. За полицикличне структуре праматерија је могла бити целулоза, за алифатичне компоненте лигнин, а за хетероциклична једињења са азотом, сматра се да потичу од пурина или пиримидина. По овој шеми сумпор је ушао у току процеса генезе.

Из свега произилази да су **угљени хидрати, липиди, протеини и неки пигменти**, могли бити основне материје од којих је постала нафта, а они су биогеног порекла. Међутим, са становишта органске геохемије, од свих набројаних само **липиди**, због своје стабилности, могу послужити као **биолошки маркери**, делимично и неки пигменти који су били стабилни према разградњи у геолошким условима и као такви заостали у нафти или у седиментима, док други нису оставили такву врсту трагова.

Присталице абиогеног порекла нафте, као своје доказе, наводе синтезу аминокиселина, пурина и пиримидина из мешавине *водоника, метана, амонијака и воде* као основних ма:е- а за које се верује да су биле главни састојци првобитне Земљине атмосфере. Ова и слични примеринаводе се као могућност да су неки биолошки маркери и друге супстанце, за које се тврди да су искључиво биогеног порекла, могли постати и неблогеним путем. Према томе, ако аминокиселине и друга једињења могу постати

синтезом из неорганских компонената: значи да се не могу сматрати биолошким маркерима, односно, поузданим доказима порекла нафте.

Када су у млађим нафтама откривени **изопреноиди**, сматрало се такође да су пронађени поуздани биолошки маркери. Чињенице да их у старијим нафтама није било тумачене су старошћу или степеном остварености завршних фаза генезе у току којих су били трансформисани. Међутим, радовима **Нате** (*Natta*) и сарадника на полимеризацији пропилена, бутадиијена, изопрена и других алфаолефина и диолефина, у присуству органометала као катализаторе, добијени су докази да се и неболошким путем могу добити типичне полиизопреноидне структуре. Открићем стереорегуларне полимеризације уз помоћ **Циглерових** (*Ziegler*) катализатора, потпуно је доведен у питање значај изопреноидних једињења као биолошких маркера.

Оптичка активност нафте откривена је доста рано али јој се није придавао већи значај. Тек је **ВВалден** 1906. год. претпоставио да она може бити повезана са биолошким пореклом нафте. У каснијим радовима спомињу се често стероиди као могуће изворне материје.

Меур и сарадници утврдили су (1938) значајну оптичку активност у нафти из Оклахоме у фракцијама опсега $C_{23} - C_{34}$.

Алекперова и сарадници доказали су (1963) постојање оптички активних једињења у једној руској нафти у фракцијама које кључају у границама 60-95°C, и 575 - 600°C. Бројним испитивањима утврђено је да највећи број нафти ротира раван поларизоване светлости у десно. Међутим, неке фракције нафти из Азербејдана ротирале су у лево.

Код тешких асфалтних нафти оптичка активност креће се од +1 до + 5 степени на дециметар дебљине слоја, а код нафти из старијих налазишта знатно је мања, креће се од +0,2 до + 0,4 степена. Због тога се оптичка активност користи за утврђивање старости нафте.

Може се рећи да оптичка активност комплексних смеса, какве су нафте, не даје довољно података о њиховом биогеном пореклу и генези јер се ради о адитивној особини, што значи да се мерењем добија збирна ротација више различитих супстанци, а не добија се увид у конфигурацију појединачних једињења која би се могла сматрати биолошким маркерима. Да би се одредило порекло оптички активног једињења, оно се мора изоловати у чистом стању, утврдити његова конфигурација и упоредити са конфигурацијом једињења од којег је постало. То није лако када се ради о тежим фракцијама нафте, које карактеришу и највеће ротације

Пошто су оптички активна једињења нађена и у лаким и у тежим фракцијама нафте, дакле у широком распону молекулских маса, те да ротација може бити и негативна и позитивна, може се закључити да та особина не потиче само од једне врсте првобитне материје, нити само од једног типа оптички активних једињења.

Када је после обраде више узорака нафте сумпорном киселином, констатовано да се специфична ротација није мењала, закључено је да је оптичка активност везана за нафтенске структуре, односно за циклоалкане.

Може се закључити да је од свих набројаних метода за утврђивање биогеног порекла органских једињења најпоузданија стереохемијска. Она је раније најмање коришћена зато

што није било доступних апарата за одређивање релативно малих ротација поларизоване светлости какве су карактеристичне за многе нафте. Други разлог је што су се ротације мериле најчешће у подручју жуте натријумове линије (Д), а то је подручје у коме се добија најмање информација о стереохемији оптички активних једињења. У новије време спектрополариметри омогућују мерење ротације реда величине неколико хиљадитих делова степена у опсегу 200 - 600 нанометара.

Комбиновањем хроматографске технике и других савремених метода, вероватно ће моћи да се изолују из нафте и нека оптички активна једињења сложеније структуре и да се одреде њихове тачне конфигурације и генеза. Осим тога полариметријска метода би требало да постане једна од најбржих за утврђивање старости нафте и седимената, а то ће, уз остале геохемијске параметре, омогућити ефикасније истраживање нафтних лежишта.

Резултати досадашњих истраживања

1. Утврђено је да се старост нафте и гаса и старост колекторских стена не морају увек поклапати - нађене су старије нафте у млађим колекторским седиментима и обрнуто. То се објашњава различитим геотектонским променама у Земљиној кори током дуге геолошке историје Земље и миграцијама нафте и гаса кроз седиментне стене.
2. Лежишта нафте и гаса претежно се налазе у седиментним стенама маринског порекла чија се старост креће од Прекамбрије до Плеистоцена. Карактеришу их одређена структура замке, порозност и пропустљивост. За ретка налазишта у континенталним седиментима сматра се да су вероватно формирана миграцијом нафте и гаса из маринских лежишта.
3. Генеза нафте и гаса одвијала се у анаеробним условима, у редукционој средини, о чему сведоче присутни **порфируни** и сличне материје које нису разграђене, као и низак садржај једињења кисеоника (свега 0,05 -2%).
4. Температура у лежиштима кретала се око 100°C- у неким дубоким и до 150°C, о чему такође сведоче присутни **порфируни** и нека друга једињења азота и сумпора, која би се иначе на вишим температурама термички разградила.
5. За разлику од температура, притисци у лежиштима варирају у широким границама (100 - 68.000 кРа тј. 1 -680 бара).
6. Нафта је веома сложена, нехомогена и нестандартна мешавина угљоводоника и неугљоводоника различитих молекулских маса и структура. Хемијски састав и физичке особине разликују се од лежишта до лежишта, што се тумачи различитим изворним материјалима и различитим геолошким и геохемијским условима под којима се генеза одвијала.
7. Без обзира што се нафте из различитих поља разликују по хемијском саставу, (по садржају супстанци различитих молекулских маса), утврђено је да им је елементарни састав доста уједначен: Садржај угљеника креће се у опсегу 83-87%, водоника 11-14%, а једињења сумпора, азота и кисеоника око 5% укупно.

8. Скоро све нафте су оптички активне. Већина обрће раван поларизоване светлости десно, неке обрћу и лево, а врло је мали број оптички неактивних. Оптичка активност и данас се сматра доказом да је нафта биогеног порекла.
9. Мада се сматра да не постоји очигледна зависност између хемијског састава нафте и геолошке формације у којој се она налази, опширнија упоредна испитивња омогућила су формирање два правила:
 - када се лежишта нафте налазе у два нивоа (једно изнад другог), а различитог су састава, обично се парафинска (лакша) нафта налази у дубљем слоју.
 - у палеозојским лежиштима преовладавају парафинске (лаке), а у терцијерним чешће се срећу теже нафте са цикличним структурама.

Питања без потпуних одговора

Творци различитих хипотеза бране своје ставове узимајући у обзир само резултате својих истраживања, а занемарују питања на која не постоје коначни одговори. Нека од таквих питања без задовољавајућих одговора су:

1. Каквеје природе и каквог је хемијског састава стварно био примарни материјал од којег су нафта и гас постали?
2. У каквом облику, у каквим геолошким структурама и у каквим условима се примарни материјал концентрисао у примарним лежиштима и где се та лежишта налазе?
3. У каквим геолошким и геохемијским условима је текла генеза; о каквим се процесима ради; колико дуго су трајали; којим редом су се одвијали и да ли су на свим местима ти процеси текли истим редом?
4. Да ли су на процесе преображавања примарног материјала подједнако или неједнако утицали температуре, притисци, анаеробне бактерије, различите стене као катализатори и радиоактивно зрачење, или неки од тих фактора нису утицали уопште?
5. Да ли је нафта уопште мигрирала из примарних лежишта у секундарна, а ако јесте колико далеко и колико дуго је то трајало?
6. Које силе су утицале на миграцију и да ли су се и какве су се промене дешавале током дуготрајних миграција?
7. Када, под каквим условима и на који начин су се формирала данашња нафтна и гасна лежишта?
8. Како објаснити велику геолошку и географску распрострањеност лежишта нафте и гаса широм планете Земље? Да ли је било могуће да толико велике количине нафте и гаса постану само од остатака изумрлог зоо и фитопланктона, односно, од остатака изумрлих биљака и животиња?
9. Да ли су анаеробне бактерије могле стварно да произведу тако велике количине водоника потребног за редуковање (хидрогенацију) огромних количина органског матичног материјала?

10. Да ли се процеси стварања нафте одвијају и данас, каква је примарна материја, у којим се геолошким структурама то дешава и под каквим условима?

11. Да ли се могу потпуно одбацити хипотезе о абиогеном пореклу угљоводоника ?

Поред обиља података до којих се дошло досадашњим истраживањима, већина научника слаже се да није лако дати потпуне и коначне одговоре на сва постављена питања. Као што се види, она нису само академска; сваки потпунији одговор био би значајан и за науку и за праксу - олакшао би истраживање и откривање нових економски значајних лежишта и прецизније лоцирање бушотина, а допринео би и економичнијој производњи.

Генеза нафте и гаса сигурно се одвијала преко низа сложених процеса и вероватно не по неком устаљеном редоследу. Постоји вероватноћа да су се под утицајем температуре и притиска више пута вршиле промене агрегатних стања - из течног у гасовито па поново у течно, при чему су се истовремено вршила и премештања - миграције флуида, а вероватно и промене хемијског састава. Све то отежава разјашњења и подразумева нова систематична истраживања, као и сарадњу научника различитих струка.

Можда ће нека нова свемирска истраживања потврдити абиогене а оповргнути досадашње хипотезе, или ће их на неки начин помирити? Само историје ради, овде су наведена имена неких научника који су у различитим временима и са различитим знањима, развијали и заступали једну од три групе хипотеза

Творци и присталице хипотеза о животињском пореклу нафте били су: Енглер (1888), Хоефер (1888, 1899, 1906), Андрусов (1890), Жалозецки (1891). Закар Фиге (1895), Геислер, Оксениус (1896), Шајноха (1899), Стал (1903), Ракузин (1906). Кабајаши (1921), Мак-Фарлан (1923), Петров (1930).

Хипотезе о биљном пореклу нафте заступали су Ломоносов (1757-1763), Беролдингер (1778), Реиенбацх (1834), Валл и Кригер (1860), Лесли, Госцхтетер, Бертело (1865), Романовски, Кастендин (1873), Виндакевич (1875). Креиз (1881), Пеифер (1882), Бертран и Рено (1893), Ите, Фиге (1895), Белени (1896), Штал (1899), Калицки (1916), Зелински (1919), Тиссен (1925), Стадников (1929).

Компромисне хипотезе о мешовитом пореклу нафте заступали су: Хенкел (1725), Хауетт (1794), Борн (1843), Њиберн (1859), Хунт (1863), Лесли (1865), Шелер (1877), Ашбернер, Бриаф\ Нелдене (1883), Кремер, Енглер (1888), Ортон (1889), Зубер (1898), **Потоние** (1903), Михајловскиј (1906), **Хоефер** (1907), Андрусов (1908), **Губкин** (1916, 1932), Брод, Јероменко, Добрањскиј, Васојевич (1953), Леворсен (1954).

Меду њима су и неки већ спменути у претходним групама који су променили мишљење и прихватили хипотезе о мешовитом пореклу нафте.

3. Стадијуми у формирању нафте (биогена теорија)

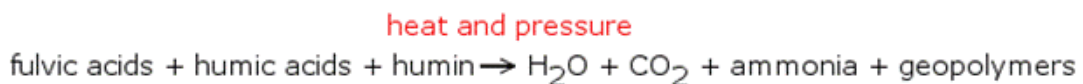
3.1. Први степен у формирању нафте, стварање хуминских материја од изумрлих микроорганизама

Биогена теорија о настанку нафте, тврди да је нафта је фосилно гориво, што значи да потиче од остатака органског материјала. Другим речима, нафта настаје низом хемијских реакција које се дешавају у материјалу који је некада био жив. У већини случајева нафта потиче од зоопланктона или алги који су насељавали дно мора или језера, а затим закопани испод наноса. Талог је обезбедио да нема кисеоника, и да се степен разлагања заустави на формирању уља, и да не дође до потпуног разлагања. У већини случајева, органска материја пролази кроз неколико промена које се хиљаде или милионе година.

Микробиолошком деградацијом мртвих биљака формира се хуминска материја. Она је веома отпорна на даљу биодеградацију. Прецизне карактеристике и састав хуминских материја зависи од воде или карактеристика земљишта. И поред извесних разлика, просечне особине хуминских супстанци из различитих извора су изузетно сличне. Хуминске материје у земљи и седиментима могу се поделити на три главне фракције: хумидну, фулво киселину и хумин. Код доказивања хумидне и фулво киселине оне се екстрахују из земљишта и других извора као колоидни сол (Сол је тип колоида код кога су чврсте честице суспендоване у течности), јаким базним раствором натријум или калијум хидроксида. Хуминска киселина се таложи из овог раствора подешавањем рН до 1, са хлороводоничном киселином, остављајући фулво киселине у раствору. Ово је оперативна разлика између хуминских и фулво-киселина. Хумин је нерастворљиву разблаженој алкалији.

Даљим гомилањем депозита хуминске материје, уз високу температуру и притисак, органске супстанце се конвертују у „воштану“ супстанцу, која се зове кероген. Кероген, прелазни облик из хуминских материја у нафту, тренутно се експлоатише процесима хидрауличкох фрактурирања (Hydraulic fracturing, or fracking) и накнадним хемијским и термичким поступцима, конвертује се у нафту и природни гас.

Кероген је формирана у процесу који се зове дијагенеза (Diagenesis), хемијски облик од којих је наведено у следећој реакцији.



Diagenesis буквално значи "два порекла", и то је промена седимената или постојећих седиментних стена у другачије седиментне стена током и након формирања стена (lithification), на температурама и притисцима мањим него што је потребно за формирање метаморфних стена [1]. То не укључује атмосферско дејство, него само било какву хемијску, физичку, или биолошку промену коју је претрпео депозит након његовог првобитног таложења, након његове литификације (lithification). Овај процес искључује површинске (временске) промене и промене минерала или геолошке структуре (metamorphism). Ове промене дешавају у релативно ниским температурама и притисцима и да би довеле до промена у оригиналној минералогiji стена и текстури. Не постоји

оштра граница између дијагенесе и метаморфизма, али се уопштено може рећи да се метаморфизам јављана вишим температурама и притисцима.

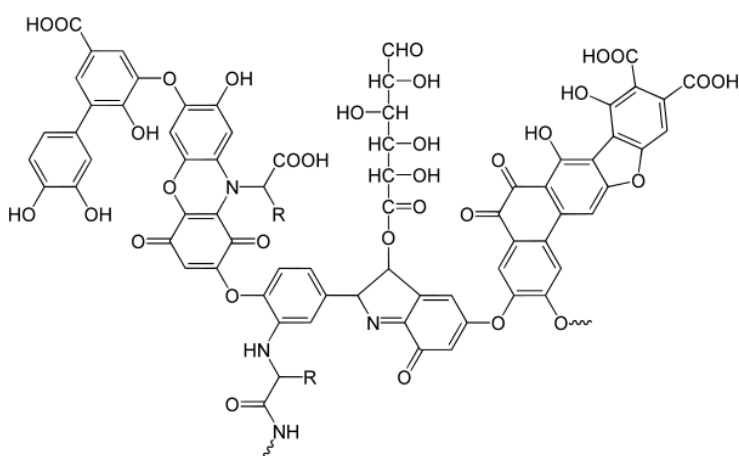
У суштини, топлота и притисак разарају органска једињења као што је Хумин (не Хуман) и органске киселине, липиде, протеине, и угљене хидрате. Као резултат ове реакције, формирају се дуги угљоводонични ланци, који се називају геополимери (geopolymers). Ови геополимери су основа керогена. Дијагенеза је критична механизму формирању угља и само је први од неколико процеса неопходних за претварање чврстих угљоводоника у течну нафту.

За стварање процес стварања течних или гасовитих угљоводоника од керогена, потребна је виша температура и време. Потребна је комбинација високе температуре и притиска, јер је ово ендотермни процес, познат као пиролиза угљоводоника. Понекад се овај процес подводи под процесе крековања, што такође, добро одсликава његову природу.

Пиролиза угљоводоника је неповратна, што значи да када се формира течан угљоводоник, он не може да се конвертује назад у чврсти облик. То је разлог зашто нафтни депозити могу постојати испод површине земље милионима година непромењеним. Течни угљоводоници су, заиста, само формирани разбијањем дужих угљоводоничних ланаца. У хемији постоји опште правило, да је за већи молекул, вероватније је да буде чврста, а за мањи да буде течност или гас. Дуги угљоводонични ланци су чврсти, средњи ланци (5 -25 атома угљеника) су течност, а најкраћи (мање од 5 атома угљеника), имају тенденцију да буду гасови. Зато је бензин са 7 или 8 атома угљеника течност, а метан, са само једним атомом угљеника, је гас.

Крекинг се користи у индустрији за стварање различитих производа, од дрвеног угља, угљеничних влакана и биогорива. Процес се често користи у рафинеријама нафте за разбијање мање вредних молекула лож уља (25 атома угљеника по ланцу просеку) у мање, вредније 7 и 8 ланчане молекуле који се могу продати као бензин.

Фулво киселина (**fulvic acid**), једна од две врсте природних киселина органских полимера, (спада у групу хуминских киселина) која се може издвојити из хумуса који се налази у земљишту, седименту, или воденом окружењу. Његово име потиче од латинске фулвус, и



Слика.....: Хуминска киселина, Example of a typical humic acid, having a variety of components including quinone, phenol, catechol and sugar moieties^[1]

указује своју жуту боју. Ова органска материја је растворна је у jakim киселинама (pH = 1) и њен се просечни може описати хемијском формулом $C_{135}H_{182}O_{95}N_5S_2$. Однос водоник-према-угљенику, већи од 1:1 показује мање ароматски карактер (тј., мање бензенских прстенова у структури), док је кисеоник-према-угљенику однос већи од 0.5:1 показује више кисели карактер него у другим органским фракцијама хумуса (на пример, хуминске киселине,

друге природне киселине органских полимера који се може издвојити из хумуса). Његова структура се најбоље може окарактерисати као лабава скупина ароматских органских полимера са многим карбоксилних група (COOH) које ослобађају водоникове јоне, чиме долази до стварања честица код којих долази до промене наелектрисања, на различитим месима на јону. Посебно је реактивна са металима, формирајући јаке комплексе са Fe³⁺, Al³⁺, and Cu²⁺, што доводи до повећања њихове растворљивости у природним водама. За фулво киселину се верује се да је производ микробног метаболизма, иако није синтетисана као угљеник од живих бића, или као извор енергије.

Хуминска киселина (Humic acid) је главна компонента хуминских супстанци, које су главни органски састојци земљишта (хумуса), тресета, угља, и многих водених површина и токова. Она је добијена биодеградацијом мртве органске материје. То није једна киселина; него представља комплексну мешавину многих различитих киселина које садрже карбоксилне и фенолне групе, тако да смеша понаша функционално као двобазне киселине или, повремено, као трибазна киселина. Хуминске киселине могу формирати комплексе са јона који се обично налазе у окружењу стварајући хуминске колоиде. Хуминска и фулво киселина (фулво киселине су хуминске киселине ниже молекулске тежине и већим садржајем кисеоника од других хуминских киселина) се обично користе као додатак земљишта у пољопривреди, а у мањој количини, обично, као додатак људској исхрани. Фулво киселина се може наћи у течном облику као компонента минералних колоида. Фулво киселине су поли-електролити и јединствени су колоиди који дифундују лако кроз мембране, док сви остали колоиди не. Синтеза фулво киселине се врши по реакционом поступку, који укључује селективну озонизацију од 9-propenylpyranobenzopyran, који је добијен региоселективном циклизацијом 2-methylsulphinylmethyl 1,3-dione. [2]

3.1.1. Кероген

Кероген се обично дефинише као тај део органске материје присутне у седиментним стенама која је нерастворљива у обичним органским растварачима. Растворљив део, органске материје назива се битумен. Недостатак растворљивости је директна последица величине молекула керогена, који имају молекулске масе од неколико хиљада или више. Сваки кероген молекул је јединствен, јер има «пачворк» структуру, формирану случајном комбинацијом многих малих молекуларних фрагмената. Хемијске и физичке карактеристике керогена су под јаким утицајем врсти биогених молекула од којих се формира кероген и диагенетичких (diagenetic) трансформација тих органских молекула.

На састав керогена утичу и термички процеси сазревања (catagenesis and metagenesis) који мењају оригиналну структуру керогена. Subsurface загревање изазива хемијске реакције којима се од керогена одлеме мали фрагменти керогена као молекули нафте или гаса. Преостали керогени такође ће претрпети значајне промене, које се огледају у њиховим хемијским и физичким особинама.

Претварање и очување органског материјала одвија се како вријеме пролази, а с повећањем дубине повећава се температура и притисак у седимантима. У еволуцији органског материјала постоје три главне фазе које одговарају дубини на којој је он био закопан и то:

- **дијагенеза**, која се одвија у плитким подповршинским условима при нормалним условима температуре и притискаа, метан, угљен диоксид и вода стварају се из органског материјала затим,
- **катагенеза** појављује се на већим дубинама како се закапање наставља уз повећање температуре и притиска те,
- **метагенеза** настаје уз високе температуре и притиске, угљиководоници који се стварају је метан. На већим дубинама уз повећање температуре долази и до повећане растворљивости и поликондензације, што је омогућило претварање органског материјала у кероген.

Катагенеза (catagenesis) је термин који се користи у нафтној геологији да опише крекинг процес који резултира у конверзији органских керогена у угљоводонике.

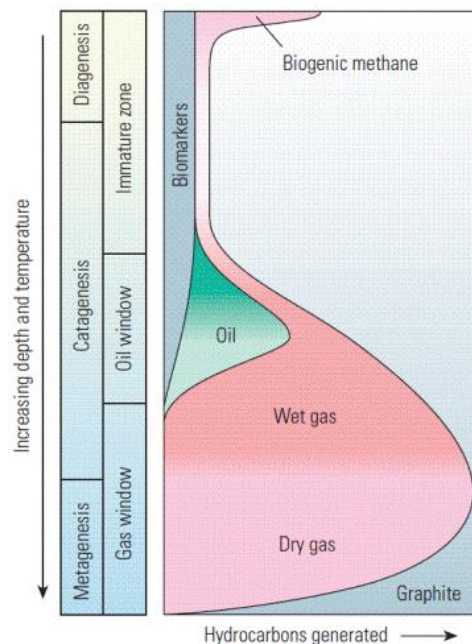
Метагенеза (metagenesis) је последња фаза сазревања и конверзије органске материје до угљоводоника. Метагенеза јавља на температурама од 150° до 200°C . На крају метагенезе, као производ су створени метан, или суви гас, као и не-угљоводонични гасови: CO₂, N₂, и H₂S. Ово све је производ крековања уљних молекула, на молекуле гаса. (ShaleGas, гас шкриљаца)

Диагенетичка и катагенетичка (Diagenetic и catagenetic) историја керогена, као и природа органске материје из којег је формиран, снажно утичу на способност керогена да створи нафте и гаса. Основно за разумевање природе настанка нафте и гаса је разумевање како се формира кероген и како се трансформише. На основу података везаних за природу његовог настанка и количину, долази се до података како и где се генеришу угљоводоници, да ли су ови угљоводоници углавном нафта или гаса, и колико се може очекивати нафте или гаса.

Термин кероген је првобитно скован да опише органске материје у уљним шкриљцима који дају уље које се може процесом екстракцијеразложити у синтетичку нафту, сличну природној нафти. Овај процес у себи садржи процесе пиролизе, хидрогенизације, или термичког растварања (thermal dissolution).

Данас се појам кероген користи за описивање нерастворљивог органског материјала, из угљева и уљних шкриљаца. као и за дисперговану органску материју у седиментним стенама. Количина органске материје везаног у облику керогена у седименту је далеко већи него да је у живим организмима или у економски исплативих акумулацијама угља, нафте и природног гаса.

Угаљ је подкатегија керогена. Хумински угаљ најбоље показује како се кероген формира, углавном од земљишних биљака без много минералних материја. Угаљ од алги (boghead) је формиран у срединама где су извори фитопланктона недовољне, као и кречњачке и силикатне скелетне компоненте. Уљни шкриљци, имају више минералних



материја од угља од алги, јер су неким од неорганичних матрица често допринели сами алге. Угаљ и угљених шкриљаца стога треба само гледати као седиментне стене које садрже посебне врсте керогена у врло високим концентрацијама.

3.1.1.1. Формирање керогена

Процес формирања керогена почиње током старење организама, када започиње хемијска и биолошка деструкција и трансформација органских ткива. Велики органски биополимери који имају уређену структуру (протеини и угљени хидрати, на пример) су делимично или потпуно расформирани, а појединачни саставни делови су уништени или су искориштени за изградњу нових геополимера; ови велики молекули (геополимери) немају регуларну, или биолошки дефинисану структуру.

Ови геополимери су прекурсори за кероген, али још нису прави кероген. Мањи молекули геополимера, се најчешће зову фулвио киселина (*fulvicacids*), мало већи хуминска киселина (*humicacids*), а још већи хумин (*humins*). Прави кероген има много веће молекуле од ових геополимера, а ти молекули у развијеном облику имају дужине од десетине до стотине метара.

Детаљан хемијски поступак формирања керогена није у потпуности дефинисан. Углавном се каже да се кероген формира дијагенезом, што резултира губитком воде, угљен-диоксида и амонијака из оригиналних геополимери.

Ако у седиментима долази до смањења садржаја анаеробног сулфата, и ако су седименти осиромашени у тешким металним јонима (Све што се често дешава у не-кластичким стенама, ретко важи код шкриљаца), велике количине сумпора могу се укључити и постати кероген структура. Количина сумпора у основној органској материји је врло мала. Двоструке угљеничне везе (C=C) које су врло реактивне, се конвертују у засићених или цикличне структуре. Кероген који има висок садржај сумпора, формира нафту раније, ина нижим температурама, него друге врсте органских материја. То је зато што се атомске везе између угљеника и сумпора „кидају“ много лакше него везе угљеник-кисеоник.

Реакције које доводе до формирања кероген формација конкурентне су оксидативним процесима који доводе до уништења органске материје. Већина органских оксидација у седиментним срединама је микробно посредована. Микроорганизми воле да нападају мале молекуле које су биогеног, или барем изгледају врло слично као биогени молекули. Геополимери су више или мање имуни на бактеријске разградње, јер бактеријски ензимски системи не знају како да их нападну. У оксидационим окружењу; многи од малих биогених молекула бактерија нападају, нападају органски материјал, што се дешава пре него што он може да формира геополимере. У окружења са ниским садржајем кисеоника (Смањење), насупрот томе, пригушује се ниво бактеријске активности, што омогућава више времена за формирање геополимери и, самим тим, боље очување органске материје.

На основу овога се може закључити да се кероген формирана у редукционим условима, и да се формира од фрагмената многих врста биогених молекула. Кероген који је формиран под оксидационим условима, насупрот томе, углавном садрже најотпорније врсте биогених молекула који су игнорисани од стране микроорганизама током дијагенезе.

Све стене које се налазе на Земљиној површини могу постати седиментне стене. Снага ветра, кише, снега, леда и комбинација тих параметара доводи до рушења, распадања, и померања стена на површини. настале честице могу, евентуално да се талоче и да постану чврсте стене.

Седиментне стене нам говоре о геолошкој прошлости Земље. Они могу да садрже фосилне остатке, и на основу тих остатака да нам дају слику о животињама и биљкама, као и клими у тој области. Седиментне стене су значајне, јер се у њима налази вода за пиће, као и нафта и гас.

На основу природе настанка седиментне стене се деле на кластичне и не-кластичне. Кластичне седиментне стене формиране метеоролошким процесима разбијања камења под утицајем ветра, леда и воде у шљунак, песак или глину. Кластични и не-кластичне седиментне стене су једине стене које садрже фосиле. Кластични седиментне стене су названи према величини зрна честица седимента.

Не-кластичне (**Nonclastic**) седиментне стене формирају се хемијским реакцијама, углавном у океану. Не-кластичне седиментне стене су названи према минералу који садрже:

Кречњак (**Limestone**), састављена од минералне калцита, може да садржи морске фосиле; формиран је таложењем из воде

Камена со (**Rocksalt**), састоји од минералних халита (со); формирана испаравањем

Камени гипс (**Rockgypsum**), састављена од минерала гипса; формирана испаравањем

Кремен (**Chert**), састављен од микроскопских минералних зрна кварца; веома је тврд са оштрим ивицама

3.1.1.2. Састав керогена

Пошто је сваки молекул керогена јединствен, општа формула није могућа и проблематична је детаљна дискусија о његовом хемијском саставу. Чак и ако би такав опис био могућ, то не би било од великог значаја за геолошка истраживања. Много је једноставније и има много већу практичну вредност увођење опште методе у којој се кероген типизира преко свог бруто састава и његове способности да генерише угљоводонике. Један од начина је класификација керогена у неколико општих група.

Отприлике, пре деценије су истраживачи из Француског института за нафту, развили корисну шему за опис керогена, а ова шема се данас користи, као опште прихваћен стандард. Они су идентификовали три главне врсте керогена (назване: Типови I, II, и III). Ови типови су изведени на основу хемиских карактеристика и природе организама од којих је кероген настао. Накнадним истраживањима су утврдили и Тип IV керогена.

Тип I (**Sargopelic**) керогена, је прилично неуобичајен јер је добијен од од не-морских алги и бактерија које су расле у древним језерима. Посебно су за овај Тип керогена карактеристична аноксична језера (мање од 5 ppm раствореног кисеоника у води).

Најпознатији узорак су нафте из уљних шкриљаца из Грин Ривер Шел (**the Green River Shale**), из средине еоцена (**Eoceneage**), из Вајоминга, Јуте и Колорада. Велики интерес везан за ове депозите, довео је до многих истраживања керогена из шкриљаца у Грин Риверу, што је изазвало много већи публицитет од његовог општег геолошког значаја.

Поред ових налазишта, нафте са са Далеког истока и из централне Африке настале су од Типа I керогена. Тип I керогена има висок генеративни капацитет за течне угљоводонике.

Тип II (Planktonic) керогена настаје из неколико веома различитих извора, укључујући и морске алге, полен и споре, воскови са листова биљака фосилна смола. Највећи извор Тип-II керогена, су ипак, диатоми и други облици морског планктона. Заступљеност ове врсте керогена је највећа, јер и друге врсте планктона, као и бактерије које се хране трулим планктонима, чине већину керогена у многим стенама које садрже нафту у другим деловима света.

Генерално се може рећи да су различити Тип II керогена груписани заједно, и упркос њиховим веома различитим пореклима, сви имају велике могућности да генеришу течне угљоводонике. Већина Тип II керогена се наћи у морским седиментима депонованим под редукционим условима. Стварању овог керогена доприносе и липидне бактеријске ћелије.

Тип III (Humic) керогена се састоји од земаљског органског материјала (terrestrial), којих нема у мастима или воскастим компонентама. Целулоза и лигнин су главни учесници. Тип III керогена има много нижи капацитета генерисања угљоводоника него Тип II, осим у случају да је помешан са Типом II.

Тип IV керогена садржи углавном прерађене органске отпатке и високо оксидован материјал различитог порекла. За њих се генерално сматра да у суштини немају изворни потенцијал за стварање угљоводоника.

Два последња типа керогена чије је порекло од копнених биљака не формирају кероген погодан за формирање нафте. Тип- IV (Residue) керогена, који се састоји углавном од дрвених остатака копнених биљака. формира угаљ, док меки делови, углавном споре и полен, формирају Тип- III кероген, који је склон формирањугаса. Сакраменто басен у Калифорнији садржи стене које првенствено садрже Тип III керогена, па Сакраменто долина има много поља гаса са врло мало нафтних поља.

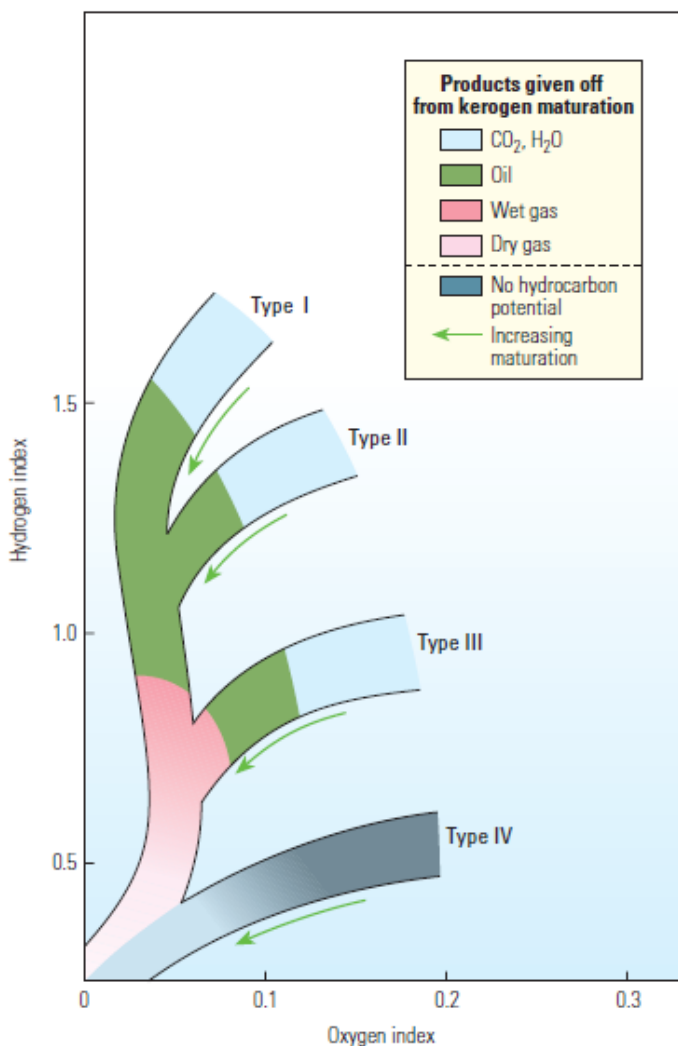
Садржај водоника код «незрелих» керогенс (изражено као атомски однос H/C) у корелацији је са врстама керогена. У «незрелом» стању Тип I (алге) кероген има највиши садржај водоника Зато има мали садржај незасићених аромарски прстенова. Тип II (липидни) кероген, такође има висок садржај водоника. Тип III (хумински) кероген, за разлику, од предходна два има нижи садржаја водоника јер садржи велику концентрацију ароматских једињења. Тип IV керогена, који углавном садржи полициклична ароматска једињења има најнижи садржај водоника.

Са типовима керогена варирају и хетероатомски састави. Тип IV керогена је високо оксидисан и због тога садржи велике количине кисеоника. Тип III керогена, такође има висок садржај кисеоника јер је формиран од лигнина, целулозе, фенола, и угљених хидрата. Тип I и Тип II, керогена, на супрот томе, садрже далеко мање кисеоника јер су формиран од липида материјала који су сиромашни кисеоником.

Садржај сумпора и азота у керогену, је такође промењив и у неким случајевима међусобно повезан. Азот потиче, углавном, из протеинске материје, која се брзо распада током дијагенезе. Због тога је, већина керогена са високим садржајем азота, депонована у

аноксидним условима, у којима је дијагенеза ограничена. Због тога што угљени хидрати и лигнин садрже мало азота, највише терестриалних керогена има низак садржај азота.

Насупрот томе, керогенски сумпор, највећим делом потиче од сулфата, и смањују га анаеробне бактерије. Керогени са високим садржајем сумпора (и угаљ) су скоро увек је повезани са морским таложења, јер свеже воде обично имају низак садржај сулфата. Сумпор је само инкорпориран у кероген у великим количинама, где је велико смањење сулфата и где нема Fe^{2+} јона (богат органским материјама, аноксични услови, мора, не-кластични седименти). Многи керогени са високим садржајем сумпора, имају и висок садржај азота.



VanKrevelen (хемичар и професор технологије горива на ТУ Делфт) осмислио је дијаграм који се може користити за процену порекла и зрелости керогена и нафте.

У дијаграму је дати атомски односи водоника: угљеник (индекс водоника) као функција кисеоника: угљеник (индекс кисеоник). Индекси који се утврђују у техникама пиролизе: водонични индекс (ХИ) што представља количник пиролизирајућих угљоводони-ка и **ТОС** и индекс кисеоника (ОИ) која је количник пиролизирајућег угљен-диоксида и **ТОС**.

Различите врсте органских материја имају различиту склоност ка производњи нафте, током процеса сазревања, док су други склонији да стварају угаљ и гас. (нпр. Тип 1, богат Ни сиромашан О, ствара нафту, а Тип 3, настао од дрвећа и друге дрвенасте вегетације, богат О и сиромашан Н, ствара угаљ и гас.) Овај дијаграм се углавном користи за разликовање различитих типова керогена.

Овим дијаграмом су класификовани керогени и упоређени на садржаја водоника и кисеоника.

Type I: Sapropelic

Тип 1 уљних шкриљаца, даје већу количину испарљивих једињења или са могућношћу екстраховања од других типова, након пиролизе. Дакле, на основу теоријског прилаза, Тип 1 кероген из уљних шкриљаца, даје највиши принос уља и да се од овог депозита може добити највише нафте конвенционалним ретортирањем [10]

- садржи alginite, аморфну органску материју, cyanobacteria, слатководне алге, и смоле са земљишних биљака
- H:C однос > 1.25
- O:C однос < 0.15
- Приказује велику тенденцију за лаку производњу течних угљоводоника
- То углавном потиче од алги и језерски облика само из аноксичних језера и неколико других необичних морских окружења
- Има мало ароматских и цикличних структура
- Формиран је у највећем делу од протеина и липида

Type II: Planktonic

Тип II кероген је уобичајен у многим депозитима уљних шкриљаца. Она се у основи састоји од морског органског материјала, које се формирају у мањим окружењима. Садржи велике количине сумпора који је везан са битуменом. Генерално садржи више сумпора од Типа I или III. Иако пиролиза типа II керогена даје мање нафте него Тип I, количина која се добија, још увек је комерцијално исплатива, да би се шкриљци Тип II проучавали као потенцијални извори нафте

- Plankton (marine)
- H:C однос < 1.25
- O:C однос 0.03 до 0.18
- Имају тенденцију да произведу мешавину гаса и нафте.
- Неколико типова:
 - Sporinite: формира се од омотача полена и спора
 - Cutinite: формиран од кутикуле земаљских биљака
 - Resinite: формиран од смола земаљских биљака и животињских остатака, након распадања
 - Lipinite: формиран од липида земаљских биљака (хидрофобних молекула који сурастворни у органским растварачима) и морских алги

Има велику тенденцију да производи нафту, и сав је формиран од липида који су депоновани у редукционим условима

Type II: Sulfurous

Сличан Типу II, али са вишим садржајем сумпора

Type III: Humic

- Земљишне биљке (приобалне)
- H:C однос < 1
- O:C однос 0.03 до 0.3
- Материјал је густ, личи на дрво и угаљ.
- Тежи да произведе угаљ и гас (Недавна истраживања су показала да Тип III керогена, заправо може произвести и уље под екстремним условима)
- Има врло мали садржај водоника, због велике количине ароматских прстенова

Кероген Типа III формиран је од земаљског биљног материјала, у коме недостају липиди или воскасте материје. Формира се из целулозе, угљено хидратних полимера, који

формира чврсту структуру земаљских биљака, лигнина, не-угљено хидратних полимера формираних од фенол-пропан једињења којавезује конце целулозе заједно, и терпена и фенолних једињења у биљци. Тип III кероген укључујући и стене, је најмање продуктиван за пиролизу и вероватно најмање повољан депозит за производњу уља

Type IV: Residue

H:C однос < 0.5

Тип IV кероген садржи углавном распаднуте органске материје у виду полицикличних ароматичних угљоводоника. Овај тип керогена нема потенцијал да производњу угљоводоника.

Кутикула је површински заштитни слој на телу многих животиња и биљака, нарочито оних које насељавају сувоземне екосистеме. Синтетише је епидермис, нема ћелијску структуру, а у састав кутикуле често улазе липиди. Функција кутикуле је механичка заштита и заштита од прекомерног исушивања тела. Кутикула биљака, присутна је код појединих група алги и код свих копнених биљака. У састав кутикуле копнених биљака улази воштаноједињењекутин, док се код алги могу пронаћи и друга једињења. Кутин је непропустан за воду те слој који гради успешно задржава воду у телу, спречавајући испаравање са површине. Код васкуларних биљака кутикула не прекрива једино отворе за размену гасова (стоме и лентицеле).

Подела керогена на Типове I-IV, на основу карактеристика које су генерисане на основу хемијских и угљоводоних особина направљена је коришћењем трансмисионе микроскопије (transmitted-light microscopy). Тип кероген је дефинисан на основу морфологије његових честица. У многим случајевима оригинална ћелијска структура је и даље препознатљива, чиме се може доказати порекло честица. У другим случајевима оригинална структура је потпуно нестала, па се морају правити претпоставке о пореклу изворних организама од којих је настао кероген. Микроскопска анализа органских материја је достигла прилично висок ниво префињености и овом анализом се порекло керогена може утврдити са добром тачношћу.

Различити типови честица керогена називају се мацерали (*macerals*), термин узет из петрологије угља. Мацералс су микроскопске органске компоненте обично идентификовани у угљу. Они настају од остатака земаљских, језерских и морских биљака, а њихов изглед је функција основног материјала, од почетне фазе разлагања пре и током фазе тресета и након тога што је еволуција прошла.

У суштини мацерали су органски минерали; они су за кероген, као што су минерали за стене. Кероген који се налази у седиментним стенама садржи много појединачних честица добијених, често, из различитих извора. Мали број керогена се састоји од истог мацералног типа.

Мацерална имена су развили петролози угља, да опишу, где год је то могуће, материјале од којих је добијен мацерал. Мацералс се разликују од једне до друге групе на основу својих физичко-оптичких карактеристика и универзално је прихваћена ИССР класификација (1963, 1971, 1975, 1998, 2001; Сыорова сар, 2005) да су мацерали

подељени у три групе: липтините, инертните и хумините/ витрините. Свака од ових група има и подгрупе

Липтините мацералне групе обухватају оптички различите делове биљака, (spores, cuticles, suberine), неке производа деградације, и оно што се генерише током процеса коалификације/матурације (сазревања). Липтините мацерали имају највећи садржај водоника, садрже једињења углавном алифатичног природе, а термичком еволуцијом они производе угљоводонике (Tissot and Welte, 1984; Taylor et al., 1998; Wilkins and George, 2002).

Група *инертните* мацерал потиче из биљног материјала који је снажно измењене и деградирана пре таложења, или у фази тресета (Taylor et al., 1998; ICCP, 2001). Инертните мацералс показују висок степен ароматизације и кондензације.

Група *хумините / витрините* мацерала потиче углавном од лигнина и целулозе, делимично и из танина од ткива дрвенастих биљака, а из колоидних хуминских гелова (ICCP, 1971, 1998; Sýkorová et al., 2005). Формирање хумините / витрините мацерала захтева низ узастопних процеса као што су хумификације и биохемијске и геохемијске гелификације.

Хемијска структура хумините / витрините представља ароматичних једињења и хидроаромате, који се могу ароматизацијом, кондензацијом повећати. Различите мацерал групе имају различите хемијске и физичке особине (Stachetal., 1982; van Krevelen, 1993; ICCP, 1998, 2001; Tayloretal., 1998; Sýkorová et al., 2005, and Suárez-Ruiz and Crelling, 2008).

Примена ове поделе и идентификације је могућа јер постоји добра корелација између типова керогена заснованих на основу хемијских карактеристика и типова керогена на основу њиховог визуелног изгледа. Ова кореспонденција није идеална, јер не постоји савршено биолошко раздвајање различитих врста живе органске материје. Највећи проблем се појављује код идентификације Туре III керогена. проблем је што витрините (Туре III керогена) визуелном анализом може имати хемијске карактеристике између Туре II и Туре III керогена, због присуства малих количина смоле или воска.

3.1.1.3. Сазревање керогена (матурација)

Веома важне промене, које се називају сазревање, јављају се када кероген је подвргнут високим температурама током дугих временских периода. Реакције термичког разлагања, зову катагенеза и метагенеза, (*catagenesis* и *metagenesis*) и доводи до крековања, чиме се стварају мањи молекули и отпоран керогенски остатак. Мали молекули на крају постају нафта и природни гас.

По конвенцији термин катагенеза се обично односи на фазе распадања кероген током којих се производе нафте и влажни гасови. Метагенеза, који се јавља после катагенезе, представља генерисање сувог-гаса. Упркос свом имену, метагенеза није еквивалент "метаморфизма." Метагенеза почиње много пре правог метаморфизма стена, али се и наставља кроз метаморфну фазу.

Иако се термини катагенеза и генерисање уље често користе као синоними, они нису прецизно еквивалент. Катагенеза и генерисање угљоводоника јављају се истовремено,

али они заправо представљају различите аспекте истог процеса. Катагенеза се односи на трансформацију молекула керогена, док је генерисање угљоводоника фокусирано на производњу молекула угљоводоника. У овом тексту ћемо користити термине наизменично, и ако су ови термини само донекле синоними. Ови синоними се користе, нарочито када се расправља о оба аспекта истовремено. У принципу, међутим, они представљају фундаментално различите перспективе. Ово поглавље ће се фокусирати на оне промене у резидуалном керогену који прате катагенезу. О саставу производа (битумен, уља и гаса) ће у бити речи у следећем поглављу.

Сазревање керогена није реверзибилан процес. Осим тога, хемијски процес сазревања никада не престаје у потпуности, чак и ако дође до драстичног пада температуре. По теорији хемијске реакције, брзина хемијске реакције се смањује, како температура како опада, али ће реакција одиграти на било којој температури изнад 0°C, по некој одређеној брзини. Из практичних разлога, међутим, брзине катагенезе су занемарљиве на температурама испод око 70 °C. Поред тога, у већини случајева смањење температуре у вишку од око 20 °-30 °C, због површинских догађаја, или ерозијског уклањања ће проузроковати смањење брзине катагенезе, толико, да постају занемарљиве за практичне сврхе.

Немогуће је поставити прецизне и универзалне границе температуре за катагенезу, јер време такође игра улогу. Старе стене ће често генерисати угљоводонике на знатно нижим температурама него младе стене, једноставно зато што је више времена на располагању, па се тиме компензују ниже температуре.

У нафтној геологији, зрелост стена је мера његовог стања у погледу генерисања угљоводоника. Зрелост се утврђује уз помоћ комбинације геохемијских и техника моделирања базена.

Стене са високим укупним садржајем органског угљеника, (називају се извор, изворне стене, source rocks), ће се мењати порастом температуре тако да органски молекули полако сазревају у угљоводонике (диагенеза). Изворне стене се због стога широко категоризују као незреле (*immature*, нема генерисаних угљоводоника), полу-зреле (ограничене количине генерисаних угљоводоника), зреле (обимно генерисани угљоводоници) и презрео (највећи део угљоводоника је генерисан).

Зрелост изворне стене се, такође, може користити као индикатор њеног угљоводоничног потенцијала. То је, ако је стена полу-зрела, онда она има много већи потенцијал за генерисање додатних угљоводоника, од стене која је презрела.

3.1.1.4. Ефекат сазревања керогена

Керогена пролази важне и мерљиве промене током катагенезе и метагенезе. Неке од ових промена могу се квантитативно мерити, тако што нам омогућава да пресуђујемо у којој мери се сазревање керогена десило. Прави разлог за праћење катагенезе керогена, је наравно, да се прати генерисање угљоводоника. Иако је очигледно да се многе мерљиве промене у керогену односе на генерисање угљоводоника, постоје и друге промене у особинама керогена, које имају мало или никакве везе са тим, а самим тим нису нужно важећи показатељи генерисања угљоводоника. Анализом различитих техника за процену степена генерисања угљоводоника из керогена, може сена основу промене

карактеристика керогена утврдити колико се свака од његових карактеристика односи се на генерисање угљоводоника.

Као што смо видели раније, крекинг било ког органског молекула захтева водоник. Што више водоника садржи кероген, може се добити већи принос угљоводоника током крековања. Како се категенеза одиграва, добија се много од лаких молекула, богатих водоником, па резидуални кероген постепено постаје ароматичан и сиромашан водоником. Такво стање у смањење садржаја водоника у керогену (обично мерена као атомски однос водоник / угљеник) током загревања може да се користи и као индикатор катагенезе керогена, као и генерисања угљоводоника, под условом да је садржај водоника из керогена био познат пре почетак катагенезе.

Азот и сумпор се губе, такође, из керогена током катагенезе. Губитак азота се јавља првенствено током касне катагенезе или метагенезе, и његов губитак брзо напредује након губитка водоника. Насупрот томе, велики део сумпора је изгубљен у најранијим фазама катагенезе, што доказује низак ниво старења, високо-сумпорна уља се налазе у бројним областима, укључујући миоценску формацију Монтереи у јужној Калифорнији (Monterey Formation of southern California). Керогену стенама Монтереј формације, у којима се налази највећи део нафте, која се црпи у области Керн (Kern County), депонован је уз мањак кисеоника, у дубоким-водама океана које изазивају стварање сумпора. Тако, Монтереи шкриљци богати органским материјама генеришу нафту лакше од других нафтних стена. Лоша страна овога је да су нафте богате сумпором, непогодније за рафинерску прераду, па су због тога мање вредне на нафтном тржишту.

Керогена у Монтереј формацији потиче углавном из диатома, који су једноћелијске планктонске биљке са микроскопским љуштурама силицијум диоксида. Монтереи шкриљци богати органским материјама, називају се диатомејски шкриљци.

Најважнија импликација ових хемијских промена јесте да се преостали капаците керогена за генерисање угљоводоника смањује током катагенезе и метагенезе. Сви керогени постају све ароматичнији и осиромашени у водоник у и кисеонику током термичког сазревања. У касним фазама зрелости, Типови I, II, и III керогена ће због тога постати хемијски вема слични и неће садржати готово никакав преостали генеративни угљоводонични капацитет.

Честице керогена постају тамније током катагенезе и метагенезе, као колач током печења. Постоји стална прогресивна промена боје као резултата полимеризације и ароматизације. Боја се мења од жуте у златно наранџасту, па у светло мрку, па у тамно мрку и на крају црну. Ове реакције су блиско повезане са важним променама у хемијској структури керогена, али оне нису нужно идентичне са генерисањем угљоводоника. Због тога не постоји неопходан узрочно-последична веза између затамљења керогена и генерисања угљоводоника, па не постоји гаранција да се само на основу боје може утврдити почетак генерисања уља.

Како кероген сазрева и постаје ароматичнији, њена структура постаје уреднија, јер су равни ароматични листови могу уредно сложити. Ове структурне реорганизације доносе промене у физичким особинама керогена. Једна особина која се снажно утиче, и који се може користити за мерење обим молекуларне реорганизације, је способност кероген честица да рефлектују светлост кохерентно. Што је више неуређених структура керогена је, светлосни сноп ће се више расути, и мање ће се рефлектовати.

Пре пола века петролози су открили да је проценат светлости рефлектоване од витрините честица у угљу у корелацији са угља ранга мерено другим методама.

Биљни остаци су нестабилан материјал у односу на минералне сировине које чине друге стене. Ако су биљни остаци изложени топлоти и притиску због покривености слојевима земље и стена мења се њихов састав и особине. "Ранг" угља је мера колико је дошло до промена. Понекад се користи и термин "органиска метаморфоза". На основу састава и особина угља се добио «ранг» напредовања који одговара њиховом нивоу органског метаморфизма.

Зато што је ранг угља само мера зрелости угља, и зато се витрините честице такође јављају у керогену, техника, названа витрините рефлексија (*vitrinite reflectance*), се широко и успешно примењују у процени зрелости керогена.

Крекинг често производи слободне радикале, који су неупарених електрони, који још укључени у хемијску везу. Керогенс, нарочито ако је високо ароматичан, садржи велики број неспарених електрона. Пронађено је да се концентрација слободних радикала у керогену повећа са повећањем зрелости. Концентрација слободних радикала се може мерити методом електрон-спин резонанце (*electron-spinresonance*).

Керогенс често флуоросцира када је озрачен. Интензитет и таласну дужину од Флуоресценције су функције зрелости керогена.

Неке особине керогена мењају се врло мало током катагенезе. На пример, угљеник-изотопски састав керогена мало се мења зрењем-матурацијом керогена. Осим затамњивања, визуелни изглед керогена такође се не мења током катагенезе: типови керогена су углавном препознатљиви, док честице не постану црне и непрозиран, након почетка генерисања уља.

3.1.1.5. Генерисање угљоводоника

Како се дешава катагенеза, из кероген матрице се одвајају мали молекули крековањем. Неки од њих су угљоводоници, док су други мале хетерокомпоненте. Ове мала једињења су много мобилнија него молекули керогена и директни су прекурсори нафте и гаса. Општи назив ових молекула је битумен.

Генерисање битумена дешава се углавном током катагенезе; током метагенеза главни производ је метан. Ако не би дошло до дифузије битумена из матичне стене, ни његовог крековања, дошло би као последица катагенетског распадања керогена до његовог нагомилавања. Шта се заправо и дешава, осим у случајевима да битумен не буде избачен из матичне стене или искрекује у гас. Ово доводи до смањења садржаја битумена у изворној (матичној) стени.

У последњих неколико година установљено је да сви керогени не генеришу угљоводонике на истим катагеничким нивоима, што је установљено мерењем параметара као што су витрините рефлексија. Ово је последица значајних хемијских разлика између различитих врста керогена.

Ресините (липтинит, мацерал) и кероген богат сумпором су у стању да генеришу течне угљоводонике раније од осталих керогена због посебних хемијских реакција дешавају у та два материјала. Ресините састоји од полимеризованих терпена (десет угљеника

исопреноида) који се лако разлажу, и на тај начин заустављају процес полимеризације. Кероген богат сумпором се лако разлаже јер је веза угљеник-сумпор х бондс су слабији од било какве везе сумпора у керогену.

Терпени, једна од врста угљоводоника који су распрострањени у биљкама и животињама и емпиријски се сматра да су изграђени од изопрена, угљоводоника који састоји од пет атома угљеника везан за осам атома водоника (C_5H_8). Термин се често проширује и на терпеноиди, који су оксигеновани деривати ових угљоводоника.

Биолошкоформирање терпена настаје комбинацијом два молекула сирћетне киселине да би се добила мевалонска киселина (mevalonic acid, $C_6H_{12}O_4$), која касније реагује у изофенил пирофосфат (isopentenyl pyrophosphate), који садржи пет угљеникових атома и изопренску грађу. Даљом трансформација из изопентенил једињења добијају се терпени и терпеноиди.

Прави терпени су обично груписане према броју изопрен (C_5H_8) једињења у молекулу: монотерпени ($C_{10}H_{16}$) садрже две такве јединице; сестерпена ($C_{15}H_{24}$), три; дитерпена ($C_{20}H_{32}$), четири; тритерпени ($C_{30}H_{48}$), шест; и тетратерпена ($C_{40}H_{64}$), осам. Гума и гутаперка су политерпени у којима су има 1,000-5,000 изопрен јединице у дугом ланцу. Монотерпени, сестерпени и дитерпена су у великој количини у етарским уљима биљака: терпентин садржи неколико монотерпена, а колофонијумске киселине су дитерпени. Витамин А је још један важан дитерпен. Тритерпен сквален, добија се из уља ајкулине-јетре, може се претворити у холестерол и многе друге стероиде. Каротеноидни пигменти су најпознатији тетратерпенес.

Изопреноид, класа органских једињења састављена од две или више јединица угљоводоника, од којих је свака јединица састављена од пет атома угљеника распоређених по одређеном обрасцу. Изопреноиди имају различите улоге у физиолошким процесима биљака и животиња. Они такође имају низ комерцијалних употреба.

Ефективна генерисање угљоводоника захтева да се генерисани производи истерани из матрице матичних стена и да мигрирају у замку. Време и ефикасност истеривања зависи од низа фактора, укључујући физику стена и органско-геохемијска разматрања.

Опште заступљено мишљење је да је микрофрактуирање матичних стена веома важно за истеривање угљоводоника. Микрофрактуирање је везано за висок притисак (overpressuring), што је делимично последица генерисању угљоводоника. Богате стене ће постати преоптерећене притиском раније од «сиромашним» и на тај начин ће такође истеривати раније угљоводонике. У веома сиромашним стенама истеривање се може јавити тако касно да крековање генерисаних битумена постане конкурентно истеривању. У таквим случајевима ће истеран производ бити углавном гас.

3.2. Формирање нафте и гаса од керогена

Органски материјал помешан са седиментима, формира fine структуре шкриљца, или изворне стене. Како се нови седиментни слојеви депонују, они врше јак притисак и развија се топлота на изворној стени. Топлота и притисак дестилују органски материјал у сирову нафту и природни гас. Након тога формирана нафта тече из изворне стене и акумулира се у дебљем, порознијем кречњаку или пешчару, формирајући језеро у стени (reservoir rock). Промене на Земљи заробљавају нафту и природни гаса у резервоарима у

стенама између слојева непропусних стена, или капама у стенама (сар гок), као што су гранит или мермер.

За метаморфозу керогена најважнији фактор је температура у седиментним базенима. Метаморфоза започиње онда кад се температура у стени повиси изнад 50°C. На температури вишој од 60°C дугачки се ланци молекула керогена почињу цепати стварајући мање молекуле.

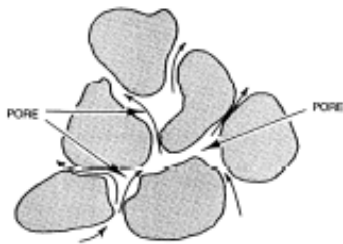
У типичним седиментним базенима стварање нафте започиње при температури око 65°C и завршава при температури око 150°C. Зона у земљиној кори гдје долази до стварања нафте, налазила се на дубини од 2130 до 5500 метара. Тешка нафта, нафта стварана је при нижој, а лагана нафта при вишој температури.

Ако су се седиментне стене које садрже органску материју, налазиле дубље гдје је температура од 150 до 220°C, тада долази до стварања све лакших и лакших угљоводоника, који су у гасовитом стању и ствара се природни гас. При нижим температурама из природног гаса формирао се влажни гас, а на већим дубинама и при вишим температурама стварао се суви гас.

Већи део сирове нафте формиран је од једноћелијских биљака и животиња, које се зову планктон, и који су пливали на површини древних океана. Како су умирали, тонули су на дно океана и препокривани су блатом. Ако то блато није садржало довољне количине кисеоника за пропадање меких делова ових организама, ови органски материјали су се претварали у кероген. Уколико преостане довољно керогена, он касније може да се конвертује у нафту.

3.3. Лежиште нафте и гаса

Супротно популарном веровању, нафта и гас не налазе се у језерима и рекама испод површине земље, већ се појављују као течна фаза која испуњава порне просторе у седиментној стени.



Сл. 5. Шупљикави простор стене

Лежишта нафте и гаса установљена су у готово свим деловима Земљине коре, унутар континента у приобалним и морским подручјима. За накупљање нафте и гаса потребни су одрђени геолошко-тектонски услови, па се за оцену перспективности неких подручја треба детаљно и свестрано истражити стратиграфски развој заступљених наслага.

Лежиште нафте и гаса дефинише се као **јединична акумулација** течности и/или гасовитих угљоводоника економске вредности, затворена у **шупљикавој и пропусној стени**, која је окружена баријерама **непропусних стена** које се називају **изолационе или покровне стене**. Према томе дефиниција лежишта укључује:

- **природно скупљање** угљоводоника у стени,
- петрофизикалне карактеристике стене - **шупљикавост/пропусност**
- **покровне или изолационе стене**, односно баријера с водоносним хоризонтом
- **стање природног притиска и температуре** у лежишту пре производње.

Стене које су “импрегниране-натопљене с угљоводонцима” деле се на **слојеве, нивое, или литолошке јединице**.

Нафтено поље чини једно или више лежишта нафте.

Регије/нафтне провинције су широка и велика подручја у савременој грађи земље, која су карактеризирана дуготрајним тоњењем и таложењем наслага великих дебљина .

3.3.1. Матичне стене

Матичне стене су компактни седименти који садрже изворни **органски и биљни материјал** у количини из којег могу настати при одређеним геолошким условима веће количине угљоводоника. Удео органске материје у седиментима може бити врло различит. Богатство органског материјала у стени зависи и о врсти и интензивности живота на Земљи у доба настанка стеена, односно о геолошком раздобљу формирања стијена.

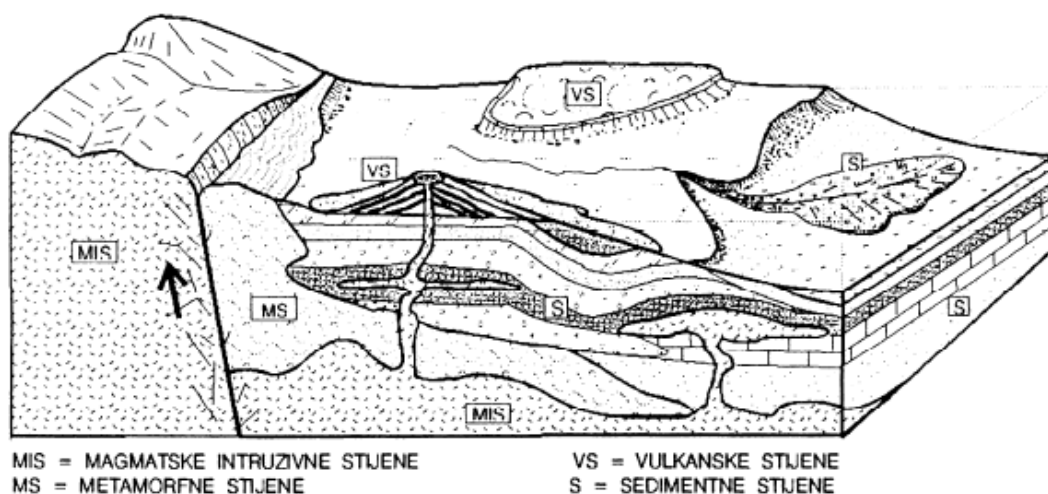
У глиновитим је седиментима или у финозрним кречњачким стенама 80 до 99 посто органске материје је у облику керогена. Удео керогена у седиментној стени знатно зависи од величине зрна седимента, јер финији седимент (муљ) боље заштићује органски материјал током таложења од разградње. Матичне стене су ситно-гранулирани непропусни глиновити шкриљци и кречњаци. Нафту најчешће не налазимо на месту њеног настанка.

3.3.2. Колекторске или лежишне стене

Стене литосфере (спољног омотача земље) су према начину свог постанка подељене на:

- еруптивне,
- седиментне или таложне и
- метаморфне или преображајне.

Приближно од 85 до 90 посто свих минералних сировина у свету се добија се из седиментних стена. Под појмом седименти подразумевају се мекани расути и нелитифицирани талози из којих комплексним физичким, хемијским и геолошким дијагенетским процесима настају седиментне стене.



Сл. 6. Типови стена камене коре Земље

Седиментне или таложне стене (од лат. седиментум=талог) већ према називу говори да су то стене настале таложењем у мору, слатким водама или на копну, материјала природног порекла: неорганског и органског чврстог или из водених раствора тек излученог материјала.

Међутим, под седиментним се стенама подразумевају и стене настале дијагенетским хемијским процесима а да нису директно настале таложењем. **Дијагенеза** односно **литификација** или окамењивање је сложен скуп физичких и хемијских процеса којима мекани, расути, водом засићени и невезани талози поступно постају чврсте седиментне стене. Међу битне дијагенетске процесе убрајају **се компакција или сабијање и цементација**.

Седиментног су постанка и налазе се само у седиментима, осим у неким посебним случајевима сва минерална горива: нафта, природни гас, угаљ и нафтни шкриљци. Стене у Земљиној кори које могу примити и акумулирати веће количине гаса, нафте или воде и из којих их је могуће, макар делимично исцрпсти, називају се лежишне или колекторске стене. Миграцију кроз колекторске стијене и акумулацију у њима омогућује њихова шупљикавост и пропусност. Колекторске или лежишне стијене морају поседовати шупљине - поре које служе као складишни простор за акумулацију угљоводоника, као и могућност њиховог пропуштања, тј. кретања флуида према бушотини. Литолошка својства стена шупљикавост и пропусност врло су важна, јер њихово познавање омогућује приближну процену капацитета и степена њиховог искориштења.

3.3.2.1. Порозност

Стена је испуњена милионима ситних простора и међупростора, шупљина названих порама.

Поре су простори између индивидуалних зрна седимената која чине лежишну стијену. Неке стене садрже велике, а неке мале шупљине, поре.

Шупљикавост или порозитет стене је однос запремине шупљина (празнина) у стени, према укупној запремини стене и изражава се у поцентима или деловима целог. Добар пешчар може имати порозност преко 30 посто, док густе кречњаци могу имати малу порозност од 5 посто. Већи проценат порне запремине, значи већи капацитет стене за акумулацију великих количина угљоводоника.

3.3.2.2. Пропусност

За проналазак расположивог порног простора, угљоводоници морају бити способни покретати се из поре у пору и можда мигрирати према површини земље. Пропусност је карактеристика стене да кроз своје шупљине пропушта флуиде, односно, лакоћа којом се флуид креће кроз порни простор стене (мрежу повезаних пора), назива се пропусност.

Стена с већом пропусности, одражава лако покретање угљоводоника из поре у пору унутар стене. Пропусност се исказује количином флуида јединичног вискозитета коју пропусти јединична запремина стене у јединици времена уз јединичну разлику притисака. Пропусност или непропусност није мерило за акумулацију флуида у стени, већ указује на способност премештања (миграције, накупљања) и отпуштања (истицања) флуида из стене. **Пропусност зависи од порозности**, али тесне повезаности једне и

друге карактеристике нема. Врло порозне стене могу бити непропусне, а незнатно шупљикав пешчар може бити добро пропусан. Међутим, свака добро пропусна стена мора бити порозна, док порозна стена на мора бити пропусна. Пропусност је једна од најважнијих особина слојева и без њеног познавања немогуће је решити рационалну разраду лежишта угљоводоника.

Теоретски нафта се може појавити у свим стенама, јер све стене поседују шупљине или поре. Главни носиоци нафте су **полувезани песци, крупнозрнати пешчари, конгломерати и брече** те шупљикави **кречњаци и доломити**, а налазе се у истим регијама гдје и матичне стене.

3.4. Покровне - изолационе стене

Непропусне стене које спречавају даље узлазно кретање флуида називају се покровне стене. Заједно с колекторским стенама чине природне резервоаре, покровне су стене један од битних елемената замки за угљоводонике који омогућају стварање акумулација. То су практично непропусне стене које спречавају губљење угљоводоника након њихове акумулације и гравитационог одвајања. Покровне стене настају седиментним процесима у условима мирне седиментације, најчешће далеко од извора материјала који се таложи. То су углавном средишта седиментних базена, лагуне, ивични делови делта и речних токова, те седименти у дубоким морима. Типичне покровне стене су глиновите и шкриљаве стене у којима су шупљине далеко мање и ситније, па тиме посједују и далеко мању пропусност од колекторских стена. Већина матичних стена за угљоводонике имају уједно и карактеристике покровних стена.

3.5. Миграција угљоводоника

Процес **премештања, концентрације и смештања** акумулација угљоводоника у литосфери назива се **миграцијом**.

Под миграцијом угљоводоника, подразумева се њихово вертикално и латерално померање кроз матичне стене, затим покретање из тих стена у пропусније колекторске стене, те даље све до природних препрека које спречавају њихово даље узлазно померање и омогућавају њихову акумулацију, односно стварање лежишта угљоводоника.

Седименти у којима се данас нафта налази, у већини случајева нису матичне стене у којима је она настала. Нафта се налази у секундарним лежиштима, гдје је доспела касније тј. налази се у колекторским стенама.

Процес **миграције** одвијао се од времена настајања угљоводоника, па све до задњих поремећаја и преструктурирања нафтоносних и гасних наслага, а одвија се и данас у подручјима гдје постоје повољни услови за то.

На који је начин нафта мигрирала из **матичних у лежишне**-колекторске стене још увек није потпуно разјашњено. Бројне теорије настоје објаснити тај процес. Нафта је највероватније, било да се у матичним стенама налазила као већ формирана течност или као органски материјал од којег ће природним процесима тек настати, била истиснута из седимената приликом њихове консолидације тј. претварања у стене. Како свако лежиште

садржи воду, тако је проблем миграције везан уз хидрологију и хидраулику, тј. уопште уз кретање подземне воде.

Такође и гас (који настаје након стварања нафте) као и велике количине прадавне заробљене морске воде истиснути су из стене заједно с нафтом.

Вода, нафта и гасимали су снагу помицања, те су се кретали кроз поре пешчара и пукотине кречњака све док их на њиховом путу није зауставила нека непропусна стенска структура, или док нису допрли до површине остављајући за собом лежишта асфалта.

Које силе или природни процеси су изазвали премештање флуида у самим стенама, као и у каквом физичком облику су се пробијали кроз стене до данас није потпуно разјашњено.

Механизми заслужни за миграцију и акумулацију угљоводоника су:

- **компакција седимената** (сабијање) – тј. претварање талога у стену, услед литификације смањује се запремина пора, нестанак пластичности стене, настају пукотине, ломови, раседи који представљају путеве за миграцију.
- **узгон** као покретач индивидуалних капљица,
- **гравитација**, кретање нафте и гаса због земљине гравитације,
- **отапање** угљоводоника у води која је истиснута из матичне стене,
- **хидраулични притисак** у под површинским каналима, површински напон воде три пута је већи него нафте, угљоводоници су присиљени на кретање из мање порозних стена у стене већег порозитета (притисак у малим порамма је већи од оног у великим),
- **капиларност**, која због површинског напона између нафте и воде изазива њиховим одвајањем и концентрацију нафте у већим порамма стена,
- **притисак** као резултат деформације Земље, хидростатичка-дубина залегања и динамички-тектонски притисци, пробој интрузива,
- **премештање континуиране угљоводоничне фазе**; као последица механичких сила током дијагенезе глина; премјештање кроз микрофрактуре у матичној стени.

Међутим, при тражењу угљоводоника акумулираних у економско исплативим количинама ипак је важно знати како се миграција уствари одвијала. Истискивање нафте и гаса из матичних стена назива се примарном миграцијом, док се кретање флуида кроз колекторске стене до природних замки назива секундарном миграцијом.

Раседи су механички дисконтинуитети стенске масе, по којима се одиграло кретање. Настају услед напрезања у стенској маси.

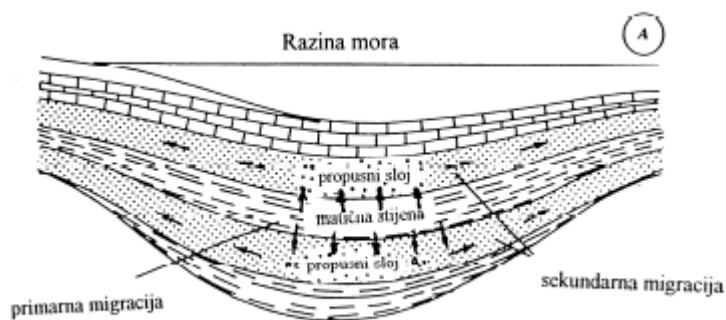
Приликом раседања долази до кретања блокова (крила) раседа. Површ по којој су релативно кретани блокови,



назива се раседна површ. Уколико је раседна површ под неким углом у односу на хоризонталу, разликује се повлатно крило, изнад, и подинско крило, испод раседне површи.

Укупно одстојање две тачке, које су пре раседања биле састављене, назива се целокупно кретање, које се представља вектором дефинисаним елементима: падом, дужином и смером релативног кретања блокова. Хоризонтална компонента релативног кретања блокова је ход, а вертикална - скок раседа.

Примарна миграција обухвата све процесе кретања тј. мигрирања угљоводоника у матичним стенама, затим излазак из њих због сабијања матичне стене на већој дубини. Истискивање флуида из њих јавља се као последица смањења запремине стене тј. смањења њеног порног простора.



Кретање флуида кроз компакне непрпусне стене ако нису разломљене, практично је немогуће. Постоје, међутим, снажне силе које изазивају истискивање флуида из финозрнатих непрпусних седимената у крупнозрнате пропусне стене. Осим тога,

деловањем капиларних сила нафта се настоји кретати кроз водом натопљене седimente различите гранулације у смеру најбржег пораста величине зрна, односно, из ситозно-глиновитих седимената према песковитим седиментима.

Смер кретања није условљен гравитацијом, па се флуид може кретати према «крову», «поду» или према колектору који је бочно од матичне стене. Капиларне силе дјелују на свим дубинама.

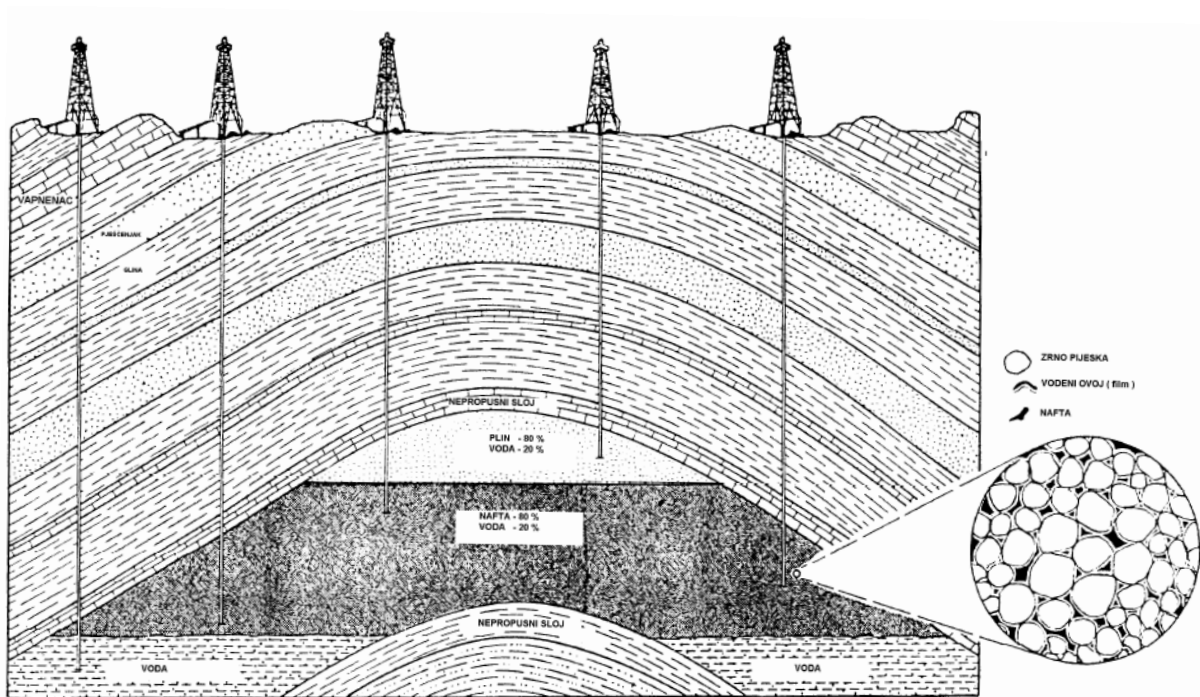
Примарном миграцијом вода и угљоводоници који су првобитно истиснути из матичне стене (глина и глинени шкриљавци) екстремно мале пропусности доспели су у стену веће шупљикавости и пропусности а која је с њом у непосредном контакту (околни пешчари, кречњаци и доломити) Смер таквог мигрирања може бити бочни, окомит или водораван али удаљености су релативно мале.

Процес примарне миграције још увек није сасвим разјашњен.

Секундарна миграција – је кретање угљоводоника кроз пропусне стене у лежиште. То је касније премештање угљоводоника због геотектонских покрета, којим су слојеви помакнути из првобитног положаја у ма који други. Кретање флуида се одвијало бочно, кроз исте колекторе, паралелно са слојевитошћу, или вертикално и косо на слојевитост. Напуштањем матичне стене, уз погодан шупљикави и пропусни пут кроз стене у непосредном контакту, угљоводоници и вода мигрираће у смеру према горе, све док не наиђу на изолационе стене којима се зауставља њихова даља миграција. То су природне препреке које се називају замкама (антиклиналне структуре, исклињења пропусних слојева, раседи), а где ће кретање флуида бити заустављено и бити створени услови за



У задњој фази секундарне миграције, кретање угљоводоника кроз порни простор стене догађао се углавном под утицајем хидродинамичког протока проузрокованог силама узгона. У свим акумулацијама угљоводоници су раскривени у мање или више пропусним стенама које су покривене непропусним слојем. Акумулације нафте и гаса већином су настале секундарном мигрирацијом.



Локална миграција- ограниченог је домета, везана на ужу локалност. Том миграцијом може настати неколико лежишта унутар једног поља.

Регионална миграција – ширег домета, њом настају бројна лежишта и више поља унутар једне зоне.

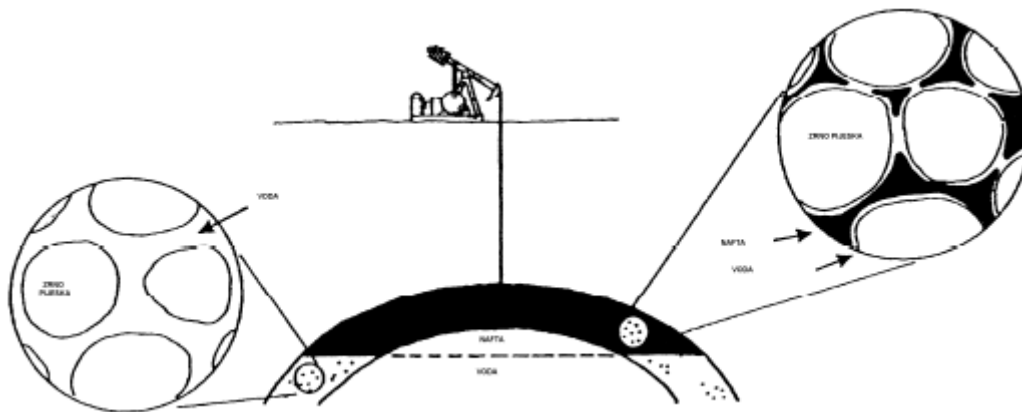
Миграција изван лежишта – кретање нафте и гаса по добро пропусним стенама.

Миграција унутар лежишта – премештање нафте и гаса унутар колекторских стена лежишта.

У секундарној миграцији важну улогу игра гравитација. Због, различитих густина, деловањем гравитације, одвајају се вода, гас и нафта. То раздвајање започиње већ теком миграције, а у потпуности се остварује у стационарним условима који владају у замкама. Фаза одвајања - "сегрегације" односно, расподела флуида у лежишту зависи о њиховој густини, и капиларним карактеристикама стене.

Тако се типично нафтно лежиште састоји се од:

- **гасне капе** где су у вршном делу замке при одренином односу притиска и температуре смештени најлакши гасовитии угљоводоници,
- **нафтне зоне** тј. део који лежи испод гасне капе и садржи течне угљоводонике (нафта с отопљеним гасном) и од подног, односно на боковима лежишта налази се
- **водоносни хоризонт**, тј. најдубљи део подземне структуре у којем поре садрже само воду, с великом количином неорганских соли.



Сл. 9. Засићење водом у порном простору

Измену различитих зона, у распону од високо нафтом засићене зоне до зоне слободне воде, постоји и прелазна зона.

У природи нема оштрог контакта нафта – вода, него само зона с поступним мењањем удела воде и угљоводоника која се назива прелазна зона.

Ипак, у практичним случајевима одређени садржај воде под називом иредуцибилно засићење водом - појављује се изнад прелазне зоне. Величина иредуцибилног засићања водом и висина прелазне зоне зависи од величини пора и текстури стене. Велико засићење иредуцибилном водом указује на малу величину пора, док прелазна зона одговара различитом засићењу водом.

Подземне воде које су у почетку испуњавале сав порни простор стена, током периода мигрирања и акумулирања угљоводоника у лежишне замке, делимично су из њега истиснуте.

Ипак, кретањем нафте и гаса у више делове структуре сва вода није потиснута према доле, па тако порни простор испуњен нафтом и гасом може садржавати и воду у чак до 50 посто своје запремине. Релативне количине нафте, гаса и воде које се налазе у порном простору варирају од лежишта до лежишта, што се назива засићење лежишта флуидима а приказује у постоцима.

Два типа воде распознају се испод површине земље по начину њиховог залегања и то као: **слободна вода и везана вода** у шупљинама стена.

Слободна вода креће се слободно кроз шупљикави простор у зависности од разлике притисака.

Вода која се задржала у стенама од њиховог постанка назива **се конатна, или везана вода**. Није покретна везана је као танак филм уз зрна минерала и углавном се увек налази у колекторским стенама. Она се сматра еквивалентом морској води ухваћеној у поре седиманата током таложења и литификације, пуно пре миграције нафте у колекторске стене. Количина конатне воде варира од 100 посто испод нафтне зоне до теоретске нуле изнад нивоа слободне воде. Везана вода разликује се од морске и по концентрацији соли и хемијском саставу. Collins(20) дефинише везану воду као оригиналну фосилну воду која није била у контакту с водом из других извора.

3.6. Дубинске структуре погодне за акумулацију угљоводоника

Нафта и гас не могу се акумулирати ако за то не постоји погодна дубинска структура тј. замка која је способна зауставити њихову даљу миграцију. У случају када гас, нафта и вода нису допрли до површине, остали су заробљени у замкама.

Замке (енгл. - trap), су такве дубинске структуре где су нафта и гас природним препрекама заустављени при свом кретању кроз подземље уз могућност стварања њихових акумулација. За стварање акумулација угљоводоника замка мора бити затворена у кровном делу тј. у смеру узгона, те у хоризонталним смеровима тј. у подном делу где постоји водоносна баријера. Замке настају тектонским деформацијама седиментног следа, седиментацијским и дијагенетским процесима или њиховом комбинацијом.

Тектонске деформације које настају због померања земљине коре обухватају:

Фолдинг (Folding) Хоризонтални покрети, који изазивају притисак према унутра и померају слојеве стена увис у окриље или антиклинале.

Расед (Faulting) - слојеви стена се ломе, а једна страна стена се помера навише или наниже.

Штипање напоље (Pinching out) - слој непропусне стене је навише стисне (squeezed) у резервоар стену.

Нафта се не налази у подземним језерима или базенима, иако се назив «нафтни базен» врло често користи за опис акумулације нафте.

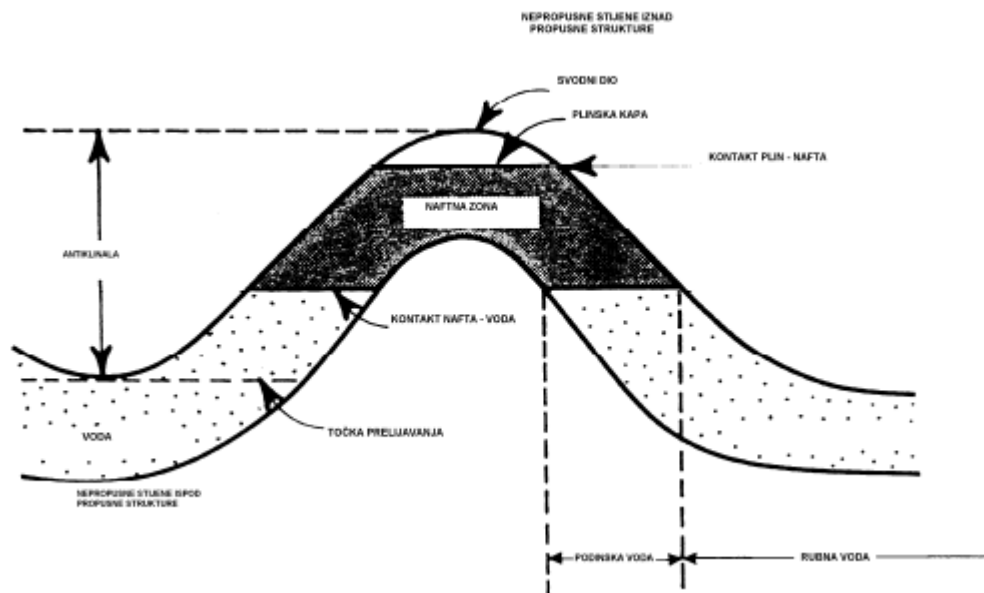
Замке су различитих типова, величина и облика, појављују се на било којој дубини, од оних испод саме површине земље до километрима дубоко. Често нема површинских назнака о њиховом постојању. Стварне форме су врло различите.

Антиклинала је најпознатији облик замке, чине ју наборани шупљикави и пропусни слојеви који се конвексно уздижу а настали су деформацијом земљине коре. Силе које узрокују миграцију угљоводоника, настоје их сместити углавном у горње делове, посебно у сводни дио антиклинале.

Куполики облик антиклинале представља размак измену кровног дела боре и најниже тачке замке која може садржавати угљоводонике. У вечини случајева замка није потпуно испуњена угљоводоницима до најниже тачке тј. тачке преливања.

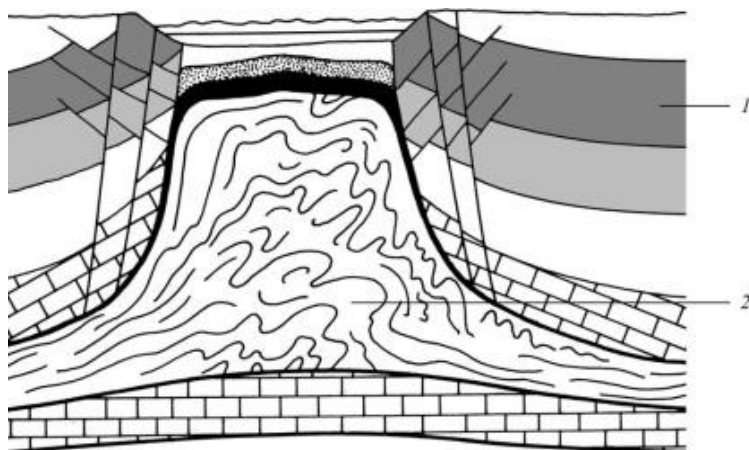
Унутар замке продуктивни дио представља вертикални размак измену врха антиклинале и контакта нафта/вода.

Ипак, за накупљање флуида установљено је да и није потребно неко особито повијање слојева, већ се њихово накупљање може одвијати и у неким другим околностима као: у нагнутим блоковима, у уздигнућима насталим утискивањем или пробојем млађих еруптива или соних тела, затим у колекторским стенама наталоженим у облику гнезда, сочива дужих или ширих зона уз обале некадашњих мора, или талогу фосилних струја или фосилних делта река.



Сл. 10. Антиклинала

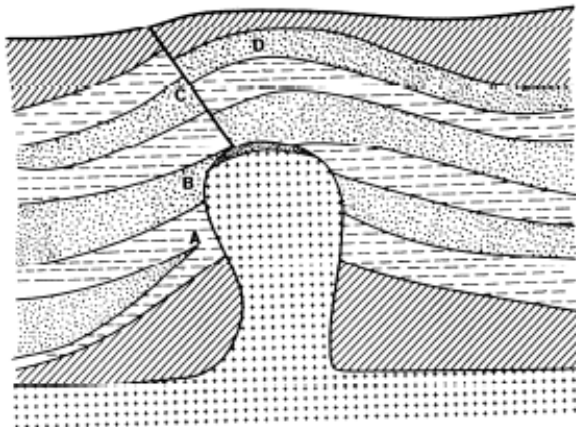
солна дома, тип → [dijapira](#), настаје када су наслага богате различитим солима нестабилне јер су мање густине од наслага које их окружују. Соне наслага продиру према површини те уздижу, а каткад и пробијају покровне слојеве. Сону дому обележава средишњи клин или чеп, који достиже и до 2 км у пречнику. При великом притиску дебелих покровних слојева чеп постаје пластичан и понаша се попут магматске интрузије, деформирајући покровне



наслага дебеле и 5 до 10 км. Соне доме врло су значајне у постанку специфичних нафтних лежишта, када бокове (стране) чепа додирују наслага zasiћене нафтом, а непропусни чеп омогућује настанак природнога нафтног резервоара. У подморју Севернога мора откривена су и искориштавају се многобројна нафтна лежишта којима је постанак у вези са соним домама.

антиклинала (anti- + κλίνειν:наборати), у геологији, конвексни, уздигнути део боре. Може бити усправна, коса и полегла.

дијапир (грч. διάπυρος: ужарен), продор кроз стене који, после пробоја из нижих нивоа, куполоasto закривљује покровне наслагае. Дијапири унутар седимената, обично у језгру, садрже соне наслагае или → глинене шкриљце; магматски продори такође могу проузроковати дијапирску грађу у терену.

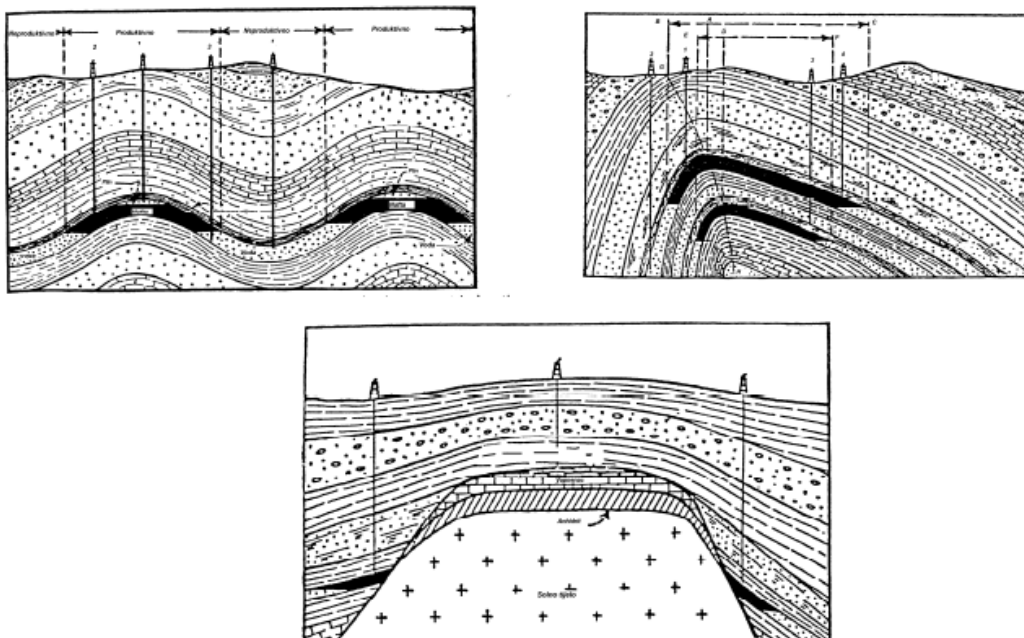


Сл. 11. Типови замки: А-исклињавање, Б-замка уз сону дому, Ц нормални расед, Д-замка доме

3.7. Класификација лежишта угљоводоника

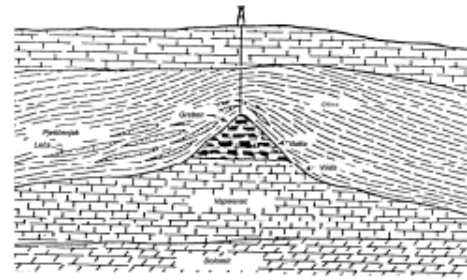
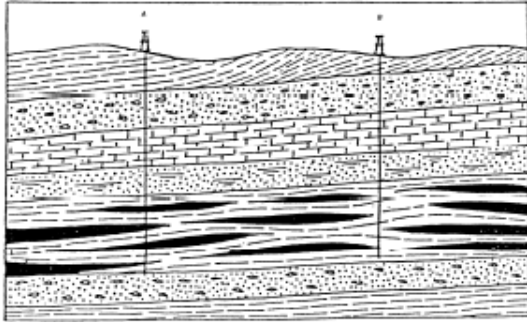
Лежишта угљоводоника класификују се с различитих стајалишта, но свака од класификација има и своје недостатке. Према класификацији А.И. Леворсена (1967) постоје три главне групе лежишта: структурна, стратиграфска и комбинована.

- **структурна:** - затварање флуида због погодног савијања слојева, деформација, - борање наслага настало због компресије и сабијања, или продором соних тела проузрокован тектонским силама - једноставне антиклинале, соне доме.



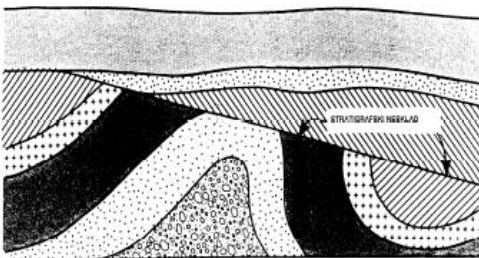
- **стратиграфска:** - појаве локално различитих таложних процеса, неравномерно депонован суспендирани материјал доводи до стварања крупно-зрнате порозне и пропусне структуре, потпуно затворене или потпуно окружене са ситнозрнастим

непропусним глинама, - пешчана сочива (леће) у шкриљавим пешчаницима, карбонатни гребени, каналски песци, делте, наплавине.



Пешчане леће Корални гребен

• *комбиновано: структурно - стратиграфска*, - приписују се локалним променама таложења, удруженим с тектонским силама и појавом ерозије током или након фазе таложења - еродирани антиклинале, замке у соним домама, лежишта с екстремно сложену унутрашњу структуру.



Еродирана антиклинала

Осим наведене класификације, постоји и класификација према типовима природног лежишта на:

• слојна, масивна лежишта неправилних облика, или литолошки ограничена лежишта, те

• леће – које представља групу лежишта која су ограничена слабо пропусном стеном.

У пракси значајке појединих лежишта описују се комбинацијом елемената различитих класификација. За инжењерске потребе постоји практична класификација с обзиром на експлоатацију и запреминске мере флуида у лежишту, па тако према запремини нафте и гаса разликујемо:

- нафтна лежишта с гасном капом,
- нафтна лежишта с отопљеним гасом,
- нафтна лежишта слабо засићена гасом и
- чисто гасна лежишта,

према односу количине воде с обзиром на нафту и гас:

- водонапорно лежиште у којем одоздо делује притисак рубне воде из водоносних наслага,
- лежишта с водом без њеног доказаног активног деловања и
- лежишта без воде - ретка су и налазе се у литолошки сасвим ограниченим лежиштима.

Свака од класификација има своје недостатке и зато се у пракси значајке појединих лежишта описују комбинацијом елемената различитих класификација

4.Историја коришћења нафте и гаса

Назив нафта персијског је порекла, настао од глагола нафата, знојити се (зној земље), а петролеј, с истим значењем, сложеница је од грчке речи Петрос (камен) и латинске речи олеум (уље), "камено уље".

Нафта преставља мешавину уља са природним гасом. У основи је мешавина природних органских једињења насталих у земљи. Нафта, може бити течна до получврста природна материја, налази се у земљиној кори, састављена је претежно од смесе бројних угљоводоника (СН), а увек садржи и сумпор, азотне и кисеоникова органскаједињења те у врло малим уделима тешке метале. Најчешће је браон-зелене до смеђе-црне боје.

Када нафта долази директно из земље, као течност, зове се сирова нафта ако је тамна и вискозна, а кондензат, ако светла-прозирна и испарљива-нестабилна. Када је чврста назива се асфалт, а када полу-чврста је катран. Међутим, најзначајнија примена нафте започиње од средине XIX века када је усавршен поступак за добијање петролеја, дуго времена употребљаваног за расвету. Проналаском мотора са унутрашњим сагоревањем крајем века и развојем моторних индустрија започиње значајна примена нафтних дестилата. Дестилацијом нафте до 200 °С добијен је бензин, до 240 °С петролеј, до 340 °С дизел, док се остатак, након атмосферске дестилације, употребљавао као лож уље, или као сировина за вакум дестилацију, којом се добијају вакум дестилати и битумен. Нафта се налази претежно у засебним лежиштима, насталим под утицајем ерозијских процеса миграцијом кроз пукотине из матичних у колекторске стене. У тим се лежиштима, уз нафту налази и земни гас који се претежно састоји од метана, а садржи још и гасове и паре виших угљоводоника, те сумпороводоник, угљендиоксид и друге гасове. У зависности о пореклу и налазишту, нафта се може значајније разликовати у саставу и зато је исправније говорити у множини, односно о нафтама. Разликују се у просечној молекулној маси, густини, тачки кључања, вискозитету и другим физичко-хемијским карактеристикама.

Нафту је тешко употребљавати у њеном изворном облику, али након фракционације одређене фракције имају карактеристике које олакшавају њихову употребу. Нафтна индустрија је од својих почетака јако напредовала у развијању процеса прераде, посебно сепарацијоних и конверзионих процеса.

Највећи напредак у нафтној индустрији постигнут је у раздобљу од 1940. до 1970. Године зашто је највише заслужна индустријализација европских и азијских земаља, након II светског рата, које су преузеле технологију од американаца и с временом је унапредиле.

Нафта је необновљиво, фосилно гориво и према томе ограничене доступности. Међутим, још дуго времена бити ће главни извор енергије и то откривањем нових извора, откривањем нових поступака вађења из постојећих извора и побољшаним процесима прераде. Потражња је највише усмерена на лаке производе добијене из нафте (моторна горива, петрохемијске сировине, ТNG) и неке посебне производе (мазива уља, битумен). Због растуће важности нафтних производа будућа истраживања кретати ће се у смеру оптимизације процеса, посебно развитком нових, трајнијих, активнијих и селективнијих катализатора који омогућују блаже процесне услове (притисак, температуру, време задржавања, итд.).

На темељу археолошких истраживања и пронађених старих записа, па и по неким легендама које кореспондирају са сачуваним и пронађеним записима, може се закључити да је човек почео да употребљава нафту, битумен и природни нафтни гас, неколико миленијума ц н.е. Неки археолози и историчари процењују да се то догодило пре пет или шест хиљада година, а ие искључује се могућност да је могло бити и раније.

Нафта се помиње у многим древним рукописима и књигама . На пример, Библија пише о "бунарима катрана/ смоле у околини Мртвог мора".

4.1. Рана употреба нафте као лека, као средства за расвету и у грађевинарству

Асфалт, као један од природних облика нафте, је прво фосилно гориво који је човек користио, а користили су га Сумерани који су 6000 г пр. Христа настањивали Мезопотамију, која се налазила на подручју река Еуфрат и Тигрис, на месту где се данас налазе Ирак и Иран, државе с великим налазиштима нафте и природног гаса. Разлог кориштења асфалта је његова лака доступност на или близу површине земље, обзиром да у то вријеме нису постојале технологије искориштавања нафте познате у данашње вријеме.

У јужном делу слива тих двеју река, које су се некада директно уливале у Персијски залив, налазила се земља Вавилонија чији је главни град био Вавилон. Археолошке ископине Вавилона су показале да се нафта широко користи у грађевинским радовима. Тешки остатак из нафте (битумен) је додаван у цемент, и тако је добијен производ који се користио током изградње Вавилонске куле , па се сматра да је време Вавилонског царства (2500. г. до 538. г. пр. Хр.), прво уочено историјско раздобље кориштења фосилног горива, сирове нафте и асфалту у производњи цигле и малтера. Ово се помиње и у **глави 11. Мојсијеве књиге.**

О том центру цивилизације и културе говори се у сачуваним записима Херодота и римских писаца.

Први сачувани записи о природним изворима нафте, битумена и природног нафтног гаса и о њиховом коришћењу, потичу из каснијих историјских периода. О природним изворима нафте у центрима некадашње цивилизације (у Долини реке Инда и на територији Месопотамије (територија данашњег Ирака) као и око Каспијског језера, први је у V веку пре нове ере (п.н.е.) писао грчки историчар **Херодот**, а пет векова касније писали су и Римљани **Витрувије**, **Плутарх** и **Плиније Старији**. У делима старих римских писаца описују се и "**Вечне ватре**" у околини Каспијског језера. Били су то природни извори нафтног гаса запаљени громовима или на други начин. Неке такве ватре гореле су вековима и фасцинирале оне који су их видели. Када су извори "пресушили" и "**Вечне ватре**" су се погасиле.

Роберт Колдвеј (*Robert Koldewey*) је 1898. године откопавањем пронашао темеље **Вавилонске куле**. У њеним темељима и у темељима других грађевина, као и на поду храма бога **Мардока**, нађен је битумен који је коришћен као малтер. Тиме је доказано да је и ова прича из Мојсијеве књиге истинита. Томе у прилог говоре и неки други стари записи у којима се спомиње да је у околини Вавилона било много природних извора **смоле** (*битумена*) и да је 2600. г.п.н.е. у Месопотамији битумен коришћен као

хидроизолациони материјал за премазивање лађа и канала за наводњавање, те као малтер у грађевинарству, па чак и као гориво.

Персијанци су око 500. г. пр. Кр. напустили кориштење фосилних горива, најверојатније због исцрпљивања лако доступних залиха на површини.

На основу писаних трагова Грчких и Римских научника кренули су археолози средином XIX века.

Остин Анри Лајард (*AustinHenryLayard*), откопавањем града **Нинива** 1845. године, пронашао је остатке **Асурбанипалове палате** и његову чувену библиотеку. **Хормузд Расам** (*HormuzdRassam*) је у тој библиотеци пронашао **Еп о Гилгамешу**, који је био написан на глиненим плочама и који данас представља најстарији историјски докуменат. У Епу легендарни предак приповеда Гилгамешу о **великој поплави** коју је он преживео. Археолози и историчари су утврдили да се стварно догодила велика поплава и да је била захватила целу Месопотамију - 600 км по дужини и 150 км по ширини.

Прича о великој поплави, о којој се говори у **Епу о Гилгамешу**, готово у свему је слична Библијској причи о **Општем потопу и Ноју** (*Noeh*), па се сматра да се ради о истом догађају. Ево зашто је то важно. У Библијској причи Бог саветује Ноја да своју барку премаже споља и изнутра **смолом** - да је заштити од продора воде. Та **смола** данас се назива **природним битуменом**. То значи да је тада човек знао да се користи битуменом као хидроизолационим материјалом, што је значајно за историју нафте. Када се то догодило, може се приближно процењивати повезивањем историјских података са библијском причом.

Из историје је познато да је Гилгамеш био краљ града Урука (који се налазио у близини Еуфрата) и да је владао око 3000. г. п.н.е. Велика поплава, о којој му у Епу његов славни предак приповеда, догодила се неколико династија пре њега. Археолози су израчунали да се то могло догодити између 3.800. и 3.700. г.п.н.е. Не искључује се ни могућност да је то могло бити и раније, можда и 4.000. г.п.н.е. Ако се то повеже са **Библијским потопом**, може се закључити да је човек знао да користи битумен 4.000 г. п.н.е. Остаје само отворено питање како је и где је до битумена долазио?

Антички грчки научник Хипократ (IV-V века пре нове ере) је описао многе рецепте за лекове, који садрже нафту. У једном древном рукопису је записано : "Пацијенте је потребно трљати пацијенте нафтом, на такав начин, да се болест уклони. „Бела нафта“, служи за лечење болести (у овом случају кашља), а „Црна нафта“ се користи као превентива за појаву кашља ". У задње време прерадом нафте изолован је лековити састојак Нафталан.

Диодор, савременик **Цезаров** и **Августов**, описао је пре два миленијума у свом делу **Библиотеке хисторике**, како се у одређено доба године на површини **Мртвог мора** појављивао битумен у виду малих острва и како су га људи вадили, секли, сушили и караванима преносили до купаца или до места употребе. Био је то још један доказ да су давно постојали природни извори нафте и њеног природног оксидационог производа - битумена.

Феничани, Стари Грци и Римљани оставили су записе како се прави битуменски малтер.

Из **Хомеровог** времена остали су записи о **црним лађама**, што ће рећи о лађама које су премазиване битуменом као хидроизолационим материјалом.

Плутарх је писао како су се у ратовима које је водио **Алкесандар Велики** од нафте правиле **ватрене стреле**. Иначе Александра Великог су са нафтом као запаљивом материјом упознали **Персијанци** када је тамо стигао.

Грчки географ **Страбо** (период од 60. г.п.н.е. до 20. г.н.е.) писао је како сувиноградари употребљавали нафту као средство за заштиту винограда од пероноспоре. Осим тога нафта је коришћена и за лечење шуге и других кожних обољења код крупне и ситне стоце.

Римски лекар **Галенијус** користио је топао битумен у виду облога за лечење отеклина на ногама.

Римљани **Плутарх** и **Плиније Старији** нафту су називали **битумен ликвидум** а асфалт **битумен дурум**. У записима из грчког и римског периода, алтернативно се користе израз **асфалт** и **битумен**. Претпоставља се да назив **асфалт** потиче од Грка, а **битумен** од Рирљана.

Кинези су такође знали да користе нафту и природни нафтни гас. Тражећи лежишта соли они су око 220. г. п.н.е. наишли на нафту. Верује се да су је користили за осветљење у лампама које су тада правили. Они су природни нафтни гас цевима од бамбусове трске доводили у храмове и користили га за осветљавање.

У античко доба коришћене су у ратне сврхе запаљиве смесе од течне нафте, смоле и сумпора, које су гореле чак и на површини воде. На темељу тих знања и искустава, у раном средњем веку, **Византинци** су користили тзв. **Грчку ватру** или **Течни пламен**. Запаљена смеша, *технолошко чудо* онога времена, избацивана је на непријатељске бродове и војнике помоћу специјалних уређаја - неке врсте бацача пламена.

Грчка ватра била је ефикасно оружје Византинаца које им је обезбедићивало дуготрајну доминацију у Средоземљу током 8. и 9. века у борби против исламских и других нападача.

Као творац **Грчке ватре** спомиње се извесни **Калиникас**, пореклом из Сирије, који је 673. године пребегао из Хелиопоља у Цариград. Знања из области хемије и инжењерства стечена у чувеној **Александријској школи**, ставио је на располагање хришћанском цару **Константину IV**. Цар је **Грчку ватру** први пут употребио 678. године **против арабљанске флоте**, која је почев од 674. год. стално опседала Цариград. Византијски хроничар **Теофан (Тхеопхан)** је у својој **Хронографији** описао како су Арабљани поражени и њихова флота готово уништена **ватром која није могла да се угаси водом**. Тајна о **Грчкој ватри** строго је чувана. Састав смесе знали су само византијски владари и ужи круг њихових сарадника. На крају су је и они заборавили па се ни данас не зна састав смесе и техника примене.

Стари Египћани су, према **Херодотовим** записима, нафту и битумен су користили за балсамовање, односно, мумификацију умрлих. Нафта као лек употребљавала се од давних

времена, што је записано у једном од најстаријих староегипатских, фармацеутских докумената "Папирус Еберс

Нафта се користи као гориво у производњи цигле, креча, бакра гвожђа, а 3000. г. прије Христа и за глазирање и емајлирање лончарских производа.

У Библији, постоји део са дијалогом : "Једни су говорили другима : " Направићемо цигле и загревати их ватром ", и они су користили цигле уместо камена и „смолу из земље“ уместо цемента." . Модерне хемијске анализе показују да је "смола из земље " " асфалт ", вискозна смоласта материја, настала као остатак након природног испаравања лаких фракција из нафте. Асфалт је примењена у изградњи Великог кинеског зида , као и висећих вртова Семирамиде. Он је такође коришћен и као водено-отпорни материјал у изградњи већине древних брана на Ефрату.

У северној Америци скупљали су је Индијанци на површини земље, те је користили као универзални лек.

Марко Поло описао је велике изворе у Азербајџану из којих се вадила нафта и употребљавала за лечење кожних болести и костобоље.

Нафта је била иу XV веку на попису лекова Божидаровићеве апотеке у Дубровнику под називом "Олио петролио" .

4.2. Почетак употребе производа добијених од нафте (почетак прераде нафте)

Систематско експлоатација нафтних ресурса почела је средином 19. века и везана је за почетак производње индустријских производа од ње. Међутим, најзначајнија примена нафте започиње од средине XIX века када је усавршен поступак за добијање петролеја, дуго времена употребљаваног за расвету.

Може се сматрати да је први индустријски широко коришћени производ добијен, наменски, од нафте петролеј, гориво за лампе. Традиционално гориво за лампе било је китово уље. Оно је био доступно само у ограниченим количинама, а цену су му повећавали и високи транспортни трошкови, од места производње до места потрошње.

Канадски лекар и геолог Аврам Геснер (AbrahamGessner) регистровао је 1852 патент за производњу релативно чистог и јефтиног горива за лампе добијеног из сирове нафте : Звао се нафта .

Амерички хемичар Бенџамин Силиман (BenjaminSilliman) објавио је извештај о многим корисним производима који би се могли добити дестилацијом сирове нафте. Силиман сугерише да се гориво за лампе добија дестилацијом нафте и накнадним пречишћавањем сумпорном киселином.

Проналаском мотора са унутрашњим сагоревањем крајем века и развојем моторних индустрија започиње значајна примена нафтних дестилата. Дестилацијом нафте до 200 °C добијен је бензин, до 280 °C дизелско гориво, док се остатак, након дестилације, употребљавао као лож уље, за производњу парафина, те битумена .

Што се пак тиче искориштавање природног гаса, он је значајније почео да се користе тек 1884. г, кад се Питсбург опскрбљује гасом помоћу гасовода из извора удаљеног 23 км. Гас се је користио за расвету, грејање и топлотне процесе.

4.3. Историја коришћења природног нафтног гаса

Као и нафта, човеку је био познат пре више хиљада година. Стари Кинези су га користили за осветљавање храмова у које су га доводили *цеводима* направљеним од бамбусове трске.

У току нове нафтне ере, у деветнаестом и почетком двадесетог века, ПНГ је сматран мање вредним производом у производњи и преради нафте па је од ње одвајан и углавном спаљиван на нафтним пољима. Практична употреба, за загревање станова, почела је крајем 19. века у САД у *Фредонији*, месту у држави *Њујорк*. Већа потрошња ПНГ за осветљење и за грејање започиње 1884. године у *Питсбург-у*. Тада је изграђен и први гасовод дуг 23 км. Од тада па све до почетка педесетих година 20. века, САД су биле и највећи светски произвођач и највећи потрошач ПНГ. Године 1929. САД су у светској производњи ПНГ учествовале са 93,5 %. Крајем осамдесетих година 20. века учешће у потрошњи свела се на само 30%. Међутим те промене нису биле последица пада производње и потрошње у САД, већ су настале због откривања нових лежишта, сталног раста производње и потрошње ПНГ у другим деловима света.

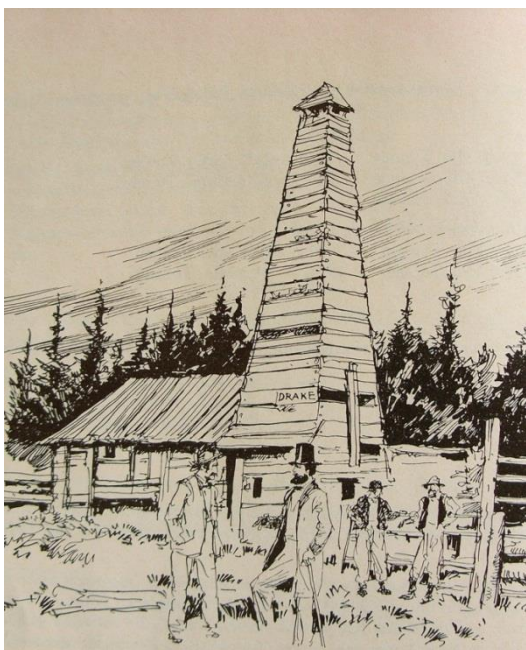
5.Историја експлоатације нафте

Нафта или сирова нафта је позната од најстаријих времена. Археолози су доказали да се почела vadити и користити око 5-6 хиљада година пре рођења Христа . Најстарији познати извори нафте су они на Ephrata (Pennsylvania) и Kerch, провинција Isfahan у Ирану (стара Персија), и у Кинеској провинцији Сечуан.

У САД-у (држава NewYork) 1627. г. и 1640. г. у Модени у Италији откривени су први извори нафте и реализоване прве бушотине које су се експлоатисале 200 година. Петролеј добивен из те нафте кориштен је углавном за расвету, као што је то било уобичајено у првим применама нафте, за уличну расвету у Генови и Парми (1803.г.).

5.1. Ера модерне нафтне индустрије

Ера модерне нафтне индустрије почиње 1859. г првим индустријски искориштавањем нафте у У.С.А (Западна Пенсилванија). Прву бушотину за нафту избушио је пуковник Дрејк (Colonel Edwin L. Drake) 27.08.1859. године. Пре овога се нафта скупљала из површинских језера, натапањем ђебади, која су након тога цеђена у бурад. Овако скупљена нафта углавном је коришћена у медицинске сврхе.



Дрејк бушене извршио у име америчког индустријалца Џорџа Х. Бисела (George Henry Bissell) за компанију Seneca Oil, за кога се сматра да је родоначелних Америчке нафтне индустрије. Бисел је имао иновативну идеју коришћења овог уља за производњу керозина, који је био јако тражен производ, као гориво за лампе. Након добијања потврде омогућности овог производа за ту намену, добијену од Бењамин Силимана Јр (Benjamin Silliman Jr),

хемичара са Yale, он и његов партнер, Џонатан Евелет (Jonathan Eveleth), формирају Pennsylvania Rock Oil Company за ову намену. 1856, након што је видео слике торњева за бушење извора слане воде (добијање соли, derrickdrilling), Бисел одлучује да га примени за бушење нафте. Овај покушај се сматрао смешним, а прво успешно бушење је извршио 27. августа 1859, пуковник Дрејк, на фарми у Титусвилу, у Пенсилванији. након овог успеха Бисел је наставио да инвестира у друге бушотине. Дрејк је нафту нашао на дубини од само 21,2 метара. Процес бушења вршен је ударном методом помоћу длета и ужета обешених о дрвени ђерам кога је покретала парна машина. Напредак у бушењу износио је 1 м/дан, укупна дубина бушотине је износила је 23 м.

1901. године у Тексасу избушена је прва бушотина ротационом методом, а прво длето са конусима су израдили Шарп и Хјуз 1908. године. Капетан Антун Луциц (Лукас) је 27. октобра 1900. започео бушење на подручју Биг Хилл, близу Беамонта у Тексасу. Уз употребу хидрауличке ротирајуће бушилице с непрекидним испирањем, пронашао је

нафту на дубини од 348 м. Тиме је започела нова ера налажења нафте применом ротирајуће бушилице.

5.2. Почечи експлоатације нафте у Европи

Према легенди, 1441 године је један монах на источној обали језера Tegernsees (Тегернсе се налази на око 50км јужно од Минхена у баварским Алпима) открио златно-жуте траке у језеру. Ове траке-трагови петролеја настали су његовим природним изливањем. На месту његовог изливања направљена је капела и у натпису из 1430 године се помиње извор уља. Овом уљу су приписивана терапеутска својства и названо је Свето Куринско уље (St.-Quirin-Öl). Коришћење овог уља у терапеутске сврхе привукло је велики број ходочасника. Нафта се користила у медицинске сврхе за кожане болести. Системско коришћење нафте у ове сврхе започело је 1735.

Због распрострањене индустријску употребу нафте из касног 19. века, холандска компанија Dordtsche Petroleum Maatschappу покушала је 1904, да пронађе резерве нафте на већим дубинама. након проналаска нафте на дубини од око 500 м. уследило је оснивање Првог Баварског Нафтног друштва (Ersten bayerischen Petroleum Gesellschaft mbH) и изградња 10 рупа за експлоатацију нафте на Tegernsees језеру. Експлоатација је трајала само до 1912, када су експлоатациони бунари били већ тако разводњени да се експлоатација више није исплатила. Међутим, у 1909 је дошао Холанђанин Adriaan Stoor, који наставља експлоатацију термалне воде, богате јодом и сумпором. Од 1922 године се на тој локацији оснива бања са термалном водом (Bad Wiessee).

5.3. Почечи коришћења нафте на Балкану

У историји придобијања нафте у северној Хрватској познато је неколико налазишта од давнина која се везују за земљотресе, копање бунара и сл Налазишта " Паклине " (природног битумена) и " уља " (нафте) била су разлогом да се неко село, део земљишта или поток назову нпр. Паклина, Пакленица, Паклењача, Уљаник и сл Још из 1836. године датирају први записи о томе да су у Пекленици, поред Мурског Средишћа, уз поток Бродец, сељаци вадили из природних извора земно уље. Звали су га „пекел“, и користили га за лечење људи и животиња те подмазивање кола. Било је то на имању грофа Јурја Фестетића (1815-1883.), тадашњег највећег велепоседника у Међумурју. 1856 године је забележено је да су продавци нафту продавали у околини, мештанима. Власт убрзо схватила да би нафта, петролеј, гас и угаљ у скорој будућности могле имати значајан утицај на државне приходе. Не желећи ништа препустити случају, тако је 1854. донесен Аустријски општи рударски закон, на темељу кога је убудуће за било коју активност везану за нафту требало тражити експлоатационо одобрење.

Гроф Фестетић одобрење је затражио и добио 20. августа 1856. што се сматра уједно и почетком прве комерцијалне експлоатације нафте на подручју Хрватске. Фестетићево поље названо је Ст. Георге распростирало се на око тристотињак квадратних метара на којем је за почетак било окно дубине око 4 метра. У почетку, како је забележено, су два мушкарца и једна жена нафту су црпили ручним чекрком, 20 до 25 мера нафте (240-300 литара) дневно зарадивши при томе надницу од двије форинте и два крајцара. Анализа је показала да је густина нафте била 0,948. Била је то тешка црна нафта, тада још непогодна за дестилацију у врло тражен и цењен петролеј за осветљење. Но, локални предузетници

користили су чињеницу да је изразито погодна као „коломаст“, па ју је Фестетић продавао по околним селима за ту намену. Експлоатација нафте рударењем у Пекленици се задржала неколико десетина година, а то и није била технологија с неком већом перспективом која би донела боље резултате.

Нафта се у почецима експлоатације у Хрватској више тражила по предосећају и срећи него по научним методама. И у том контексту рударење је било скупо и неприкладно за веће дубине на којима се претпостављало да постоје значајније количине „црног злата“. Решење је било у кориштењу бургија покретаних ручно или путем парне машине. На том пољу пионир на нашим просторима је био Вилхелм Сингер. Он је готово цели животи вијек провео у потрази за нафтом у Међимурју. Сингер је 1886. први пута у близини Фестетићевог рудног поља искористио бургију покретано паром, те тиме и започео индустријски начин експлоатације нафте у нашим крајевима. На подручју Пекленице направио је две бушотине, од којих једна и на 350 м дубине, али му је та нафта била с премалим уделом петролеја и по тадашњим стандардима некавалитетна.

6. Историја експлоатација нафте у различитим земљама

6. 1. The Oil Industry of Medieval Persia (Azerbaijan and Baku)

У околини Бакуа вековима су постојали природни извори нафте. Црна уљаста течност разливала се и уништавала плодна поља. Народ је због тога проклињао. Међутим, један од канова, који је у то време (VIII век н.е) владао тим областима, дошао је на идеју сличну Кинезима од пре хиљаду година, да се течна нафта може користити као уље за осветљење. Нафту је у мешинама од овчије коже караванима преносио и продавао чак и по далеким источним крајевима. Међутим, и то искуство је у каснијим ратовима нестало и заборављено.

Када Марко Поло 1264 посетио персијски град Баку, на обали Каспијског мора, који се сада налази у Азербејџану, видео је да се прикупља уље које цури. Он је написао да је "на границама према Грузији (Geirgine) постоји чесма из које нафта извире у великом изобиљу, пошто се може у тренутку може узети количина коју би требало да превози сто



бродова." Поред нафте која је цурела Марко Поло је такође видео спектакуларне вулканске ерупције блата, који су потицали од природног гаса извирали из блата и горели, у области вечне ватре Асферон Пенинсула "Eternal Fires of the Apsheron Peninsula", на полуострву југ-источно од Азербејџана у Каспијском мору, где кондензат и природни гаса продиру кроз поломљени шкриљаца и горе вековима.

У плитке јаме које су ископане у Бакуу у давна времена цури нафта и то олакшава њено прикупљање. Ручно ископане јаме од 35 метара (115 стопа) у употреби су од 1594. Ове рупе су у суштини извори нафте, што чини Баку првим правим нафтним пољем. 116 ових бунара у 1830 је производило 3.840 тона (око 710 до 720 барела) нафте.

Касније, је руски инжењер Ф.Н.Семиенов (F.N. Semenov) користећи алат са "каблом", 1844 избушио нафтну бушотину у близини Биби-Еибат-а (Bibi-Heibat) на Апсхерон полуострву, десет година пре чувеног пуковника Драке који је то урадио у

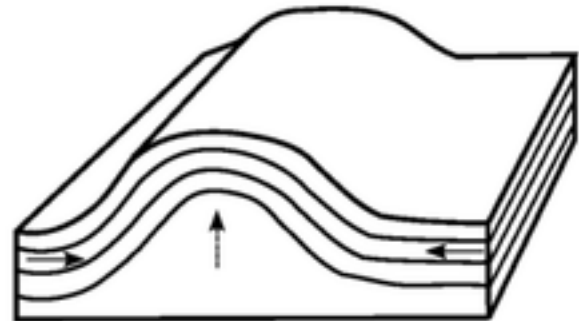


Пенсилванији. Такође, подморско бушење (offshore drilling) у близини обале почело је у Бакуу Биби-Еибат-украјем 19. века, отприлике у исто време када је прво подморска бушотина избушена у Америци у 1896 на Сумерланд нафтним пољима (Summerland) на обали Калифорније.

Баку који је био познат по спектакуларним нафтним изворима који су били у облику ерупција ван контроле, (gushers), као и по спектакуларним пожарима. Прва велика

ерупција, изазвана експлозијом, приказана је у кратком филму браће Лимијер (theLumièreBrothers) из 1896 године. Експлозија се десила 1873 на нафтном пољу које се налазило на Балакхани платоу (BalakhaniPlateau), високом делу терена Апсхерон Пенинисуле (Apsheeron Peninisula) испод кога се налази огромна антиклинада (anticline), која је одговорна за огромну количину нафте која се производила.

Антиклинала (грч. анти = супротно; клинеин = нагнути се) у геоморфологији је дио рељефног облика боре, односно у геологији представља позитивну структуру у Земљиној кори, тј. подземљу. Подразумијева да је низ повезаних слојева (таложно, стратиграфски, тектонски) попримио једнаки позитивни облик, односно конвексан облик усмјерен према површини терена. Уз појам синклинале то је најпознатији геолошки структурни облик у подземљу. Врло је важан за накупљање лакших флуида у подземљу, нпр. нафте и гаса у стијенама примарно засићеним водом. Настанак антиклинале једноставно је објашњив стресом усмјереним према средишту структуре (слика), када се средишњи дио структуре издиже, док се крила исте спуштају.



Балакхани поље је током 1870-их било највеће нафтено поље у свету. Још један гигантска антиклинала на Биби-Еибат (Bibi-Eibat) приобаљу, на јужној страни полуострва, простире од земље, па до испод морске површине у заливу. Низ великих произвођача нафте, почевши са Zeunalabdin Taghiyev средином 1880-их, направили су од Биби-Еибат једно од највећих нафтних поља на свету. Руски инжењери, схватајући да је се експлоатација нафте може проширити и на територију која је у приобаљу испод мора, почели су пуњење и пражњење залив у 1909 дао могући наставак бушења. За преко 300 хектара (741 хектара) су проширили нафтено поље до 1927, што овај пројекат чини други по величини пројекат овог типа, од њега је већа само изградња Панамског канала.

6. 2. Почети прераде и проучавања нафте у Русији

У руској литератури наводи се да је прерада нафте у Русији почела 1745. године. Те године је крај реке Ухте **Фјодор Прјадун** (*Фёдор Прядунов*) остварио прву дестилацију нафте. Међутим, много више се зна о браћи **Дубињин**, земљорадницима, који су 1823. године на Северном Кавказу, у околини града *Моздока* на некој врсти примитивног уређаја за дестилацију "*црну нафту прерадивали у белу*", како се тада говорило. Добијени производ тада је називан уљем за осветљење - "*фотоген*".

Пошто се нафта лако могла наћи на богатим природним изворима, а како је *фотоген* постао веома атрактивно средство за осветљење, већ после 1860. године, на темељу искуства браће Дубињин, радиле су у том крају многе мале дестилације сличне казанима за печење ракије. У Бакуу је 1869. год. радило 23 постројења за дестилацију, која су производила углавном керозин за осветљење. Добијени производ је разношен бродима читавим Каспијским језером и Волгом и коришћен за осветљење у северним реонима Русије и по земљама Блиског Истока. Треба истаћи да је у том периоду коришћена само средња фракција као уље (петролеј) за осветљење, а лаки дестилат (бензин) и остатак дестилације (мазут), спаљивани су у посебним јамама јер им није била нађена примена.

Права рафинерија за прераду нафте у Русији започела је са радом 1875. године у граду Баку, на Западној обали Каспијског језера. Оснивачи су били Швеђани, браћа **Нобел - Лудвиг и Алфред** (*Nobel, Ludwig, Alfred*). Они су касније организовали и први транспорт нафте реком Волгом и вагон цистернама железничком пругом, а затим су изградили и први нафтовод.

У рафинерији браће Нобел први пут је примењена батерија котлова у којима је вршена континуална дестилација. Пројектовали су је инжењери А.Ф. Инчик (*А.Ф. Инчик*), В.Г. Шухов (*В.Г. Шухов*) и И.И.Јељин (*И.И.Елин*). Када су инжењери **В.Г.Шухов** и **О.Љениц** (*О.Лениц*), 1876 године конструисали индустријски пламеник за употребу течних горива, мазут више није бацан већ је коришћен као гориво за парне котлове.

Димитрије Ивановић Менделјејев (*Дмитрий Иванович Менделеев 1834-1907*) био је професор хемије на Петербуршком универзитету и творац Периодног система хемијских елемената. Први је схватио да је нафта драгоцен хемијска сировина и позивао је хемичаре да се позабаве начинима за њену прераду. Према његовим упутствима 1876. год. у бакинској рафинерији почела је прерада мазута и производња минералних мазивих уља. Једно такво уље било је изложено на Светској изложби у Паризу 1876. године, где је побудило велико интересовање. Бавећи се проучавањем тешких фракција нафте **Д. И. Менделјејев** је вршио и термичко разлагање и дао прве радове о реакцијама које су касније назване *крековањем*. По његовим саветима тим испитивањима се даље бавио **А.А. Љетниј** (*А.А.Летний 1848-1884*). Он је практично открио и индустријски остварио пиролизу нафте и производњу ароматичних угљоводоника. **Љетниј** је 1875.године написао први уџбеник о нафи, а 1879.и монографију о крековању у којој је објавио и све и Менделјејевљеве радове.

Као признати научник, **Менделјејев** је 1894. год. промовисан у доктора *Оксфордског* и *Кембриџског* универзитета, а 1905.г одликован и медаљом Краљевског хемијског друштва.

В.Г.Шухов и **С.П. Гаврилов** су 1890. године патентирали постројење за континуалну оевну дестилацију нафте. Оно се састојало од цевне пећи, испаривача, ректификационе колоне и размењивача топлоте. Био је то прототип савремених постројења те врсте.

У Русији су први речни и морски танкери за нафту почели да се користе од 1904. године. Исте године почела је и производња нафте на пољима у околини града Грозног, западно од Каспијског језера. Године 1905. био је изграђен први цевовод за транспорт петролеја за осветљење, од Бакуа до Батумија на Црном мору.

Проучавањем нафте у Русији рано су се почели бавити њени најпознатији хемичари, који су дали и велики допринос познавању хемије и технологије нафте. Прва испитивања вршио је отац руске хемије **А.А.Воскресенски** (*А.А. Воскресенский 1809-1880*). Даља испитивања наставио је његов ученик **Д.М. Менделјејев** који је покренуо и многе друге хемичаре.

А.М.Бутлеров (*А.М.Вутлеров 1828-1886*) остварио је синтетизу неких угљоводоника који су нађени у нафти. Његов ученик и сарадник **Марковников** (*Б.Б.Марковников 1838-1904*), испитивао је бакинску нафту и нашао да 80% њених угљоводоника чине засићени

молекули опште формуле C_nH_{2n} . Пошто им није знао структуру, назвао их је "нафтенима".

Николај Димитријевич Зелински (*Николай Дмитриевич Зелинский* 1861-1939) је радио на синтези нафтена, затим на хидрогенацији, десулфурацији и на каталитичком крековању, данас опште познатим и веома важним технолошким поступцима. Радови **Зелинског** познати су широм света.

И.М. Губкин (*И. М Губкин*) је 1920 основао у Москви прву катедру за технологију нафте и гаса, која је касније прерасла у чувени Губкинов нафтни универзитет са бројним самосталним факултетима.

6. 3. The Early Oil Industry of Poland and Romania

Карпати у Пољској обилују нафтним изворима, и Карпатска уље, које је узимано из руком ископаних јама, већ од 1500-те године се користило као гориво за уличне лампе, да би се осветљавале улице Пољског града Кросно. Нажалост, уље које је кориштено је тамна, вискозна течност која је правила проблеме код коришћења, јер је загушивала лампе. Ово уље је, такође, приликом горења ширило непријатан мирис и чађавило више од других уља за лампе, која су се правила од животињских масти и лоја.

Игнациј Лукасиевиц (*Ignacy Lukaszewicz*), Пољски апотекар из Лавова (Lvov, сада Украјина), видео је потенцијал у коришћењу овог уља у лампама као јефтине алтернативе



скупом китовом уљу. Да би сагоревање горива било чистије, он је почео да експериментише са техникама за дестилацију, усавршивши технику дестилације раније др Абрахам Геснера (*Dr. Abraham Gesner*) из Канаде, да би произвео чист керозин из смрдљивог природног уља. Његови експерименти су постали познати, а европска нафтна индустрија је рођена мрачне ноћи 31. јула 1853, када је Лукасиевиц позван у локалну болницу да обезбеди светлост из једне од његових лампи за хитне операције. Импресионирана његовом проналаском, болница је поручила неколико лампи и 500 кг керозина. Лукасиевиц је нашао пословног партнера и 31. децембра 1853 отпутовао у Беч, престоницу Аустро-Угарске, да региструје свој процес дестилације. У исто време је патентирао и керозинску лампу, коју је 1859 године патентирао Амерички проналазач *Robert Dietz*, па се не зна које заиста проналазач керозинске лампе.

Да обезбеди сирово уље за свој бизнис, производњу керозина, Лукасиевиц је почетку прикупљао густу, лепљиву сировину из плитких, ручно копани бунара у региону, Горлице (*Gorlice*) области у Карпатима око 50 миља западно од пољског града Бобрка (*Bóbrka*). Наредне године, он удружио са Титус Трзециески и Миколај Клобасом (*Titus Trzeciecki* и *Mikołaj Klobassa*) да отвори "рудник уља" у Бобрки, код кога се сирова нафта испумпавала из ручно избушених, 30 - 50 метара дубоких бунара.

Касније, су избушени бунари дубоки око 150 метара су избушене из којих се експлоатисала светлија, квалитетнија сировина од које се дестилицијом производио керозин. Остали предузетници ископали су сопствене бунаре, а савремена пољска нафтна

индустрија почела је да се развија од 1857, када су избушени бунари у Бенд (Bend) североисточно од Букуријешта, на румунској страни Карпата.

Две године касније, пуковник Едвин Дрејк (Colonel Edwin Drake), који је можда имао сазнања о дешавањима у Пољској, буши свој чувени бунар у Пенсилванији, догађај који погрешно означен од многих у индустрији као бушење "прве нафтне бушотине".

Многе од првих бушотина су копане ручно. Друге, су бушене еластичним стубовима и алатима на сајлу. Парни мотори су почели да се користе за буђење бунара на нафтним пољима у Пенсилванији током Америчког грађанског рата, а Томас Бард је раширио коришћење парне машине слањем опреме и радника из Пенсилваније у Калифорнију, 1865. Парна машина у бушењу нафте је први пут коришћен у Пољска две године касније у 1867 да би се избушио бунар на Клецани (Kleczyan), 60 километара западно од поља Бобрка. Парни погон за бушење је свој деби на Бобрки имао неколико година касније, негде између 1870 и 1872. Коришћење парне машине за погон омогућило је дубље и лакше бушење, па су врло брзо, у року од неколико година готово сви извори нафте, како у Сједињеним Државама и Европи, били бушени механички.

6.4. Експлоатација и прерада нафте у Румунији

Експлоатација нафте у Румунији има дугу историју. Румунски акумулације нафте су у распону од 100 до 4800 м дубине и дебљине од неколико метара до неколико десетина метерс. Резервоар стене (reservoir rocks) састоје се од слојева пешчара и кречњака који су смењују са слојевитим нафте густине од 14 до 37 ° АПИ. Главни резервоари су у Моеси (Moesic) платформи, Меридионал или источне Карпатске депресије (Meridional or Eastern Carpathian Depression), Панонске Платформе (Pannonian Platform) и континенталном прагу Црног мора (Continental Shelf of the Black Sea). Резервоари су различитих старости, из различитих геолошких периода, од горњег плиоцена (ободи Левантинског басена, који се налази у источном делу Средоземног мора Левантинке) (Pliocene (Levantine)) до доњег Тријаса.

Прва потврда коришћења нафте датира из другог века, и она се помиње у археолошким открићима у Суцидава, Томис, Хистрија и Таргсорул Вехи, (Sucidava, Tomis, Histria и Targosorul Vechi), а ово се потврђује и у новијим археолошким открићима током наредних векова. Доказ да се се нафта употребљавала нађен је на грнчарији која датира из 2. гог до 16-ог века, на којима има много трагова уља.

Први документ из Румунске историјске покрајине Молдавије је од 4. октобра 1440, а први записи који помињу уље из Влашке датирају из 1517. Почетак, експлоатација сирове нафте, описан је као скупљање нафте из плитких јама и ровова у изданцима у Суб-Карпатској области. Техника експлоатације је укључивала и копање малих рупа у земљу, где се сакупљало гориво уље, док је сирова нафта каналима вођена кроз јарке ка јами у којој је прикупљана. Исцрпљеност од ових такозваних „изданака“ довело до експлоатације сирове нафте у дубини путем технологије преузетих из других индустријских грана. Такозвана "уље купка", на пример, је увезена из индустрије угља, а интензивно користи од касног 16. века до 19. века. У исто време је кориштена и техника добијањем уља, испирањем, упумпавањем воде у природан извор нафте. Известан напредак је

остварен када су почете да се ископавају јаме ископана, квадратног и кружног облика у зависности од дубине поља нафте.

Први писани траг везан за прераду нафте и кориштење производа, што представља почетак Румунске нафтне индустрије датира од 1769 са документом о рудиментарној екстракцији сирове нафте у Молдавији од Димитрија Кантемира (DimitrieCantemir), краља Молдавије, који је написао документ "Опис Молдова (DescriptioMoldavie)." Први документи потврђују постојање мазута на данашњој територији Румуније, тадашњој међутим, Римској провинцији Дакије (*Dacia*). Међутим како се екстрахује уље названо пикула (*picul*) или за шта је коришћен мазут није поменуто.

До друге половине 19-ог века, употреба уља је ограничена на подмазује точкове вагона, у емпиријском лечењу болести животиња, а понекад чак и за људске болести. За ово су у својим списима дали потврду DimitrieCantemir и принц princeAlexandruSutu.

Прва рафинерија у свету основана је у Румунији у Lucacesti-Bacau, и 1840 је била у власништву NChoss, а 1844 М. HeimsohnЗа прву опрему специјално направљену за прераду нафте сматра се "нафтна пумпа" која је употребљена у овој рафинерији.

Ова „рафинерија“ је била само једноставна ручна радионица, опремљена са елементарним методама које су користили за рафинисање систем сличан оном за добијање "туица" у сељачком котлу.

Țuică (Румунски изговор: [ˈt͡ɕujkə]; понекад се пишеțuica, tzuika, tsuika, tsuica, ortzuica) је традиционално Румунско алкохолно пиће које садржи 28–60% алкохола по запремини (обично 40-45%), припремљен само од шљиве. Друга алкохолна пића која су произведена од неког другог воћа или од зрна житарица називају "рацхиу" или "рацхие" ("rachieu" or "rachie").

Прву индустријску дестилацију, што означава почетак индустријске прераде, саградила су браћа Мехединтеану (Mehedinteanu) на периферији града Плоиести (Ploiesti), у близини Јужне станице, у улици Буна Вестире (BunaVestireStreet)174.

Рафинерије инсталације су биле прилично примитивна, сва опрема је изградити од гвожђа или сировог гвожђа. Цилиндрични судови, за дестилацију су загревани директним пламеном, добијеним ложењем дрвета. Ова опрема је израђена у Немачкој од стране Молтрехт компаније (Moltrrecht company) која је изградила котлове за дестилацију битуменских шкриљаца. У децембру 1856 почиње изградња фабрике гаса у Плоиестију (Ploiesti), у име Марин Мехединтеану (Marin Mehedinteanu).

1856, браћа Теодор и Марин Мехединтеану (Theodor и MarinMehedinteanu) по савету хемичара Михај Алеке (MihaiAlexe) и уз помоћ апотекара Хеге (Hege) почели судестилацију сирове нафте, да би добили лампе уља. Као последица њиховог открића, они су учествовали у конкурс за осветљење улица у Букурешту (Bucharest), њихова понуда буде прихваћена. 1. априла 1857, Букурешт је осветљена са уљном лампом, и постаје први град у свету који користи такав производ за јавно осветљење.

У Румунији је 1857 почела са радом прва комерцијална експлоатација нафте. До 1861 нафта је бушена - коришћењем примитивних метода, ударном техником са каблом и

еластичном граном и ручном спиралном бургијом. Бунари за експлоатацију су бушени до 150m, Прво механичко бушење започето је 1861 у Тарга Окни (Targu-Осна).



Развој производа напредује полако до 1857, а по првој статистици из те године, Румунија је са прерадом од 275 т/дану означена као држава са највећом рафинеријском прерадом, 1862 је експлоатација и прерада достигла 3000т/дану (милион тона годишње), а 1880 је продукција скочила на 15900 тона. Сво ово време су по продукцији иза Румуније биле САД 1859, Италија 1860, Канада 1862 и Русија 1863.

1857, пуштена је у рад рафинерија у Плоештију (Ploiesti), а 1858, дестилерија мазута је изграђен у Брашову (Brasov), важном економском, политичком и културном центру.

Период између 1858 - 1895 године карактерише умерено напредак румунске индустрије, и живот људи се знатно променио, захваљујући развоју индустрије мотора. Појава првих аутомобила, авиона, локомотива и пароброда доводи до потребе производње, све више и више бензина и дизел уља.

1886 – инжењер Јон Георгиу (Ion Gheorghiu) из компаније DV Hemia, гради рафинерију која је имала капацитет 125 тона, која се налазила на платоу поред аутобуске станице Буцеа (Bucea) - Исти инжењер је 1887 године на ушћу реке Дофтана (Doftana) на дубини од 145 м, пронашао нафту, а бушотина која је избушена је имала капацитет 500 тона / дан. 1890 године је постављена конструкција (скела, scaffold), на 5 бушотина, што је први пут забележено у експлоатацији нафте.

Већ увелико развијена нафтна индустрија у Румунији 1895 године уводи „Закон о рудницима“ који регулише производњу сирове нафте. 1896 основана је Румунска нафна компанија Стеауа Романа (Steaua Romana), са рафинеријом капацитетом прераде од 1200 тона / дан, што је у то време била најмодернија и највећа рафинерија на свету. За енергетско напајање рафинерије 1897 године Холандска компанија "Amsterdam", је на реци Прахова изградила хидроелектрану од 220 kW, која ће се након пуштања у рад користити и за копање три бушотине, што представља прво буђење нафте на електрични погон.

На почетку 20-ог века, производња нафте у Румунији регистровала је спектакуларну раст у односу на 1857 годину, у 1900 години, обим извађеног сирове нафте био је 250.000т, што је представљало 1,22% од светске производње.

Године 1913, Румунска индустрија је почела увођење нових технологија и опреме високих перформанси, за експлоатацију и прераду, па се по експлоатацији нафте налазила на петом месту у свету, и покривала је 3,53% од светске производње.

Нагли почети развоја аутомобилске индустрије изазивали су масовна, велика улагања у истраживања, експлоатацију и прераду нафте.



Познати историчари (Jean Jacques Berreby, Rene Sedillot, Francis Delasi, Pierre L'Espagnol dela Tramerye, Cessare Alimenti, Anton Zischa, Edward Word, Edgar Faure, Daniel Durant etc), описујући односе у нафтној индустрији тог времена у Румунији, наглашавају вредност нафтног богатства и борбе великих сила да монополизују нафтна налазишта.

Предности Румунског простора, као произвођача нафте, био је њен географски положај, ближе Западу, компаративно са другим великим произвођачима, као и висок квалитет нафте (са садржајем 15-25% бензина, 20-30% уља за лампе, 2-8% уља, 44-56% остатака мазута), а такође и заступљеност објектанеопходни за транспорт (по мору и на Дунаву).

На почетку Првог светског рата, производња и извоз нафте и нафтних деривата је озбиљно смањен, и почели су да се опорављају тек после 1924. Ово је изазвало опште стање у земљи након рата.

У периоду 1911 - 1920, Румунија је заузимала друго место у Европи (после Русије) и пето у свету (после САД, Русије, Мексика, Холандске Индије), са производњом 13,152 милиона тона нафте, у 1935 је регистрована годишња производња од 8.385 милиона тона, око 2 милиона тона више него у 2002, И на тај начин је одржавала друго место у Европи и подигла се на четврто месту у свету (после САД, Русије и Венецуела). Производња нафте је расла непрекидно, чак и за време Другог светског рата, достижући 12 милиона тона у 1965 и максималну количину свих времена - 15 милиона тона - 1977. После 1977, почиње пад експлатације и производње. Данас, Румунија заузима једно од последњих места у Европи у вези са производњом петрохемијских производа.

6. 5. Историја експлоатације и прераде нафте у Америци

Може се претпоставити да су стари народи и на Западној хемисфери знали за нафту, са којом су се сигурно срили на природним изворима. Међутим, о њеном коришћењу нису сачувани значајнији записи. Према неким изворима Индијанци су у Северној Америци нафту користили као лек.

Oil Creek у западној Пенсилванији, је подручје богато нафтом, у коме се густа нафта у дебелом млазу изливала у оближњи поток. За ово изливање знало је локално становништво, Сенека Индијанаца, једне од племена Ирокеза, који су користили уље као мелем, средство за заштиту од комараца, средство за чишћење и средство за ојачавање.

Током XVII века нафту су користили бели досељеници, који су се с њом упознали преко Индијанаца за лечење рана на коњима и за подмазивање осовина запрежних кола. Поред тога, многи досељеници такође су веровали да су ова уља су лековита, а путујући трговац, "торбарима" је продао боцу нафте, већ 1792, као лек за све, који се зове "Сенека Уље". У близини Алегени и долини реке Кискиминетас (Allegheny and Kiskiminetas), такође је било нафте. Ова нафта није избијала на површину земље, али је откривена још 1815 јер је загадила неколико сланих бунара, који снабдевали индустрију соли у области Питсбурга.

За прву бушотину у Северној Америци сматра се бушотина Торла-Мек Ки (TheThorla-McKeeWell), у области Noble County, у Охају.

У 1814, Silas Thorla и Robert McKee су почели да буше бунаре близу места где је јелен дошао да лиже со. То место је било у држави Охајо, две миље источно од Калдвела (Caldwell). Бушећи со они су добили и мало уља и гаса. Не желећи да губе, добијањем уља, као нузпроизвода, они су покушали да му пронађу примену. "Можда бисмо могли да га спаљујемо у домовима", предложио је McKee. Код пробе уља за ту примену, читава кућа се испунила густим димом. Тек после 1859, када је усавршена рафинација нафте, нафта је почела да се користи у кућама.

Неке комшије окусили су нафту и рекли, да на основу укуса, требало је да буде добра као лек. Thorla и McKeesу испумпану воду, со и уље стављали у велика бурад. Сутрадан је уље



испливало на површину, и они су га скупљали вуненим ћебадима, апсорбцијом са врха слане воде. Ћебад би након тога цедили, а добијено уље су стављали у боце и продавали као "Сенека Оил", лек за реуму, прехладе, посекотине, болови, и оно што мучи вас.

Бушотина се састојала од шупљег стабла пободеног у земљу, дужине око 5,5 метара и пречника мањег од 1м. У средини се налази отвор

дубине од око 10 метара до 60 метара. (У различитим изворима, дате су различите дубине, а права дубина данас не може да се одреди) Данас, ова оригинална бушотина и даље даје слану воду, уље и гас, али у ограниченим количинама.

Након Thorla-McKee бушотине, со се експлоатисала и у Kentucky и West Virginia, уз продукцију нафте и гаса као нуз производа.

6.5.1. Бушење браће Рафнер у Вирџинији

Браћа Рафнер (Ruffner)су прве особе за које је забележено у западној хемисфери, да су почели "бушење", бунара за разлику од "копања". (J.E. Brantly in the *History of Oil Well Drilling*). Они су познати по томе да је да је њихов „проналазак“, везан за развој алата за бушење постао готово одмах стандардна опрема која се користи од стране многих других „бушача“ у индустрији експлоатацији соли.у индустрији експлоатацији соли.

Они су бушили на десној обали Велике реке Канавха (Kanawha) унутар градских граница онога што је сада Чарлстон (Charleston), Западна Вирџинија (West Virginia). Та бушотина је била намењена за добијање слане воде од које се екстракцијом добијала со, за брзо снабдевање све већег броја досељеника у овом пограничном региону, који је тада био у држави Вирџинија.

Прво побољшање које су увели је обезбеђење бушотине да се не пуни блатом и песком, кроз који тече слана вода. Да би то постигли и обезбедили да се бушотина добро формира, у бушотину су убацивали шупље дрво, унутрашњег пречника око 1,2 метра, и то дрво су

фиксирани са обе стране, предходно ископаног квадратног отвора. Овим су блокирали квадратни отвор са обе стране. То се технички назива "жвака", и служи да вертикално постављено стабло држи у вертикалном положају. Убацавање шупљег стабла је спречавало да се мање слана вода меша са сланијом.

У припреми бушотине браћа Рафнер (Ruffner) нису имали никакво искуство, нити су имали у земљи са било киме да се консултују. Ипак, се примећује да су имали неко знање или искуство везано за бушење каменолома. Након затварања површине воде они су закључили, да се количина воде која излази из отвора централно постављеног дрвета смањује, па да је потребно отвор продубљивати.

Знали су, међутим, да се у каменоломима операција бушења рупа започиње кратким длетима и како се дубина рупе повећава дужина длета се продужује. пуцао рупе неколико метара дубоко су избушене у стени са челичним длето бушилице по упадљиво кратке бушење зуба, са чекићем у плитким рупама и пада челичне длета са продуженим дршки у дубљим рупе. Како су имали дубину отвора већу од 5 метара, даље продужавање длета било је проблематично. Браћа Рафнер (Ruffner)су се досетила да направе длето од 3 метра са куком на врху и тежином од 13-15 кг. који су везали конопцем за еластичну грану са рачвастим ослоном у средини.

Платформа на којој двојица могао да стоји, била је фиксирана на врху; а подигнуто еластично стабло ослоњено на рачvasti ослонац у близини. На другу страну еластичног стуба био је окачен конта-тег, направљен од половине виски бурета. На еластичан крај стабла који је био изнад отвора, био је окачен алат и конопци којима су радници могли да повуку стуб и подигну контра.тег. На овој опреми је радио један радник, који се налазио унутар квадратног отвора у земљи, који је имао лопату и крамп и три или четири човека која су управљала еластичним стубом.

Када су 15th of January, 1808 постигли задовољавајуће резултате у количини слане воде, отвор у стени је био 12 метара, 17,5 метара од површине.

У суштини, слични алати, као и основни принципи бушења употребљавају се све до данашњих дана. Једнако или још важнији резултат бушења ових бунара за добијање соли је да се приликом бушења методом браће Рафер, код експлоатације слане воде откривала нафта и гас као нуз производ. Ови нузпроизводи су се дуго годината користила, као такви, нафта, без обраде, као лек, а природни гас за загревање слане воде и екстракцију соли из ње.

Браћа Рафнер(Ruffner)су бушили 18 месеци, и за то време су кроз темељ од 12 метара избушили бунар од укупне дубине од 18 метара. Да би повећала ефикасност бушења извели су одређене иновативне промене у методи бушења са каблом.

За ово се сматра да је један од три најважнија бунара бушена у Америци. Друга два су Дрејково бушење 1858-59 близу Титусвилле, Пенсилванија, а трећи су бунари великог Лукас (Lucas) који је бушио 1900-01 близу Беаумонта (Beaumont) у Текасу (Texas),

6.5.2. The Early Oil Industry of Pennsylvania

Године 1849.апотекар, **Самјуел Кур** (*Самуел Киер*) је у околини Питсбургх-а (Пенсилваниа, САД), у једном од очевих бунара из којих је вадио слану воду и производио

со (слично Кинезима у II веку п.н.е.), нашао црну течност врло непријатног мириса. Прво је био забринут, али када је сазнао да се нешто слично у њујоршким дрогеријама продаје као лек, према нечијем упутству почео је и он на примитиван начин да дестилује нафту и да дестилат, који се по боји није много разликовао од саме нафте, продаје у малим бочицама, као лек за многе болести. Семјуел Кир (Samuel Kier) је свој производ, назвао "Пенсилванијско камено уље", али се његова продаја одвијала са мало успеха. Једног дана, пуковник А.Ц. Ферис (A. C. Ferris), дилер китовог уља, обрадио је малу количину Киеровог "тоника" да би направио лакше уље које добро сагорева у лампи. Када Киер чуо за ово, он је почео да користи опрему за добијање вискија (one-barrel whiskey), да би своје уље претворио у уље за лампе. Како му је посао са продајом почео да се развија проширио је своју опрему, за 5 пута (капацитет 5 барела, око 600 литара). Након тога што је Киер надоградио своју опрему власти Питсбурга су га натерали да се пресели своју опрему у предграђе из страха од експлозије. Пошто је квалитет добијеног уља био евидентно бољи, мање је смрдело и мање димило и чађавило лампе, Киер је брзо успео да прошири тржиште на западну Пенсилванију (специјално Питсбург) и Њујорк. Због све веће потражње почео је да се појављује проблем са стабилним снабдевањем сировином.



Oil from natural seeps had been used as a balm by Native Americans. In 1848, Samuel Kier bottled and sold "Rock Oil" proclaiming its "Wonderful Medical Virtues."

1853, Френсис Бруер (Francis Brewer), лекар из Титусвила (Titusville) лекар, узима узорак нафте који су у пилани Brewer, Watson and Company користили за лампе за осветљење и узимали из уљног извора (Oil Creek), који се налазио на фарми на којој је била пилана. Узорак уља носи га у

Dartmouth College на испитивање. Научници из овог колеџа су утврдили да је донешени узорак добар као средство за подмазивање и гориво за лампе.

Када је Џорџ Бисселл (George Bissell), адвокат из Њујорка, који је био упознат са Киер бизнисом, дошао у посед узорака са Dartmouth College схватио је колике му то пружа пословне могућности.

Ангажовао Бењамин Силимана Јр. (Benjamin Silliman Jr.) са Универзитета Јејл, вероватно око 1854, да испита на који начин би могао од Сенека уља да добије уље за лампе. Силлиман је успешно дестилованао уље у неколико фракција, укључујући и уље за осветљење познато као керозин.

Хемичар **Силлимен** (Ј.Б.Силлиман, 1779-1864, професор Јејлског универзитета -*Уале Унверситу*), након што је извршио је дестилацију нафте, записао је: "Екстракт који сам добио загревањем ове чудне материје лак је и запаљив, гори блиставом светлошћу. Из нафте се могу једноставним начином извући драгоцене хемијске материје". Био је то доказ да нафта није униформна, једнородна материја, већ да се ради о смеси компонената које се дестилацијом могу раздвајати и користити у различите сврхе. Међутим, тада то није било тако схваћено и прихваћено и откриће нафте као значајне сировине опет је одложено за касније.

Након што је Бењамин Силимана Јр. потврдио висок квалитет донешеног узорка (у свом извештају од Април 1855), Џорџ Бисселл је нашао пословног партнера Jonathan G. Eveleth

и одмах купио Brewer, Watson and Company, са извором нафте и уз добијену финансијску подршку за формирање формирао "Pennsylvania Rock Oil Company". У Конектикату, Таунсенд (James Townsend) убедио једног познаника, Едвин Л. Дрејка, незапосленог кондуктера у жељезничкој компанији, који ту случајно је боравио у исто време, да купи удео у друштву.



Његов извештај о томе довели су до тога да Бисел и Товнсенд именују Дрејк-а као генералног заступника за компанију и да га 1857 ангажују да посети Титусвиле, град је лежао на уљном пољу. Његова једина квалификација, везана за бизнис са нафтом је била што је имао бесплатан превоз жељезницом, што је смањивало трошкове тек основане нафтне компаније. Иако Дрејк никада није био у војсци, када се вратио у Титусвиле следеће године да почне са радом као агент Сенека нафтне компаније, његови послодавци га почињу ословљавати као пуковника, да би свом предстојећем подухвату везаном за испитивање могућности експлоатације нафте дали већу важност и поштовање.

Дрејк је постао додатно укључени и отишао у Титусвиле да испита Бревер и Ватсон Фарм (the Brewer and Watson Farm). До марта 1858, Бисел анд Евелет компанија је постала "Seneca Oil Company".

Историјски гледано, експлоатација нафте је почела из Oil Creek, потока у који се она природно изливала и који је преграђен да би се направило језерце, са чије површине се она лакше скупљала. Дрејк је покушао да сакупља нафту која је већ пре тога скупљана за подмазивање машине у оближњем млину. Овим побољшањем у ефикасности успео је да повећа количину скупљене нафте са 12-15 литара дневно, на још увек неисплативу количину од 20-35 литара. Са радницима је покушао да избуши рупу и да добије нафту из земље помоћу експлозива, али овај метод се није показао довољно добрим, јер је нафта нагло покуљала и спречила раднике да наставе посао. Коначно, Дрејк је одлучио да избуши бунар и пронађе извор нафте, користећи опрему са парним погоном која се



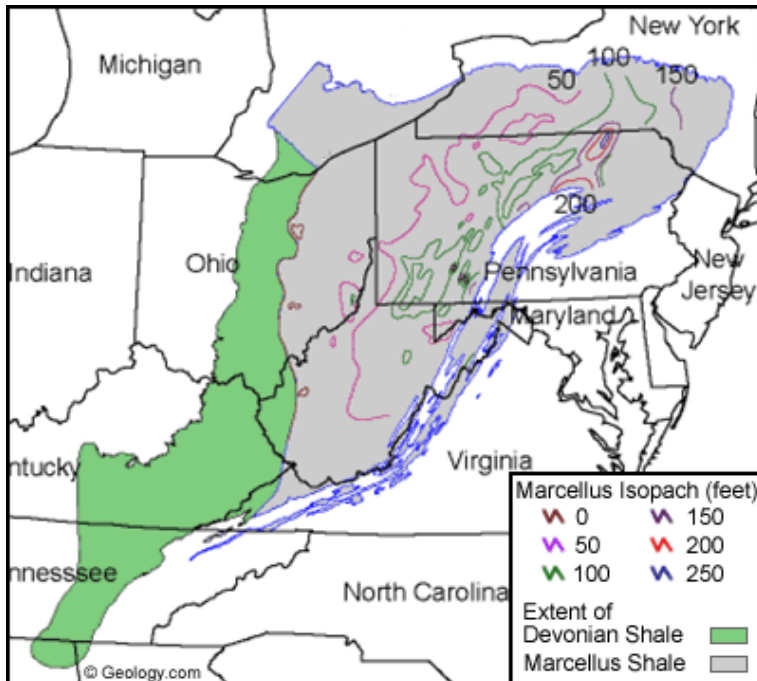
користи за бушење бунара сланој води. Побољшање које је Дрејк применио је убацивање, први пут у историји гвоздене цеви, да би заштитио бушотину.

Унајмио је ковача који се звао "Били" Смит, и који је радио на бушењу бунара за слану воду, за Кира (Kier) и остале у области Питсбург (Pittsburgh). Смит, са сином Самуелом, почео је бушење у лето 1859. Иако је напредак био спор, обично 1 метар дневно, јер је подлога била од тврдых шкриљаца, они су 27. августа постигли дубину од близу 19 метара. Средства којима је располагао Дрејк била су на измаку. Када су

Edwin L. Drake

следећег јутра Били и Самуел извукли свој алат из рупе, приметили су да ниво нафте у рупи расте.

Након инсталирања ручне пумпе позајмљене из локалне кухиње, у почетку је Прва Дрејкова бушотина имала су производњу од 28 барела нафте дневно, односно, 4452 литра (1 барелл = 158,987 литара), након тога се производња стабилизовала на 10 барела дневно цца. 1,5 м³/дневно и то је трајало више од годину дана. У почетку цена нафте била је 20 \$/барелл. Међутим, већ 1860. године пала је на 2 \$/барелл, да након године дана падне и на 0,52 \$/барелл.



Иако Драке није избушио прави нафтни извор, ово је био почетак једне идеје, о индустријској експлоатацији нафте. Титусвилле се трансформисао, готово преко ноћи од мирног фармерског града у град са нафтним пољима, блатњавим путевима и на брзину изграђеним дрвеним торњевима и бучним парним машинама. (Према руским изворима прва нафтна бушотина остварена је 1856. године у Русији, код Краснодара, између Азовског мора и Кавказа. Међутим, та

"мала историјска грешка" тумачи се slabим везама и недостатком привредних информација на релацији Русија - Западна Европа - Америка.)

Бушења су у почетку вршена такозваним ударним системима, што није било довољно за веће дубине. Касније се техника усавршавала па се за дубље бушотине користе специјане бушаће гарнитуре и ротациони системи.

Експлоатацијом нафте коју је нашао Дрејк у близу Титусвилу, почела је масовна експлоатација нафтних извора у том региону, региону Апалачи планина, првом и најдуже експлоатисаном нафтном региону у Америци. Утврђено је се Апалачи нафтни поља протежу у дугом, танком појасу који се протеже одсевероистока ка југозападу дуж западних бокова Алегени висоравни (Allegheny Plateau), и спаја западни Њујорк, преко западне Пенсилваније, западну Вест Виргинија са Охајом, Кентакијем, и Тенесијем на истоку.

Геолошки, округ лежи у Appalachian геосинклинале (депресија великих размера у земљиној кори који садржи веома густе депозите.) или Appalachian базен, у којима се седиментни палеозоични депозит утврђено је да потиче из новијег периода Карбона, и да доминира депозит створен током Мисисипија (пре 280-345 милиона година) и Пенсилванија (пре 345-400 милиона година). Басен се протеже од Њујорка до Алабаме и омеђен је Апалачи планинама на истоку и формацијом која се зове, Синсинати лук на Западу у централном Охају.

6.5.3. Spindletop, Texas

Модерна нафтна индустрија је рођена је на брду у југоисточном Тексасу. Ово брдо је формирано, на тај начин што се гигантска подземна купола соли, полако помера ка површини. Како се померала, она је гурнула земљу која јој је била на путу, све више и



The famous Lucas Gusher, 1901

више. Ова купола је познат по неколико имена, али онај који је остао је "Вретенести врх" (Spindletop). У другој половини 19 века, Пенсилванија је била најпродуктивнија област у експлоатацији нафте у Америци. Све се то променило 10. јануара 1901. Амерички индијански домороци из ове области, вековима су били свесни нафте која цури, а катран који су проналазили на површини земље су користили за лечење разних болести. Неки би чак и пили нафту изливену по површини у нади да би им то могло излечити проблеме са варењем. 1543, шпански истраживачи су открили да се црни, лепљиви катран, који су нашли да је испливао на плажама дуж обале Тексаса, може користити за хидроизолацијучизмама. У касним 1800-их, Тексас је произвео мање количине нафте, почев од бушотине коју је 1866 године почео да експлоатише ЛинеТ.Барет (byLyneТ. Barret)

близу града Накогдохес (Nacogdoches) у источном Тексасу. Ово поље, познато као "Оил Спрингс", је коначно почело да се значајније експлоатише 1888, када је, добродошла, посада бушача из Пенсилваније подигла експлоатацију на 30 до 35 м³/дану. Налазиште са овако великом дневном експлоатацијом привукло је и друге нафтне компаније, а само је било питање времена када ће се открити велики, неискоришћени потенцијал подземних нафтних лежишта. Corsicana је прво заиста велико нафтно поље у источном Тексасу. Ову област, као и многе друге области, у раним данима експлоатације нафте, открили су локални бизнисмени, бушењем дубоких бунара у потрази за водом, а не нафтом.

Зачуђујуће је, да су први бушачи у овој области, нафту доживљавали као непријатну сметњу, коју је требало избећи, да би се стигло до воде коју су тражили, па су често бушење вршили ван зона у којима се појављивала нафта. Х.Г.Дејмон и Ралф Битон (H.G.Damon and Ralph Beaton), имали су мало више визионарства у себи, па су формирали нафтну компанију Корзикана (Corsicana Oil Development Company).

Довели су из Пенсилваније познатог нафташа Џона Галеи (John Gale). Џона Галеи и његова екипа бушача имала је минималан успех у бушењу бунара за нафту у Корзикани 1896. Ови бунари, су давали, само, око 3м³ нафте дневно или мање, па су Галеи и његов партнер, Џејмс Гафи (James Guffey), продали свој интерес у компанија и кренули назад на исток, уверени да је мало извесна будућности експлоатацији нафте у Текасу.



Спиндлетоп авенија нафтних
бушотина, 1903

куполне структуре (salt dome), може добити нафта. У покушају да претвори свој сан у стварност, Хигинс је основао 1892 компанију Gladys City Oil, Gas, and Manufacturing Company.

Године фрустрација следе, јер већина чланова нафте и геолошке асоцијације тврди да је Хигинсова идеја глупост. На крају је Хигинсје објавио оглас у локалним новинама, а само један човек, капетан Ентони Ф. Лукас (Captain Anthony F. Lucas), се јавио. Капетан Лукас, за разлику од свог претходника у Пенсилванији, "пуковника", Едвина Дрејка, био је прави капетан, пошто је служио у аустријској морнарици. Лукас је имао обуку као инжењер и искуство као рудар у рудницама соли у Луизијани. Али његова прва бушотина коју је бушио за Хигинса имала је пропуста, а и понестало је новца. Тексашка штампа, као и локални геолози, били су веома скептични, годинама, према Хигинс, јер нико у том подручју није веровао у његову идеју, да куполна структура соли може да производи нафту.

Након престанка могућности да га Хигинс финансира, због недостатка новца, Лукас се окренуо Гафију и Галеи, који су напустили ово подручје 3 године раније, пошто нису били убеђени у нафтни потенцијал Текаса. Нешто их је натерало да се предомисле, и 1900, Џон Галеи се вратио у Бејмонт (Beaumont), Текас да истраже подручје. Он је изабрао место, и бушење је почело 27. октобра 1900.

Бушење је у почетку било тешко. Лукас и његови људи наилазили су на исте проблеме са којима су се суочавали бушачи дуж приобалне равнице у Тексасу. Мало је стена на површини у том делу света. Уместо тога, истражно бушење (wildcatters) морало је да се изводи кроз неколико десетина метара песка.

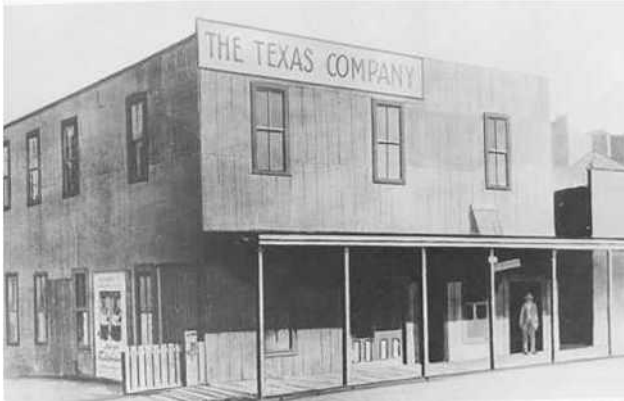
Мештани су, међутим, показали да они нису у праву, па је до краја 1900 године, само на Корзикана пољу произведено више од 230 000 м³ нафте. Та количина, није била велика по Пенсилванијским стандардима, али свакако је указала на могућности проширивања експлоатације.

Патило Хигинс (Patillo Higgins), једноруки механичар и самоуки геолог, био је један од ретких, у то време, који су веровали да ће се у будућности, савремена индустрија пребацити са угља на нафту, као погонског горива. Али где је сва та нафта? Он је веровао да се налази под његовим ногама у Спиндлетопу. Имао је осећај да бушењем бушотина на врху ове соне



Captain Anthony F. Lucas

Ово је изазивало да се бушотине обрушавају. Један од Лукасових бушача Курт Хамил (Curt Hamill) дошао је до решења које је било револуционарно у то време. Уместо пумпања воде доле у рупу, да би се истерале резнице, произведене деловањем бургије, користио је блато. Ово се показало као добро решење, не само као метода за испирање резница, већ као још важније, утврђено је да се блато лепи на стране избушеног отвора и чува га од попуштања. Ово важна тврдња, убрзо је нашла широку примену, и од тада се блато као флуид за испирање користи код готово свих бушотина, широм света.



Два дива у нафтној индустрији рођена су у Spindletop-у: Gulf Oil и The Texas Company, који су касније постали (сада Chevron Техасо). Ово је њихово „седиште“ у Beaumont-у, Texas

касније, бушаћа шипка (thedrillpipe) излетела је из земљевеликом силом, а онда ...се ништа није догодило. После кратког времена, фрустрирани и збуњени бушачи су кренули да очисте наред и видите да ли може да се спасе од опреме. Одједном, звук сличан испаливању топовског ђулета дошао је из рупе, а блато је испалиено из бушотине као ракета. У року од неколико секунди, дошло је до ерупције, природног гаса, а затим нафте. Ерупција нафте зеленкасто-црне боје, била је двоструко вишља величине бушећег торња (drillingderrick), преко 50 метара.

Ово је била виша ерупција нафте, од било које ерупције која је виђена до сада у Свету. Капетан Лукасе надао да ће ова бушотина производити 0,5м³ дневно. У ствари, та бушотина, "Лукас 1", је у почетној фази давала скоро 12.000м³ дневно, више од свих других производних бушотина у САД заједно!

Спиндлетоп је „направио“ велику зараду, али се још више могло изгубити. Процењује се да је зарађено преко 50 милиона долара, у поређењу са инвестицијама које су износиле 80 милиона долара. Као што се догодило и у „бумовима“ у другим гранама, било је много превара и превараната, а Спиндлетоп је преименован у "Swindletop" (Превара-врх) од стране неких мање срећних и циничних мештана.

Број становника Становништво Бимонта (Beaumont) је порастао са 10.000 на 50.000 у само неколико месеци. Пре краја године, Лукасовој бушотини се придружили и преко 200 других бунара, сви су се борили за простор на врху Спиндлетопа. Ови бунари су били у власништву више од 100 различитих нафтних компанија. Нафтна ерупција у Спиндлетопу је био одговоран за стварање неколико компанија које су постале гиганти у нафтној

индустрији, укључујући Галф Оил, Амоко (Gulf Oil, Amoco) и Humble Oil Company, која ће касније постати Ексон (Exxon).

Сада, су људи схватили прави потенцијал нафте–њене огромне ресурсе који, стварају и њен огроман потенцијал у коришћењу. Пре Спиндлетопа, нафта се користила као сировина за прављење производа који су кориштени као гориво за лампе и за подмазивање-после Спиндлетопа, нафта је почела да се користи као сировина за добијање главног горива за покретање таквих нових проналазака као што су авиони и аутомобили.

Бродови и возови који су раније покретани снагом угља, сада су се почели да се пребацују на гориво добијено од нафте. Коришћење нафте нагло је порасло, и како се наводи: на прузи Санта Фе 1901 године је постојала само једна локомотива која је користила нафту као погонско гориво, а већ 1905, таквих локомотива је било 227.

Тешко је довољно снажно нагласити значај Спиндлетопа, али је довољно рећи да од тренутка избијања велике ерупције у Спиндлетоп, ништа у нафтној индустрији неће бити исто, а ова нафтна ерупција ће означити почетак модерног доба нафте.

7. Технике бушења и развојтехника

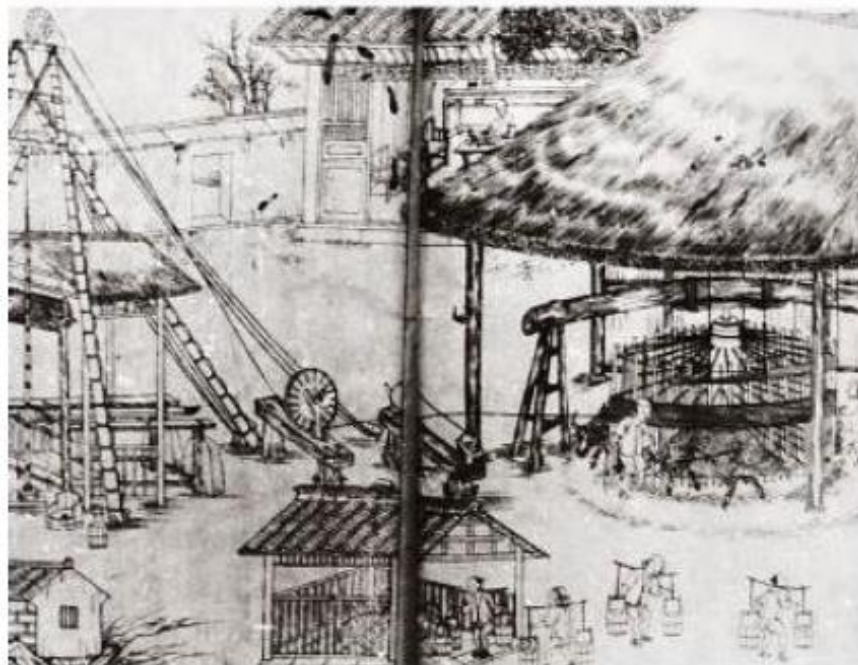
Методe и уређаји за бушење Бушење Земљине због трагања за акумулацијама нафте и гаса, али и других рударских материјала, врши се гарнитурама за бушење. Деле се у две групе, стационарна и покретна. У техници бушења користе две методе: ударна (перкусиона) и ротациона.

У овом поглављу биће описани основни принципи, развој и поједини делови опреме за бушење. униформна терминологија не постоји ни на енглеском језику, а још мање код нас. Углавном се користе термини, развијени на нафтним пољима. У случају да је неки термин буквално непреводив, боље је користити оригиналну енглеску терминологију, него наш локализам. Код неких делова, поред енглеског назива дат је и функционални опис и слика.

Термин "бушење" (риг) се понекад користи у вези са потпуним процесом експлоатације, који укључује погонски агрегат, алата за бушење и бушећи торањ (derrick). У другим случајевима "бушење" се користи да означи само дрвену или челичну конструкцију, the derrick (tower), band wheel, sand reel, calf wheel, bull wheels, и уобичајено склониште за бушаће машине, да не би било недоумица термин "бушење" ће се користити само за активности непосредног бушења, без додатних радњи.

7.1. Развој технологије и опреме за бушење

Илустрације на цигли описују прву индустријску експлоатацију соли у области Сечуан, из периода кинеске династије Хан. На овој илустрацији су на реалистичан начин приказане



све фазе у производњи соли. Експлоатација слане воде вршила из широких плитких бунара, та вода је загрева-на, па је као последица тога отпарава и добијала се чиста со. Забележено је да су за време династије Сонг (960–1127), кинези почели да буше бунаре у ову сврху. Па су у Кини поред Месопотамије почела прва дубинска бушења (до 150 м) за добијање слане воде,

односно соли. У циљу добијања бунара малих дијаме-тара кинески мајстори су измислили специјалне алате за њихово бушење. Бунари које су бушили су имали мале отворе, како је забележено отвори су били као отвори на малој посуди, а бунар је био директно, равно бушен у земљу.

Алати које су изумели су омогућавали добро бушење бунара. Ови алати су сачувани и налазе се добро очувани у Кинеском историјском музеју у Пекингу. Постоје докази да су у прелазном историјском периоду династија MingandQing, ови бунари који су се називали Zhuotong бунари достигали и дубину од 300 zhang-а, што износи око 1000 метара. Постоје и писани докази (налазе се у музеју Зигонг Солт индустрије), да у време династије Qing, избушени и бинари од 3.300 метара, који су представљали најдубље избушене бунаре у историји. [3]

Процес бушења је изведен ударном техником уз помоћ конопље и бамбуса, на чијем се врху налазило длето које је спуштано слободним падом. Све механичке операције су извршаване искључиво људском радном снагом.

Прве бушотине за добијање слане воде у Америци су избушене 1806 године, у близини Чарлстона. Бушење на уже почело се примењивати у XIX веку за добијање артерске воде,



на територији Европе. Прва примена хидрауличког система испирања забележена је 1845 године уз помоћ воденог флуида, при чему је коришћено длето са отворима кроз које је пролазила вода и уклањала набушене крхотине.

Један од најранијих иновација за побољшање бушења нафте је била ротациона бушилица, први путу употребљена 1880. Ова метода користи ротирајућу бургију за бушење земљу (за разлику од методе којом је радио Драке (cable-tool) помоћу алата за бушење окаченог на кабл, који се диже и са висине спушта (баца) у бунар). Али ротациона бушилица је била само почетак у дугом низу драматичних унапређења која су се развила у 20. веку. Неке од најпознатијих иновација су помогле да се побољша ефикасност

производње нафте и учиниле да је до нафте лакше доћи. Технике засноване на механизованој верзији ударне технике користиле су се до око 1970, и користиле су камеру за брзо подизање и отпуштање алата за бушење, који је био окачен на кабл од челика дебљине до 3 мм

Крајем 19. века развијени су мотори са унутрашњим сагоревањем, до тада су се бушења заснивала на физичком раду људи и животиња.

У 1970, су ван индустрије нафте и гаса, почели замену система за испирање бушотине течним флуидом са првим пнеуматским клипним системом, са реверзном



циркулацијом. Систем бушења са флуидом за испирање је постао застарео, и користи се само у одређеним ситуацијама где конфигурација стена искључује друге методе. РЦ бушење показао много брже и ефикасније, и наставља да се побољшава са увођењем боље металургије, коришћењем отпорнијих и трајнијих бургија, и увођење компресора који омогућавају виши притисак и већи капацитет ваздуха, што омогућава дубље и брже продирање. Дијамантско бушење је остао непромењено од самог почетка.

Нафтна индустрија почела је да се развија тек после II светског рата. Савремене машине се одликују хидрауличким системима за регулацију оптерећења на круну, хидродинамичким преносом снаге и аутоматским навртањем и одвртањем бушаћих шипки. Крај прошлог и почетак овог века обележавају машине опремљене процесним рачунарима које режим бушења аутоматски прилагођавају промени радне средине. Техника израде дубоких бушотина и технологија бушења су се временом толико развили као посебна грана, услед великог значаја које је истраживање

7.2. Ударна метода бушења (алат са сајлом), cable tool rig

Принцип технике: Код бушења ударањем се стене разбијају ударцима длета са вертикалним осцилаторним кретањем. Ударање о дно се може вршити на суво или са испирањем водом.

Историја: Код ударног бушења, круна за бушење (длето) наноси велики број удара на дно бушотине. Последица овог је разарање стене на месту удара. У повратном ходу длето се заокрене за одредени угао и следећи пут удара на друго место, где такође врши разарање



стене. Бушење, односно формирање цилиндричне просторије постиже се сталним смењивањем ове две радне операције

Бушење или "прављење рупа" почело је много пре од примене ових техника за експлоатацију нафте или природног гаса. Вековима, је ручно копање лопатом било најбоља постојећа технологија за откривање тајни Земље. Нафта која је цурила служила је као мелем за повреда. Природни гас који је избијао из земље и том приликом се палио "Пламени извор" (burningsprings), служио је само као као фолклорна карактеристика места, и није имао примену.

У прво време се се код експлоатације нафте користили алати обешени на кабл (cable tools) за бушење бунара. Поступак бушења бунара се састојао од испуштања тешке бургије окачене на кабл од конопље - у бунар рупу да би се на тај начин полако

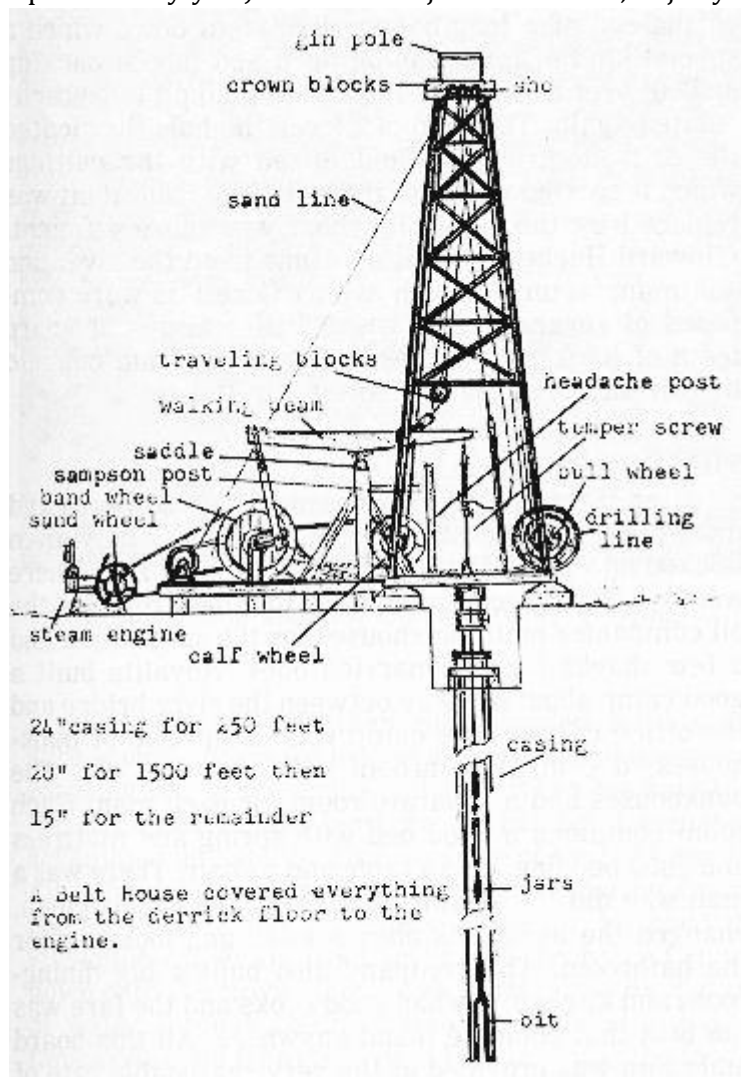
продубљивао.

У осавремањавању технике бушења значајну улогу су имали браћа Руфнер (Ruffner) који су бушили су, 1802, на десној обали Велике реке Канавха (Kanawha) унутар градских граница онога што је сада Чарлстон (Charleston), Западна Вирџинија (West Virginia). Та бушотина је била намењена за добијање слане воде од које се екстракцијом добијала со, за брзо снабдевање све већег броја досељеника у овом пограничном региону, који је тада био у држави Вирџинија.

Они су технологију бушења унапредили увођењем коришћења, флексибилних грана и алата на кабл, као и шупљег стабла за вођење алата.

За бушење и померање кабл горе и доле, ударном техником, у прво време су се користиле флексибилне гране монтиране на ослонцу, са каблом за бушење и бургијом везаном за један крај гране. Други крај је био оптерећен неким теретом. слободном крају стуба. Радници који су вршили бушење би „дупкањем“ и једном ногом везаном за „узенгије“ изводила грану из равнотеже, која би због еластичности појачавала удар у дно бунара и на тај начин продубљивала рупу. Ова древна техника бушења још увек се користи у неким крајевима света. Основни проблеми везани за ову, примитивну технику, били су дуго време и ограничена дубина бунара који се могао добити.

Значајно побољшање у алатима код којих је алат на каблу је увођење торња „дерик“. Временом су увођена све новија побољшања, која су олакшавала бушење и омогућавала



да се буши на све већу дубину. Основни проблем код првих бушотина је било извлачење отпадака од стена добијених бушењем и воде. За то се користио „баилер“, посуда којом су извлачени отпаци и вода.

Увођење торња, олакшано је подизање „bailer“ пуног блата и отпадака од бушења.

Ове еластичне гране су убрзо замењене системима који су се састојали од померљиве греде, коју је покретала парна машина. У јуну 1860, J.C. Rathbone је први употребио парну машину, за покретање система за бушење (rig) и почео да производи 12 м³/дану из бушотине у Западној Вирџинији (West Virginia), која је била дубока 43 метра.

Конструкција и опис рада:

Када се вршило прво комерцијално бушење, у циљу добијања нафте у Северној

Америци, у Petrolia, Ontario, 1858, користила се ова техника. Бушотине са алатима на каблу, засноване на ударној техници користиле су се готово до данашњих дана. Коришћене су за бушење бунара за свежу или слану воду (од које се упаравањем добија со). Алати на каблу су у почетку кориштени и у областима Алберта, Турнер долине (Alberta fields as Turner Valley), као и за бушење све бунара у Лојдминстер области (Lloydminster area).

Класична конструкција постројења за ударно бушење са алатом на каблу, обично се градила на месту на коме се желела експлоатација. Једна од конструкција (приказана на слици) има 25 метара (82 стопе) висок дрвени торањ, и јаке темеље од дрвета. Дрвена конструкција је направљена од грубе грађе 2" x 12", «ноге» постоља дрвеног торња су подупрте и повезане хоризонталним и дијагоналним гредама.

Постројење (уређај) за ударно бушење са каблом (cable-tool rig). (ударањем длета обешеног о бушаће уже у стену). Главни делови уређаја су бушаћи торањ (derrick) с непокретном котурачом (crown block) на врху, погонским мотором (engine), клатном, хоризонталном гредом (balansir, walking beam), бушаћег бубња (бубањ за спуштање и извлачење бушаћих алатки, bull wheel), погонске ременице (ременица за пренос погона од мотора на клатно, band wheel) и бубањ за спуштање и извлачење заштитне колоне (casing, calf wheel). Колона бушаћи алатки (дужине око 6метара/20 стопа, обешена у бушотини на крају бушаћег ужета) састоји се од пуног челичног длета (дужине од 90 до 120 цм/³ до 4 стопе и тежине између 65 и 90 кг/140 и 200 фунта), ударних бушаћих шипки (drillstem), маказа (jars) ис појнице (стењаљке) бушаћег ужета (gore socket, које је у почетку било од маниле (drilling line), а касније од кабела испреплетаног од челичне жице.

На врху торња, изнад горње платформе (постојала су три кабловска бубња, на који су били намотани челични каблови који се могу дизати преко котурова (theshives) који се налазе непокретној котурачи (crownblock). Један кабл је за дизање бушаћег ужета (drillingline), један за извлачење алата који служи за извлачење песка и чврстих материјала из бушотине (баилер), а трећи за спуштање и извлачење кућишта у коме се налазио алат за бушење, заштитне колоне (casing).

Дизање каблова врши се помоћу три велика точка, за извлачење бушаћих алатки, помоћу бушаћег ужета (drillingline) служи bullwheel, за извлачење кућишта (casing) служи calfwheel, а мањи точак sandwheel, за извлачење и спуштање лаких алата, и алата за чишћење бушотине (sandline, sandwheel, bailer), налази се изван платформе торња (derrick). Погон ових точкова се врши помоћу парне машине, која се налазила у непосредној близини торња, на неколико фееа.

Баилер је коришћен да се њиме извлачила вода и чврст депозит са дна бунара. Између торња и парне машине налазио се погонска ременица (thebandwheel), који покреће директно мотор парне машине.

Крај клатна, хоризонталне греде је спојен са погонском ременицом (the band wheel), великог вертикалног точка (2,7 и 3,3 м / 9 и11 инча), помоћу клипљаче (pitman) и крака коленастог вратила (crank). Како се точак окреће, погоњен парном машином он подиже и спушта клипњачу, па пошто је она коленастим вратилом повезана са хоризонталном гредом, клатном (the walking beam), греда се љуља, пошто лежи на ослонцу (the Sampson post) (кружно кретање претвара у праволинијско). Хоризонтална греда је на вертикални

носач била причвршћена шаркама и сужавала се од средине према крајевима. На другом крају греде налазио се вијак (the temperscrew, „подешљиви“ вијак), на који се монтира кабл на коме се налази бургија-длето. На тај вијак је монтирана сајла која центрира алат у отвор, бунар.

На тај начин се алат за бушење који је закачен на други крај греде се помера горе-доле и приликом контакта са земљом удара у њу, буши рупу, а јачина удара је виша » због кинетичке енергије», што је алат тежи.

Принцип рада се заснивао на томе, да радник код почетка своје смене, ручно, пажљиво спусти алат до дна бунара, и када осети да је алат додирнуо дно, забележи ту висину на сајли, нешто изнад пода. Након тога се одређивала дужина сајле и пуштао уређај за бушење у рад. Током рада радник је проверавао затегнутост сајле и, уколико је она била затегнута (што значи да алат не може више да продире у тло), он би отпуштао сајлу. Сајла није смела јако да се отпушта да не би била превише лабава, у доњем положају, што би изазвало њено савијање дошло до њеног савија и могућег заглављивања и кидања.

После неког времена, бушења, дно бунара се зачепљује отпацама од бушења. У бунар се спушта „бајлер“ и њиме се отпаци од бушења уклањају. Након што се „бајлер“ извуче, сајла се отпушта колико је могуће. Ова секвенца се понавља свака 3 фееа, или 1 метра.

Када је постало неопходно да се спушта кућиште алата (casing) у бунар, то се радило специјално предвиђеном котурачом за то (thecalfwheel). Та котурача се налазила између хоризонталне греде и торња. То се обавља на тај начин што се calfwheel, преко casing line reel, спаја са the travelling block, слободним покретљивим прикључком.

На платформи је постојала и вертикална греда (the headache post), која служила као обезбеђење, у случају да дође до проблема. Њена висина је таква да обезбеђује најнижи положај хоризонталној греди.

Бушење са алатом са каблом је било врло споро. Овим поступком подземни притисци нафте и гаса, који се ослобађају приликом бушења не могу да се контролишу. Због тога су биле врло честе неконтролисане ерупције га и нафте из бушотина. Све „рани“ бунари у области Лојдминстер (Lloydminster) су избушени помоћу алата за бушење на кабл.

"Добар радник за бушење са каблом је најквалификованији радник кога можете наћи" историјска белешка.

"Поред тога што има добар осећај за посао, знајући шта се дешава на хиљаде стопала под земљом само на основу кретања кабла, он мора да буде и столар, обучен за манипулацију паром, монтер, електричар, и проклето добар механичар. "

- Из интервјуа који је изашао 1939 у "Гласови са нафтног поља" (Voices from the Oilfield) датог од стране Паул Ламберт и Кени Франкса (Paul Lambert and Kenny Franks).

" Инструктор за бушење са каблом, познаје више врста чворова и спајања од 6 морнара које можете наћи", Ламберт и Франкс су додали током интервјуа.

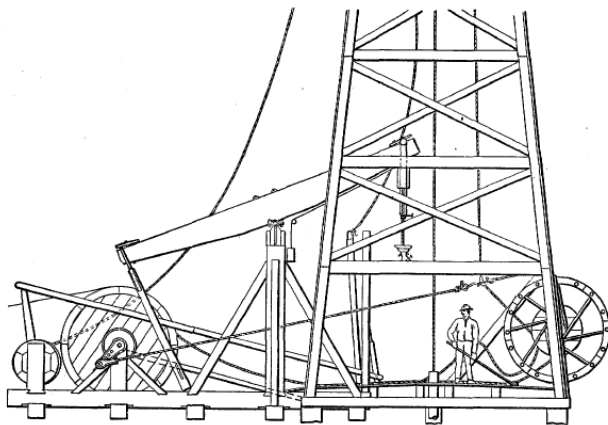
Почетно бушење, "spudding"

Термин "spudding" се често погрешно тумачи, и користи као термин под којим се подразумева уводно бушење или бушење стане изузетне чврстоће. Ова објашњења нису

тачна, под термином "spudding" подразумева се методу бушења; без помоћи клацкалице (walking beam).

Ова метода се увек користи за минимално првих 20 метара бушотине, пошто је бушећа колона сувише дугачка у односу на размак између клацкалице и површине терена. И у случају да се бушећа колона може окачити на клацкалицу, бушење на дубини мањој од 20 метара се не користи, јер клацкалица има малогибање. За бушење са клацкалицом кабл мора бити довољне дужине између алата и клацкалице, јер ће у супротном случају удар бургије ће бити "мртав" (неће бити компензације удара) и кабл ће се вероватно прекинути.

За spudding, кратак кабл се води преко непокретне котураче (crown block, crownblock), на врху бушећег торња (derrick), један крај који је везан за вратило точка (bull wheel), који служи за извлачење бушаћих алатки, помоћу бушаћег ужета (drilling line) и други на прикључак на каблу (gore socket), за који је обично прикачена само тешка шипка (auger stem) и spudding длето (drill).



Бушење овом методом се може обављати на два начина. У првом методу кабл се обавија око bull-wheel-а два-три круга, а крај конопца остаје слободан. Човек који је стајао испред испред bull-wheel-а, хвата тај слободан крај кабла и благо га повлачи. Ово изазива померање намотаја и затезање кабла, чиме се подиже алат. Отпуштањем слободног краја, кабл се отпушта и алат пада.

Наизменичним затезање и олабављи-вањем кабла, врши се бушење. Други метод је ушао касније у употребу и много ефикаснији од првог.

У овом поступку, који је самоподешавајући, кабл за бушење (drill gore) је причвршћен на bull-wheel точак, пролази прекопреко непокретне котураче (crown block, crownblock), а на другом крају је причвршћен алат, spudding длето (drill). На кабл за бушење (drill gore, drilling cable, drilling line) је причвршћено је трзајно бушеће уже које се назива jerk line, преко закривљеног металног дела, spudding shoe.

Други крај jerk line је спојен са ручицом погонске ременице (крак коленастог вратила (crank)) клацкалице (band-wheel), која је предходно одкачена од клацкалице (walking beam). Окретање ручице узрокује трзање бушаћег ужета (повлачење и нагло отпуштање) и тимегибање горе-доље бушаћих алатки. Синоним: spudding line.

Пажљивим подешавање дужине овог ужета свако окретање погонског точка (band wheel) има за последицу повлачење, а након тога ослобађање кабла (drilling line), што проузрокује одговарајући успон и пад алата.

Како се рупа продубљује кабл се затеже колико то bull-wheel допушта, а spudding shoe све даље и даље клизи на доле, ово клизање spudding shoe повећава дужину потезања кабла за

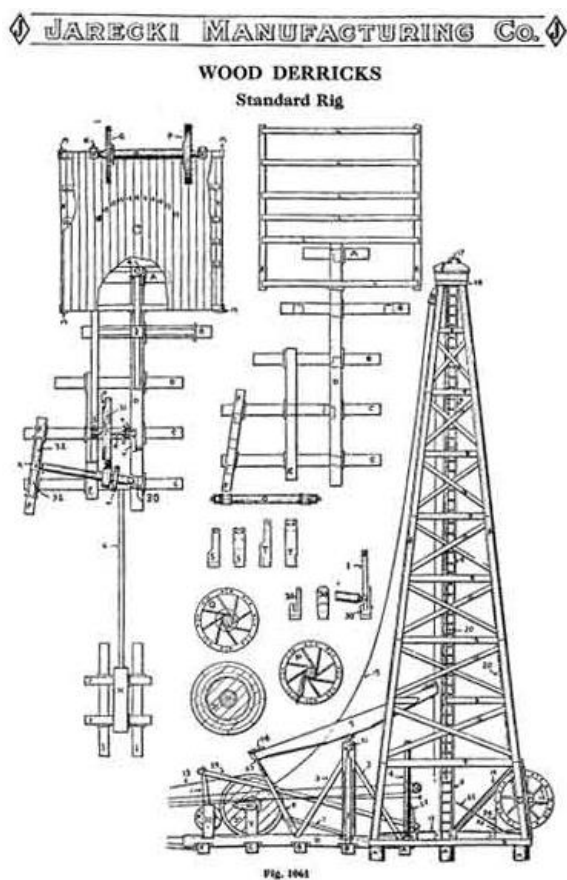


бушење (drilling cable) и због тога разлику у висини падања алата. Клизање spudding shoe је потпомагао помоћник бушача (driller's assistant), помоћу штапа са куком (crooked stick), довољно дугим да spudding shoe може додирнути са земље.

Spudding бушењем је торањ (derrick) много више оптерећен него код обичног бушења, јер се сила преноси на врх торња (derrick) где је највећа полуга. У бушење са клацкалицом (walking beam) оптерећење се преноси на вертикални ослонац (samson post), који није директно везан за торањ (derrick), а оптерећење на торањ је само у случају подизања и спуштања алата или кучишта (casing) и када се користи (sand bucket) или bailer.

7.2.1. Опрема коју су се користили током експлоатације, ударном техником

Drillingderrick, бушаћи торањ, торан за бушење



У процесу бушења – високи вертикални торањ састављен од челичних решеткастих елемената (у прошлости дрвених) који се монтира изнад бушотине и служи за смјештај и потпору различитих склопова опреме, прибора и инструмената за извођење бушења и опремање бушотине те бушаћих шипки и другог циевног материјала и за спуштање у бушотину и дизање (извлачење, вађење) из ње бушаће и производне опреме. Дрвени торањ је први пут употребљен, око 1870 године, за бушење са каблом.

Састоји се од вертикалног држача, бандера са чекрком (koze, gin pole), горње или вршне платформе (платформе круне бушаћег торња, crow's nest), подишта (платформе) непокретне котураче (crown block, crownblock), пода (платформе) за раднике на торњу (monkey board), ногу (обично четири, derrick legs), хоризонталних носача ногу (derrick girders, derrick girts), косих (дијагоналних) носачаногу (derrick braces) и мердевина (derrick ladder).

Висина бушаћих торњева варира од 24 до 57 метара (80 до 189 стопа). Торњеви копнених бушаћих постројења (гарнитура, land rig derrick) обично су преносиви (у том случају се називају бушаћим јарболом – в. drilling mast), па се термин derrick односи на перманентнији тип конструкције. Типични велики торњеви на полууроњивим бушаћим платформама могу бити високи готово 50 метара (160 стопа), с квадратном основом (базом) од 12 метара (40 стопа). Бушаћи торњеви се прорачунавају и класификују према њиховој висини (што је висина торња већа то се на њему може руковати с дужим секцијама цеви) и способности издржавања оптерећења притиска и оптерећења снагом (силом) вјетра. Синоними: boringtower, derrick, drillingtower.

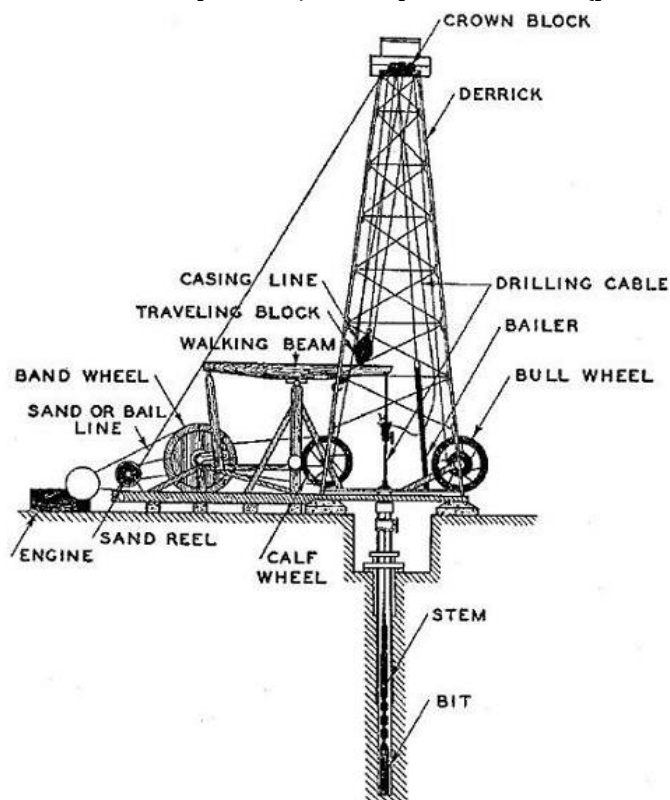
Клацкалица, хоризонтална греда (Walking Beam)

Историја почетка коришћења и развоја клацкалице у Америци је замагљена. Изгледа да се клацкалица почела употребљавати скоро истовремено са еластичном граном (spring pole). Употреба клацкалице датира из раних дана везаних за експлоатацију соли, од 1810 и употреба се наставља кроз читав XIX и добар део 1900's. Клацкалица се употребљавала, чак и током Другог светског рата, а њен модификовани облик се употребљава и данас. Генерално се може узети да је она стандардни део опреме, код методе ударног бушења са каблом, од 1870's и касније.

Клацкалица на средини ослоњена на вертикални ослонац samsonpost (некад је написано sampson, а тако се и спелује), који је укопан у земљу, или учвршћен за под бушаће гарнитуре (derrick). Користиле су се, током година, различите димензије овог важног дела опреме.

Различите димензије су биле последица расположивог простора (уско пробушени извори нафте су биле веома претрпан) или жеља градитеља бушотина или бушача. Након што је клацкалица постала део стандардне опреме, дошло је и до стандардизације њених димензија. У почетку коришћења клацкалице, вертикални ослонци (samson post) обично су били високи од 2,5 до 3 метра.

Пошто је клацкалица уравнотежена, ослоњена на средину, на вертикалном ослонцу, она се слободно помера чим је помери клипљача (pitman) и крак коленастог вратила (crank). У



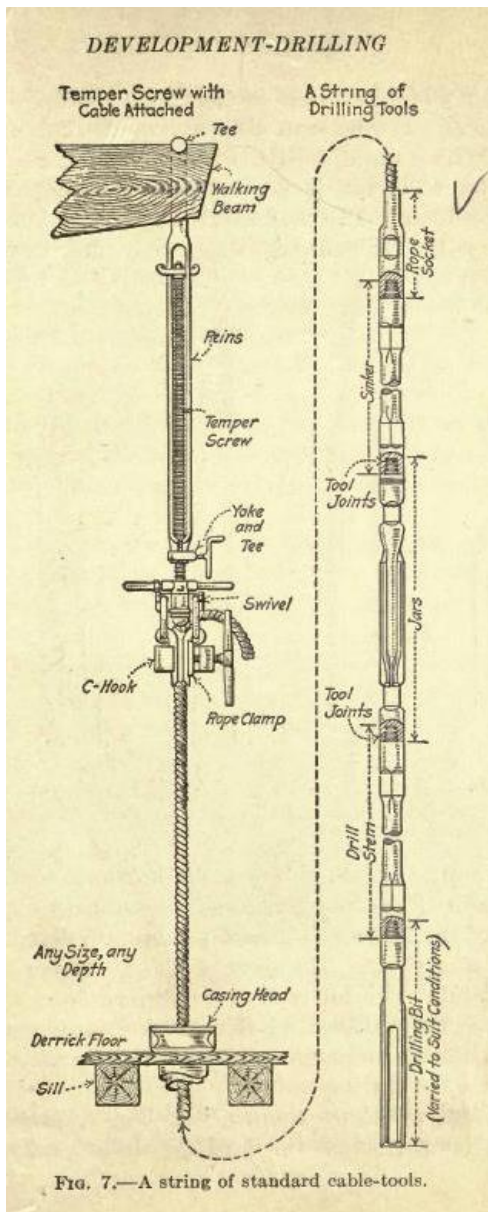
почетк, пре стандардизације су клацкалице биле дужине од 4,5 до 6 метара дужине, и око 0,3 метра ширине, на средини, у најдебљем делу.

Од 1884 је извршена јасна стандардизација дрвених постројења за бушење (стандардно постројење за бушење са кабловским алат за бушење), спецификације су дате у каталогу производа за ту годину Oil Well Supply Company (Pittsburgh and Oil City, Pa.). Међутим, мале варијације су још увек присутне у зависности предузећа која су монтирала и постављала, или предузећа која су производила опрему, а касније од региона у којем се та опрема користила: Калифорнија, Appalachian Basin, Канада, итд

Стандардна клацкалица је била 8 метара дуга, са попречним пресеком 30x66 (ш/в) цм, у најдебљем средњем делу, постепено се сужавала према крајевима, на којима је била дебела 35 цм. Стандардан вертикални потпорни стуб био је у основи са попречним пресеком 45x50 (ш/в) цми 45 цм на врху, и са висином од 4 метра.

7.2.2. Алати који су се користили током експлоатације, ударном техником

Кабловски алати у Америци датирају још из времена експлоатације слане воде. И поред читавог низа побољшања, задржали су изузетну сличност, читавих 194 година, од када су чувенабраћа Рафнер (Ruffner) бушила со (1806-08) на обалама реке Канавха близини Чарлстона, Западна Вирџинија Kanawha River near Charleston, West Virginia). На исти начин је и Дрејк бушио нафту. Наравно до промена је дошло и код алата, али ове промене су углавном и употреба метала, повећање дужина (већина алата су продужени), тежина и замена равних длета са конусним игле). Коначна промена је замена фиксних бушећих гарнитура, са мобилним. Алати су доживели коначну промену када се са система ударног бушења са каблом, прешло на систем ротационог бушења.



У 1860 су неке од нафтних бушотина су избушене дрвеним штаповима на које је био монтиран алат за бушење. Ова технологија бушења је преузета од технологије бушења артерских бунара. Шипке су биле око 4,5 цм (1 3/4 инча) дебљине, 6 до 10 метара у дужину, са могућношћу да се настављају. Код сваког извлачења из рупе они су се растављали, а приликом враћања у рупу састављали. Употреба дрвених штапова у Америци је убрзо замењена конопцем, од материјала као што је манила, конопља, или морска трава. Ово је урађено да би се елиминисало «мртво време», које је потребно код коришћења дрвених шипки.

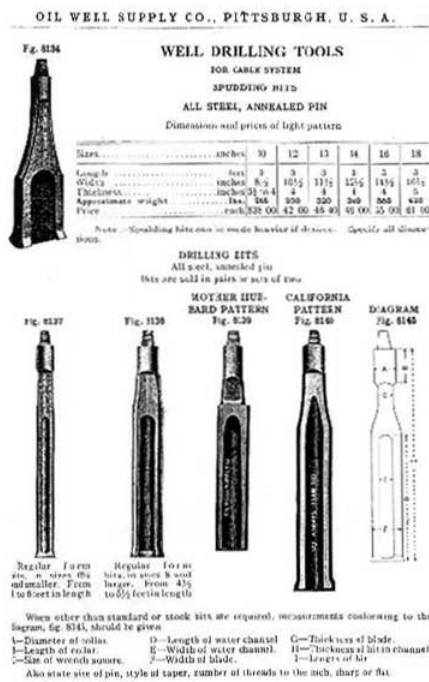
Стандардна опрема за кабловско бушење поседује колону бушећих алата (дужине око 6 метара /20 стопа, која је обешена је на крају бушећег ужета и састоји се од пуног челичног длета (Drilling bit, дужине од 90 до 120 цм (3 до 4 стопе) и тежине између 65 и 90 кг/140 и 200 фунти), ударних бушећих шипки (drillstem), маказа (jars) и спојнице (стегаљке) бушећег ужета (ropesocket). Бушеће уже (drillingline), у почетку је било кудељно, аданас је челични кабл. Синоним: cable-tool drilling rig; v. cable-tool drilling, cable tools.

Drillingbit – бушећедлето

То је У процесу бушења – алатка монтирана на доњем крају колоне бушаћих алатки (бушаће колоне, drillstring) која служи за бушење или резање стена у процесу израде бушотина. Постоје бројни типови бушаћих длета у зависности од намене, метода бушења, врсти бушених стена (формација), материјалу израде и конструкцији. Према намени

постоје три главне врсте длета:spudding bit, длета која служе за почетак бушења, од површине, која буше широку рупу за кућиште (the casing) и заштитну колону (conductor pipe) и regular bit, за бушење остатка бушотине. Трећи тип, reamer bit, служи за проширивање канала бушотине.

Према методи (техници) бушења, длета се деле на ударна (или длета за ударно бушење – в. percussion drilling bit) и ротацијона (или длета за ротационо или роторно бушење – в. rotarydrillingbit), према типу бушених формација (стена), деле се на длета за бушење



меких (softformationbit), средњетврдих (mediumformationbit), тврдих (hardformationbit), кремених (chertbit) и жилавих (вискозних) формација (gumbobit), према начину деловања на стену (разарања стене), деле се на длета режућег типа (за бушење резањем стена – percussiondrillingbit), дробљећег типа (за бушење дробљењем стена – crushingdrillingbit), одсецајућег типа (за бушење одсецањем, одламањем стена – chippingtypedrillingbit) и комбинованогг, стругајуће-режућег, типа (за бушење стругањем или абразијом и резањем стена – scraping-cuttingtypedrillingbit). Најчешће се у савременом бушењу примењују длета за ротационо бушење која су се некада делила у три главне групе – жрвањска (в. rockdrillingbit), дијамантска (в. diamonddrillingbit) и лопатаста (в. dragdrillingbit), док је данас усвојена подела на жрвањска и дијамантска длета. Највише се примењују челична жрвањска длета (која буше

дробљењем и уситњавањем стена), длета с дијамантним улошцима (буше стене стругањем или абразијом) и круне с дијамантским улошцима за бушење језгара. Синоними: бит, bit, bore-bit, boring tool, drill bit, drilling tool, oilfi eld bit, oilfi eld drilling bit, tool.

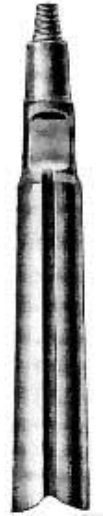
У каталогу за нафтну опрему из 1913 (Oilwell), стандардизована је димензија длета у распону пречника од 10-56 цм (4 до 22 инча). Поред дебљине била је стандардизована и дужина, па су длета за бушење рупа мањих пречника рупа била 10-11,5 цм, били 92 цм дуга, а длета15 цм (6 инча), била су дужине до 1,5 метара.

The spudding bit је био „здепаст“ и тежак и није се качио за клацкалицу. Рупа за заштитну колону (The casing hole), не може се бушити са бушењом колоном, јер нема довољно простора да бушећа гарнитура прими бушећу колону. До дубине рупе од 20 метара, у коју ће се уградити заштитна колона, свака бушотина се буши spudding алатом.

Алати за редовно бушење првобитно су се називали и централна длета (center bit) имала су најчешће један од два карактеристична облика: облик клина или су била тупа налик сечиву (wedge or blunt chisel-like cutting edge).

Значајне карактеристика длета за нормално бушење (regularbit) су канали за воду (жљебови по дужини), што вероватно потиче из 1860-их или 70-их. Канали за воду варира у дужини и ширини код различитих модела.spuddingдлето је имало веома широке канале

и то у доњем делу. Понекад рупа која се буши не може се бушити на меру, поготово у случају да је такав терен да је нормално бушење отежано. У овом случају се користи посебно длето, развртач (reamer bit), да би се добила жељена димензија рупе. Длето које се користило морало је бити наоштрено, одковано и каљено. На свакој бушотини је био помоћник бушача који се бринуо о алату и ово репарирање длета било је његов посао, који је обављао на лицу места на поду бушећег торња (derrickfloor). У раним 1860-их длето је могло да буши само 1/2 до 1 метра, или мало више, пре него што је морало да се извуче из рупе и обрадили 3 стопала, обично мало више, пре него што је извучеи. Стопа бушење зависи од тврдоће слојева и ефекта акумулираних резница. Нако што је било извучено длето из рупе, рупа је очишћена бајлером. Док је бушач чистио рупу бајлером, асистент (toolie) је обрађивао длето. Бушење алата са каблом обично се вршило у областима где су углавном биле тврде седиментне стене, као што је палеозолитско корито у Апалачибасену. Коришћење овог алата није било ограничено на истоку САД, кабловски алати су коришћени и у Калифорнији и многим другим државама. Они нису били погодни за коришћење дуж залива приобалне равнице (Gulf Coastal Plain), пошто су тамо били меки слојеви.

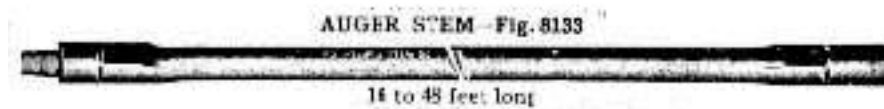


conductor casing – кондуктор. У процесу бушења – прва бушена и цементирана или забијена заштитна колона (колона заштитних цеви, casing) великог спољног пречника (од 47,3 до 76,2 цм или од 185/8 до 30 инча) и мале дужине у бушотини. Њена уградња се захтева само када је површинско земљиште релативно некомпетентно (слабо везано и мекано) и када се буши у подручју меких пешчарских формација с наменом да осигура противерупцијски уређај (превентер) и опрему улаза бушотине пре бушења њеног канала за уводну заштитну колону (в. surface casing) и такође да изолује плитке слојеве слатке воде од утицаја бушаће исплаке, осигура канал за циркулацију исплаке у исплачне резервоаре на површини, заштити плитке гасне зоне и спречи подлокавање неконсолидованих седимената и њихово урушавање у канал бушотине. Дубина уградње кондуктора може бити до 450 метара (1.500 стопа). Кондуктор може бити на неким подручјима прва уграђена и цементирана заштитна колона, док је на другим подручјима (нарочито у подморском бушењу) прва колона која осигурава заштиту од порних притисака формације. У дубоким бушотинама се могу уградити два кондуктора – спољни (пречника 30 инча, outer conductor) и унутрашњи (пречника 20 инча, inner conductor). Уобичајена пракса је цементирати кондуктор до површине (ако цемент не допре до површине, тада се цементна маса упумпа с површине у прстенасти простор бушотине). Синоними: conductor, conductor casing string, conductor pipe, conductor string, standpipe, string of conductor casing; v. casing, casing program.

Ударна бушећа шунка (drillstem, Auger Stem)

Drill stem (Auger Stem) је тешка гвоздена или челична шипка која се користи код ударног бушења са каблом за ужно ударно бушење. Причвршћена је са своје доње стране за алат за бушење, бушеће длето (drilling bit), а са горње стране за маказе (jars). Служи да би осигурала додатно оптерећење (тежину) при бушењу. Поред тежине, давао је и неопходну крутост колони бушећих алата. Такође, повећањем дужине бушаћег алата, помаже да се одржи равно бушење. Она је истог облика као и the sinker bar, али је знатно краћи.

Пречника је 12,7 цм (5 инча) и дужине од 9 до 12 метара (30 до 40 стопа). То је био и најтежи алат у бушањој колони са око 460 кг тежине (1880).

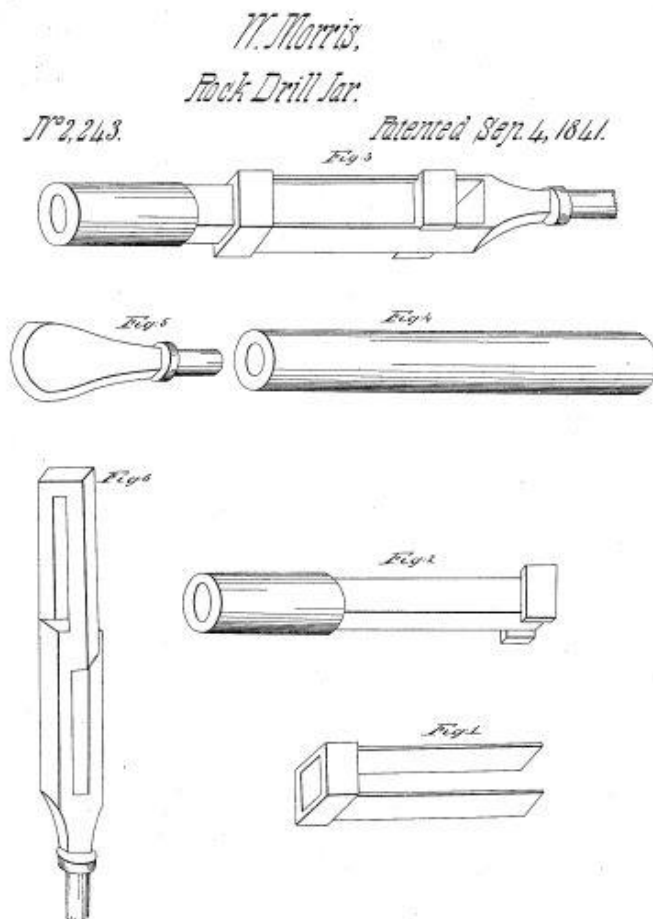


Дужина, пречник и тежина бушеће шипке знатно су се разликовале током година, али уобичајен пречник у Пенсилванијској области је био 8,9 -10.16 цм (3 ½ до 4 инча) (1880). Током година се и његова дужина повећавала 1860-их је био дужине 3.6 м, повећао на 9,14 метара у 1870, а на 9,75 метара у касним 80-тих. До 1900-их, Oil Well Supply у свом каталогу је нудио и тешку шипку за бушење дубљих рупа дужине 14,6 метра. Синоними: auger stem, bull rod, sinker bar guide.

Ударне маказе (jar)

Значајно побољшање у техници бушења са алатом за бушење на кабл, донела је примена уређаја који се називао-маказе (jar). Овај део алата за бушење назива се и: маказе-ударач, ударне бушаће маказе. Служе у процесу ударног бушења са каблом (cable-tool drilling) – дубинска алатка, дио бушаће колоне (колоне бушаћих алатки, drillstring), која служи за давање наглих трзаја бушаћем длету када се подиже уже и за његово ослобађање од заглављивања. Када се склоп дубинских алатки подиже, маказе се растегну за одређену дужину (тзв. дужина хода маказа, stroke length), зауставе док складиште енергију и склоп

изнад маказа се спусти и изазове ударац.



Овај уређај је изумео William Morris, патентирао га је 4. септембра, 1841 и назвао га "Rock Drill Jar". На овом патенту је почео да експериментише 10 година раније. Samuel T. Pees, историчар је написао „Механички успех бушења, методом са алатом, на каблу, у великој мери је зависио од маказа, које је изумео, инструктор за бушење са клацкалицом, Вилијам Морис, 1830-их у времену, карактеристичном за бушење соли“

"Мало се зна о Морису, осим за његов проналазак и да је наведен Канавха Конти (Kanawha County, West Virginia) сада у Западној Вирџинији, као његов град," написао је, Samuel T. Pees. Иновација у бушењу ће помоћи да се за све већи број досељеника обезбети

неопходна со за чување хране. Моррис, је користећи своје искуство као бушач соли, патентирао је свој уређај, број 2243 - као ". Начин спајања auger stem и sinker bar за бушење артерских бунара"

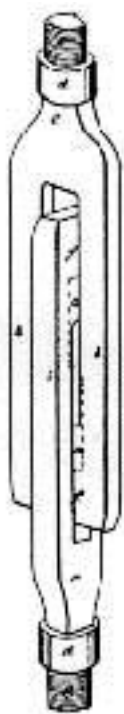
Морисов патент измишљен за бушење артерских бунара, касније се успешно користио за бушење бунара за нафту. Према Samuel T. Pees, горњи део маказа служио је да па појача и пренесе ударац са sinker bar-а на auger stem и алат, а доњи да изазове додатни ударац на алат, код његовог извлачења, као превентиву од заглављивања.

Морисов телескопски алат за спајање делова бушаће колоне, значајно је повећао ефикасност ударног бушења, јер би то "олабављује ударац о дно (сети се проблема са малом еластичношћу каблова од челичних жица), чиме се елиминише «мртви ударац», и спречава заглављивање алата у дно отвора.

Технологија ударног бушења са кабл-алатом брзо се почела развијати након Морисовог патента.

Конструкција маказа се побољшавала током времена, посебно, од стране бушача нафте, па је до 1870 њихов дизајн постао много функционалнији. Значајно побољшање у конструкцији је патентирао 1868 Едвард Гуиллод од Титусвилле, Пенсилванија (Edward Guillod of Titusville, Pennsylvania).

Његов велики допринос је препорука материјала за маказе, челика, што је елиминисало проблеме са хабањем овог алата, што је представљало слабо место у бушаћој колони. Много година касније, 1930 године, су се маказе почеле правити од још јачег материјала, легираног челика.



Сет маказа састојао се од два прстена, која су била повезана сигурносном везом, која би имала телескопску функцију. У 1880 њихова величина је била око 33 цм (13 инча). Другим речима, горња веза могла се померити 33 цм (то је била дужина хода), пре него што је дошло до померања доње везе. На овај начин је дошло до независног померања доњег и горњег дела, када су се померале читаве маказе.

Горњи карица у маказама радила је са тегли радио са sinker bar који се налазио изнад ње, и вршила је веома важну функцију, да се доња карица не помери, у тренутку и да након тога изазове јак ударац на аугер синк и длето, делове алата који су били испод ње. Код дизања алата дешавало се исто, почетак дизања-мртв ход доњег дела алата, а након тога снажан ударац-чупање алата из стене уколико је дошло до заглављивања алата у подлогу.

Речено је (Брантли, Brantly, 1971) да је проналазач маказа, Морис, најпре анализирао постојећу везу која се остваривала ланцем, и покушао тај принцип да примени на маказе. Замена ланца, маказама имала је читав низ предности, јер није долазило до «згужвавања» и заглављивања везе-ланца, него је «клизајућа» веза остваривана крутим делом у бушаћој колони. Симулирањем везе ланцем, добијен је најједноставнији принцип рада

маказа, уведен 1830-их.

Тешка бушећа шипка (The sinker bar)

Синкер бар (тешка бушећа шипка), је тешка, дуга метална шипка која се користила да повећа тежину и дужину читаве бушаће колоне, и да на тај начин олакша бушење и помогне да се отвор одржи раван. У почетку се сматрало да је она суштински део, бушаће колоне, али је у каснијој фази престала да се користи. Користила се само у случају „мокре рупе“ (рупе делимично испуњене водом), јер помаже да кабл брже тоне у рупу. Постављена је исмеђу маказа (the jars) и кабла (the rope socket, rope). У утичницу кабла (the rope socket) је уврнута навојем који је имао 8 навоја по инчу (1880). The sinker bar из 1870's је пун метални штап дужине 5,5 метара, 8,9 цм у пречнику и тежине од 245 кг (или 354 кг, ако се у тежину рачунају тежина утичнице кабла и горња половина тежине маказа). Заједно са маказама код удара преноси ударац на аугер стем и длето, а код секвенце извлачења алата, приликом бушења, својом тежином преко маказа изазива удар приликом извлачења. Удар приликом извлачења је неопходан да би се омогућило, да се длето не заглави (залепи) у рупи. Он не прави сметње код бушења, и уколико је извућен из рупе, не оптерећује the auger stem и длето (bit)



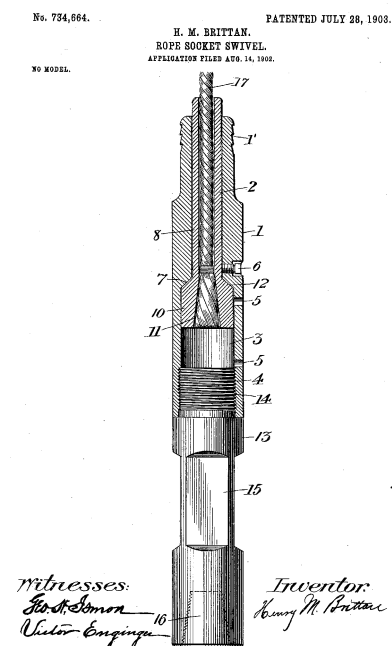
Спојница (стегаљка) бушаћег ужета (rope socket)

Rope socket - спојни туљак за уже. Шупљи цилиндар са унутрашњим пречником на једној страни мањим од пречника на његовој другој страни који служи за спајање алатки са радним каблом или ужетом. Код нормалне операције ударног бушења, спојница бушаћег ужета налазила се на врху дубинске опреме, Sinker bar, тешке бушеће шипке (the top of the downhole cable tool drill string), коју спаја са каблом. Поред радне колоне, преко ње се на кабл за чишћење бушотине, sand line може прикрити различити алати, као нпр. bailer. За

спојницу је важно да се алати са кабла могу релативно лако и брзо мењати. Ово је нарочито важно код спојница на sand line каблу, због његове мултифункционалности.

Важна карактеристика спојнице је да се алат који је преко ње окачен на уже може окретати без увијања ужета. Поред функције да споји кабл са алатом, спојница је имала и функцију да заштити крај кабла. Ово је било нарочито важно, у прво време док су се користили каблови од маниле.

Прва функционална решења су била на бази чврсте везе, која није омогућавала једноставну замену алата и кабла. Оваква техничка решења су се убрзо показала нефункционалним. Развојем техника бушења са каблом појавио се читав низ различитих пројектних решења. Последње конструкције су служиле за каблове од челичних жица и биле су са могућношћу завртања (swivel type), чиме је потпомогнуто да не дође до „чупања“ кабла из спојнице.



У прво време се кабл од маниле спајао на тај начин што је крај кабла био обмотан двоструким нитима (марлине) и убачен у цев (the socket). Тамо га је фиксирала стезаљка или заковице (обично три или више). Обезбеђење да се кабл не ишчупа било је од почетка јако важно јер би се тиме изгубили скупи downhole drilling алати.

Једна од новијих иновација за кабл од маниле звала се «New Era» и појавила се у каталогу National Supply Co. из 1921. Код ове конструкције се кабл убацивао у шупљу утичницу, на врху, а затим извлачио кроз сужену рупу са стране. Након извлачења крај кабла од маниле је појачан. Овај једноставан патент је био, очито, врло јефтин, поуздан и функционалан.

Кабл (Rope)

Конопац од маниле(од Филипинске банане, абака, *Musa textilis*) обезбеђивао је значајну еластичност, која је била потребна за бушење. Обично се састојао од три уплетена кабла, која су била уплетена од по 3 канапа. Он је, скоро искључиво, кориштен за бушење са алатом на кабл до прве деценије 1900-их. У његовој изради попречни пресек (структура) је формирана, од крајева влакана конопље, од којих су скоро сви уплетени у истом смеру, као једном крају конопца. На крајевима кабла потребно је причврстити прикључак (горе socket), јер и ако су алати везани на крају кабла, пошто су бушотине испуњене водом, влакна и читав кабл би се проширили и на тај начин успоравали силазни удар у рупу.



Стандардни пречник кабла био је 5,7 цм (2 1/4 инча), а дужина од 120 до 1000 метара (400 to 3500 feet (Day, 1922)). Тежина му је била 3 кг/ метару (twolbs. perfoot) (Day, 1922). Конус и Џонс (Cone and Johns)(1870) наводе да је конопац бушење обично дебљине од 3,2 цм (1 1/4 inches). Мања дебљина кабла 1860-их је последица мање тежине алата у то време. Пречници конопца у то време кретали су се у распону 1,27-6,35 цм(1/2 до 2 1/2 инча) и имали су тежине од 0,186 -3,162 кг/ метару (1/8th lb. to 2 1/8 lbs. perfoot.).

Колико је била важност конопца од маниле, види се у документу из 1898, где је наведено да је недостатак конопца маниле утицало на експлоатацију на нафтним пољима. Ово је била година Шпанско-Америчког рата. Војна акција на Филипинима прекинула производњу ужета од маниле, који је био цењени Филипински извозни производ.

Прелазак на кабл од челичне жице дошао је постепено током прве две деценије 1900-их. The Oil Well Supply Company из Oil City, Pennsylvania у својим каталозима из 1907 и 1913 каталозима, навео је као нови, инвентивни производ Смитова челична ужад вези Смита и Смитов специјални котур (Smith's special crown pulley) на који се може намотати и челично и уже од маниле.

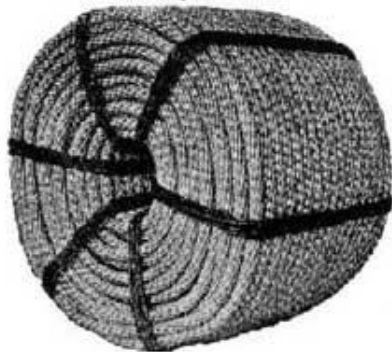
Кабл од уплетене челичне жице био је уплетен од 6 ланаца, од којих је сваки имао по 7 жица. Прелазак на челичне каблове имао је велике отпоре, јер су појединци тврдили да челични каблови не могу бити адекватна замена кабловима од маниле.

И поред читавог низа предности кабела од челичне жице, постоје неке важне особине кабела од маниле које челични кабел не поседује, и који су се морају узети у обзир у суочавању са могућим проблемима током коришћења. Наиме, постојала је пракса да бушач никада не дозвољава да му код спуштања алат падне као „мртви“ терет на стене

коју буши. Коришћењем конопца од маниле, он је тако подешавао конопац да алат тек истезањем кабла додирне дно отвора. Природа ове акције може се илустровати суспензијом тежине, неког предмета окаченог о комад еластичне гуме и подигнут мало изнад површине. Ако се изазове благо реципрочно кретање у односу на подлогу, тежина предмета ће изазвати да он великом силом удари у подлогу. Очигледно, јачина ударца се умањује због ефекта контра силе, али у бушењу овај губитак силе се вишеструко компензује одскакањем алата од подлоге, које је настало ударцем. Ако је сечење стене у питању, ово одскакање од подлоге је од есенцијалног значаја, јер ће се у супротном длето „забити“ и заглавити у подлогу, па би његово одглављивање довело до техничких проблема.

◆ JARECKI MANUFACTURING Co. ◆

MANILA ROPE OR CORDAGE
Hawser Laid
"Philadelphia" Cable



обичај, да уколико и користе челични кабл, између челичног кабла и алата умећу манила кабл дужине 45-60 метара, да би добили потребну еластичност. Манила конопац који се користио на овај начин је назван "cracker".

Прелазак са каблова од маниле на каблове од челичне жице убрзала је чињеница да су челични каблови били дуговечнији, а каблови од маниле су се могли користити само за 2-3 бушотине.

У бушење бунара дубине противтеж конопца често је потцењена, може се десити да алати падају када се клацкалица диже, чиме се ствара велики притисак на кабл и ефикасност бушења ударцем је смањена. Оперативност алата се смањује када рупа садржи неколико стотина метара воде, која омета слободно кретањем кабла навише и наниже. Челични кабл, са мањим пречником и већом тежином, има предност, јер пролази релативно слободно кроз воду која може стајати у рупу, трење вода је много мање него код кабла од маниле, а вода такође смањује „шок“ ударца алата који је на челичном каблу, делујући као компензатор брзог пада.

С друге стране, челични кабл има веома малу еластичност, а бушење противтежом конопца је тешко могуће. Сваки ударац којим је погођена подлога је мртав ударац, јер не постоји компензација скоком, па ход навише изазива велико оптерећење, како на бушећи торањ, тако и на сам кабл, у делу где је везан за алат на свом доњем крају, као и на temper screw где је кабл горњим крајем везан за клацкалицу.

Разлика у растезању ове две врсте кабла показује чињеница да са temper screw-ом од 1,5 метара са каблом од маниле може избушити рупа дубине од 2-2,5 метара, а са челичним каблом у најбољем случају само 1,5 метара.

Шпанско-Амерички рат (April 25, 1898 – August 12, 1898) и поремећај цене манила каблова на тржишту, озбиљно је повећао цену трошкова бушења, па је велики део бушача почео да прелази на коришћење кабла од челичне жице.

Од 1913 или раније, продавци опреме за експлоатацију нафте почели су у својим каталозима да рекламирају своје прикључнице за оба типа кабла. Једна од најпознатијих прикључница за каблове звала се Babcock, по произвођачу. У то време Leschen&Sons Rope Company, која је била једна од првих компанија која је производила челичне каблове.

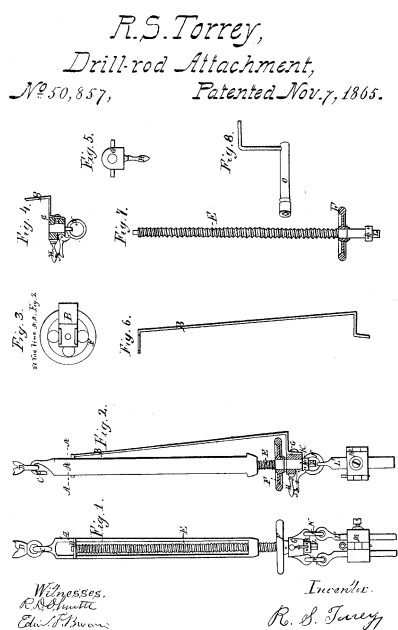
Први каблови које је произвео Leschen&Sons Rope Company имали су челичне жице које су биле обмотане око манила конопца у средини, што представља пример прелазне фазе. Leschen&Sons Rope Company су били чувени по својим Hercules (TM) челичним кабловима, који су имали једну уплетену црвену нит да би се издвајали од других произвођача. Друге компаније убрзо су почели да користе боје, жута, љубичаста итд. За потпуну замену, каблова од маниле челичним кабловима за бушење у Калифорнији и на југозападу се може узети 1912, као битна година, а у другим регионима је до замене каблова дошло много касније, од 1915-20 у (Brantly, 1971).

Пожељна пречник кабла од челичне жице за бушење плитких бунара био је 19 мм (3/4 инча). Врло брзо су се и на преносним уређајима за бушење почели користити каблови од челичне жице. Помињање манила "cracker" каблова је од тада само део приче старих бушача (timers).

Конопац или челична жица, користили су се у процесу бушења и за друге сврхе, осим бушења, као линија за дизање кућишта и бајлера, и те линије су биле тање, и код њих је лакше извршена замена манила каблова челичним кабловима, јер није постојала потреба за каблом који поседује компензацију удара.

Проблеми са малом еластичношћу кабла од уплетене жице су елиминисани регулисањем/ограничавањем броја спуштања и дизања клацкалице у минути, „меко“ спуштање клацкалице, специјалном конструкцијом кабла (леви и десни намотај) итд.

Подешљиви завртањ (Temper screw)



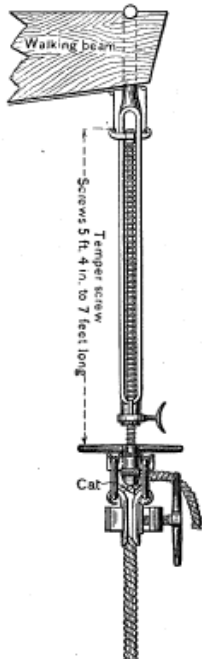
Овај део алата за бушење је патентиран 1865. Патентирао га је PC Тори из Бангора, Мејн, (R.S. Torrey of Bangor, Maine) као «Додатак на бушаћу шипку» (Drill rod Attachment). То је био почетак модерног облика алата, иако су се и након овог проналаска још увек могла видети извесна побољшања. Сирови облик овог побољшања био је у употреби за бушење бунара за со.

Као што је Карл (Carll) написао 1880 године "подешљиви шраф, temper screw, је веза између клацкалице и кабла (walking beam and the cable)". Надземни алат је био на дохват руке бушача, сво време док је се вршило бушење.

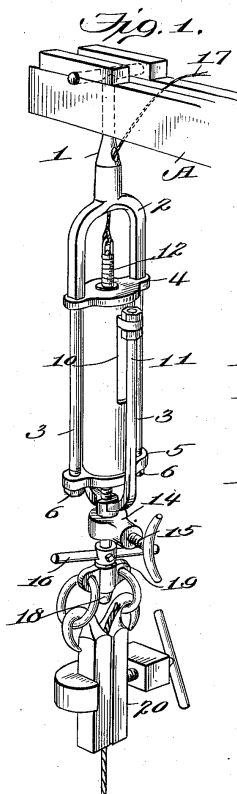
Његова сврха је била да омогући инструктор да постепено подешава дубину спуштања алата у рупу, истовремено са продубљивањем бушотине. Подешљиви шраф био је пречника састојао од 3,5 цм (1 3/8 инча), дужине од 1,22

метара (4 фот). Шраф који је представљао основу алата и био монтиран у отворено тело алата, био је дужине 1.37 метара (four feet six inches) и одређивао је дужину спуштања алата, попуштањем навртке са ручицом на доњем делу алата. Димензије овог алата су се мењале годинама. Стеге (Clamps), испод вијка, почињу да се користе пре 1865. Сврха ових стега је била да се прикљеште или придрже кабл, брзо, када је то неопходно, приликом потпуног извлачења завртња и померања (продужења) дужине кабла.

Делови подешљивог завртња (Temper screw)



Кабл који «носи» колону алата за бушење причвршћен је на клацкалицу подешљивим завртњем, чиме је омогућено да се кретањем клацкалице на доле, рупа продубљује. Подешљиви завртњањ се састоји од тела или вођице (frame or reins), на чијем је доњем крају је расцепљена матица (split nut) која одржава компактним јарам стезаљке (yoke clamp). Кроз ову матицу пролази главни завртњањ (main screw), а на његовом доњем крају налази се ручица која се може завртати и одвртатаи. Испод ручице, налазе се стезаљке које имају кугличне лежајеве и са којима се притеже конопацсе приложи вођицама. Од везе стезаљки и конопца зависи колико ће јако бити кабл везан. На кабл чврсто налаже спона између њега и Temper screw, помоћу с-стезаљки, а проклизавање је спречено помоћу везе „мачка“, која је направљена од је споне ужади Стеге Свивел, од којих зависе спона везе и конопац стега. Кабл чврсто зграбио између стега ужади од с-стезаљке и спречава проклизавање помоћу "мачка", направљена од конопца или траке грубо, лабаво оплетени или заврнуте тканине, тако да формира кабл, дебљине прста.Кабл се монтира у подешљиви завртњањ (Temper screw), на тај начин што се у стезаљке постави кабл који је предходно ојачан на крају, па се затим притегне ручицом. Конструкција ових подешљивих завртњева се незнатно разликује, а они се користе и за каблове од челичне жице.



Рад са подешљивим завртњем (Temper screw)

Током бушења ручица на завртњању се померала, и на тај начин се завртњањ одвртао, да би се обезбедила потребна дужина кабла, како је расла дубина бушотине. Када се завртњањ потпуно одвртнут, било га је потребно заврнути и за ту дужину продужити кабл. Кабл се одмотава са bull-wheela, бушаћег бубња, који служи за спуштање и извлачење бушаћих алатки.

Искључује се коленасто вратило (the pitman) које повезује клацкалицу (walking beam) и погонски точак (band-wheel), одврће се с-стезаљка и на тај начин отпушта јарам стезаљке који држи стегнут кабл (The yoke clamp). Након тога се извлачи ослобођени кабл на потребну дужину и након тога заврће главни завртњањ. Након тога се само стегне јарам стезаљке, спје клацкалица и погонски точак и бушаћа гарнитура је спремна за рад.

За олакшавање манипулацијом Temper screw-ом на његов горњи главног завртња монтирао се кратки кабл. Затезањем тог кабла олакшавала је подизање Temper screw-а. Механички подешљиви завртањ (Temper screw), тек у последњих пар година је заменила хидраулика. Овај хидраулични уређај је везан за исто место на клацкалици, на које је био везан и подешљиви завртањ. Принцип рада и техничка конструкција хидрауличног уређаја је једноставна; он се састоји од цилиндра и клипа за који је везан кабл. Вода, која служи као хидраулички флуид, може се уводити и са горње, и са доње стране клипа. Регулисањем тока, од горње стране

Када клип достигне дно цилиндра, алатке и клипњача се поново подигну на врху, што је процес сличан оном који подизања механичког подешљивог завртња. процес дизања клипа, као и код дизања завртња, подразумева заустављање процеса бушења.

7.2.3. Помоћни алати који су се користили током експлоатације, ударном техником

Бајлер, кашика за грабљање (bailer)

Како бушење напредује, количина крхотина стена (исечке, резнице) на дну рупе расте и достиже тачку у којој је потребно да буду уклоњене, да би се разоткрила на дну рупе, свежа површина лежишне стене, и да се на тај начин омогући ефикаснији наставак



бушења. Чишћење резница, вршило се баилером – кашиком за грабљање. Бајлер је дугачка, цилиндрична посуда/цев са стременом (ушицом) на врху и заклопцем (вентилом) на доњем крају. Обично се правила дужине од 1,8 до 9,14 метара. Он се поред вађења крхотина стена (исечки, резнице), користи и за комплетно чишћење бушотине, што подразумева и уклањање (вађење) флуида (нафте, воде) и талога (муља, песка) из бушотине. Уређај је такође назива и пешчана пумпа, и на гарнитури за бушење има своју линију (sand line), коју покреће sand well, точак на радној платформи бушаћег торња. Ова линија иде преко катурача које су на врху торња, чиме се олакшава и убрзава дизање бајлера. Слупшта се ужетом (bailing line, sand line) и,

након што се напуни, извлачи се на површину.

Постоји Више Типова кашика за грабљање са противповратним вентилом (в. dart-bottom bailer) с противповратним вентилом (в. Дарт-дно Баилер), с противповратним вентилом са заклопком (в. flapper-valve bailer),, хидростатички (в. v. hydrostatic bailer) И цементацијски (в. cement dump bailer), као и пешчана пумпа (в. sand pump). Кашика за грабљање се у процесу ужног ударног бушења примјењује за уклањање честица и крхотина избушених стена.

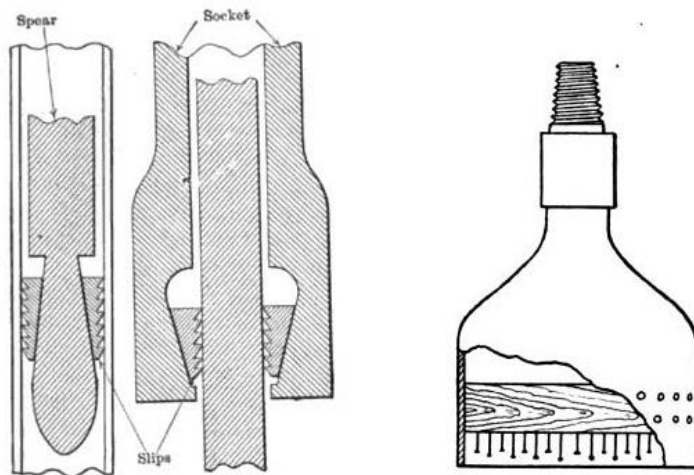
Принцип рада bailer-a је следећи: најчешће кориштена конструкција има противповратни вентил на дну (check valve, dart valve), са клапном/стрелицом истуреном неколико центиметара испод цеви. На дну бушотине мора бити воде, уколико је нема, она се мора упумпати. Када «стрелица» додирне дно бушотине, она гура противповратни вентил и отвара бајлер, кроз отвор у бајлер улази вода и резнице. Дизањем се противповратни вентил затвара. Када се подигне на врх бушотине, његов садржај се истовара у таложну јаму (slush pit). Ископану јаму или део земљишта који је ограђен насипом за држање воде или исплаке за бушење или за држање флуида избачених из бушотине - муља и другог материјала.

Баилери се још увек користе при бушењу бунара. Синоним: : bailing bucket, bailing scoop.

Пецаљка

У раним данима ударног бушења, тешки алати са каблом су се често заглављивали у бушотинама, па нису могли да буду извучени. Губитак алата за бушење у отвору «бунара» изазивао је проблеме, практично, од првог комерцијалног бушења у Америци.

Замена изгубљеног алата (који је често био скуп), ометала је експлатацију, и питање како «упецати», откинут или заглављен алат и то је представљало проблем компанијама које су вршиле експлатацију нафте и гаса.

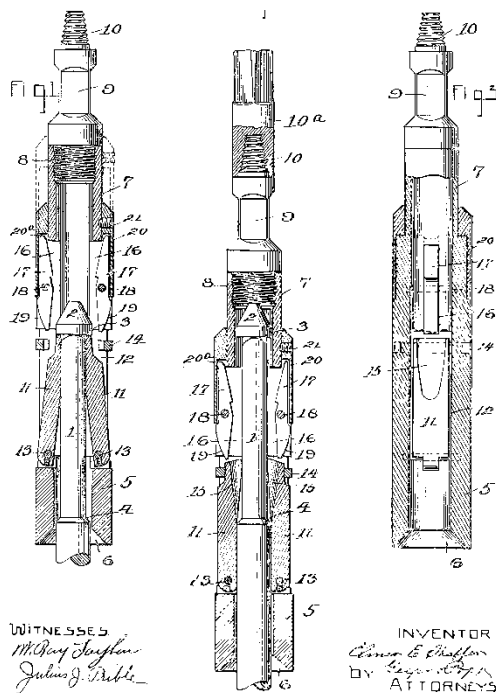


Да би се извукао алат, који се налазио заглављен на дну бушотине, први бушачи су у бушотину спуштали алат у облику удице, чиме су покушавали да закаче заглављено длето. Алат за вађење заглављеног длета био је различитих конструкција и на основу конструкција је имао различите називе (Boot Jacks (скидач чизме), Die Nipples and Whipstocks)

У приручнику David T. Day *A Handbook of the Petroleum Industry* који је објављен 1922, пише: «Пецаљка, за вађење заглављеног длета стално се побољшава и уводе се нове конструкције»

Описујући рад са алатом на каблу, пише да основни принцип и „рибарских алата“ (fishing tools) често укључује ваљане клинове - на копљу или у цилиндру - за извлачење из бушотине изгубљени цеви или кућишта (tubing or casing). Стотине дизајна је патентирало, различите типове „пецаљки“, сваку дизајнирану да ухвати неки алат или део који је остао у бушотини. Иако се „пецаљка“ може импровизовати на лицу места, у првим данима експлоатације нафте, са развојем техника бушења, појављивао се све већи број различитих пецаљки.

У приручнику David T. Day се наводи да једноставније врсте риболовачког алата обухватају: horn sockets (прикључак у облику хорне), corrugated friction sockets (валовити фриксиони прикључак), rope grabs (хватач са ужетом), rope spears (копље), bit hooks (куку), spuds (кратка лопатица), whipstocks, fluted wedges (пливајући клинови), rasps (рашље), bell sockets (звонасти прикључак), rope knives (ножеви на конопцу), boot jacks, casing knives (ножеви са кућиштем) и die nipples (дупла нипла).



Horn socket, прикључак у облику хорне, пецаљка је измишљена у округу Тулса и државе Оклахома. Овај алат је служио за спуштање и подизање длета или комплета алата за бушења. Кућиште се ротира и прикључаница алата (toolsocket) се аутоматски прикључује на кућиште, како би на тај начин ротирала, кућиште тако делује практично као фиксни деоротационог алата. Практично овај наставак се качи, на место откинутог алата.

Назубљено „валовито“ тело, corrugated friction sockets алата омогућава алату да јаком фриксијом држи изгубљени алат. Овај алат има ограничено коришћење и служи за вађење предмета неправилног облика. Може да издржи ограничено протресање (предмет ако се добро не заглави, испадне).

Ови и други уређаји за вађење, различитих облика пецаљки, у комбинацији са бургијама, користили су се са деловима опреме које се зову „јар“, „маказе“, којима се може обезбедити снажан удар на заглављен део опреме. У чланку из тог времена је написано: „Маказе“, се у суштини и универзално користе и у риболову са кабловским алатима, и састоје се само од два тешка кована дела - везе, спојених као веза код ланца“, још се додаје „Многи су изгубили алатке, јер их није било могуће извући из бушотина или ископати, да би се поново могли употребљавати“, закључује се „Много зависи од вештине и стрпљења инструктора“ Када је поступак вађења алата, завршио неуспехом, последња мера је била whipstock, заобилажење заглављеног алата и одступање од правца бушења. То је била крајње непопуларно, нарочито код густо распоређених бушотина.

Прво заглављивање алата и «сува бушотина»

И прва индустријска бушотина у Пенсилванији је имала тај проблем, на дубини од 41 метра, алат је заглављен и бушотина је неповратно изгубљена. 4 дана након историјског 27, августа, 1859, „у долини која је изменила историју света“, једномдалеко мање познатијем бушачуод Дрејка заглавило се гвоздено длето у «бунару».

Два дана након тога што је Drake изненадио све у Titusville производњом нафте у количини од више од 4 м³, са дубине од мало више од 20 метара, вест је стигла и у Tidioute's general store, 20 миља даље. Ту информацију је чуо је 22. годишњи Џон Грандин (Јохн Ливингстон Грандин) син власника и амбициозног предузетник, који је видео

прилику за зараду, пошто је речено да се сваки барел нафте продаје за 75 центи. Пошто је знао да нафта цури и на Гордон Рун (Gordon Run), у близини Кембел фарме (Campbell Farm), он је јужно од града да купи 30 хектара земље, за 10 долара по јутру

4 дана након Дрејковог успеха, у жељи да што пре дође до веће количине нафте, он је са још примитивнијом опремом избушио за кратко време два пута дубљи бунар. Након тога му се длето заглавило, и постаће упамћен као први бушач нафте коме се то догодило.



John Livingston Grandin

У току дана имао је запосленог ковача Хенри Х. Дениса (Henry H. Dennis), за кога се каже да је био "највештији човек у региону," за бушење бунара кориштена је еластична грана (spring-pole method).

За њихову бушотину, Грандин и Денис грубоизграђен 6 метара висок бушећи торањ (derrick) у изнад еластичне гране (spring-pole). Користећи одбачену трамвајску осовину, Денис направио изненађујуће ефикасан проширивач бушотине (reamer).

Бушење са осовином као длетом радило је добро док се оно није заглавило на 40 метара, «да више никад не види светлост дана». Сви покушаји да се извуче длето нису успели.

Овај догађај је значајан, као "први" у заглављен алатисторији, и алат је поред свих напора остао у земљи сахрањени као споменик првим данима експлоатације нафтне.

Ипак, за Грандинаније све било изгубљено, како је мислио забринути ковач Деннис. Денис је у бушотину убацио неколико импровизованих "торпеда" од праха за минирање, и експериментисао са временом прах и експериментисао са време паљења, у нади да ће се разбијањем бушотина поново одћепити и ставити у функцију.

"Експлозија се осетила и на површини", како је написано у извештају, а у трећем покушају. "Господин Денис каже, земља подрхтавала као код земљотреса!". И поред овог, вредног пажње напора, Грандинова бушотина је била уништена и забележено је прво коришћење експлозива код експлоатације и први неуспех.

Од 2.803 истражних бушотина бушених у 2009, природни гас је откривен у 1.188, а нафта је пронађена у 626 бунара. Било је 989 суве рупа (dry holes).

Грандин је на крају постао богат. Поред радњи свога оца у ери истраживања нафте региону, Грандинова породица је нашла богатство у дрвној индустрији, продајом материјала за дрвене нафтне торњева, чији се број нагло умножавао. Активности везане за бушење у области државе Ворен (Warren County), са центром у Тидиоту (Tidioute), биле су најинтензивније, тако је до јула 1860 године у тој области избушено више од 60 бунара.

7.3. Метода ротационо бушења

За разлику од техника ударног бушења, бушење ротационом техником је резултат континуираног кружног стругања под сталним притиском (у данашњим време, под појмом "Ротационо бушење" подразумева се метода бушења у којој се бушотина континуално чисти током течности или ваздуха, а под појмом «ротационо» сматра се техника која користи пужни бушаћи алат, auger .



За ротационо бушење се у већини литературе наводи да представља новији метод бушења, или метод бушења који је наследио методу директног бушења са алатом на „кабл“. Ово није потпуно тачно, јер се у раној фази развоја експлоатације нафте појавила, паралелно са методом директног бушења, ручна метода бушења са спиралним сврдлом. Овај алат је био монтиран на треножни статив и сврдло се увртало ручно. Користио се углавном за бушење плитких рупа, а да би се рупа продубљивала било је потребно додавати наставке на алат, па је алат постајао све тежи и тежи.

Ипак, ова метода је имала своје присталице, па су нпр. први бунари у долини Сен Жакин (the San Joaquin Valley) били избушени ручним сондама. Ту је нафта потекла 1867, а бушења су извршена за Колумбиан оил ко. (the Columbian Oil Company, McKittrick). Нафта која је добијена била је густа и вискозна, а принос минималан. Комплетна посада прве бушеће гарнитуре, убијена је од стране одметника Тибурцио Васкеза (Tiburcio Vazquez) и његових људи.

Основни принципи ротационог бушења

Код ротационог бушења бушаца круна је константно у контакту са стеном која се дезинтегрише. Круном се на стену наноси константна сила притиска одредена режимом бушења. Круна ротира и резањем дезинтегрише стену са којом је у контакту. Код ротационо-ударног бушења, за разлику од ротационог, на круну се у једнаким интервалима наносе и удари циме се постиже боље продирање зуба круне за бушење у стену. Код ударно-ротационог бушења круна за бушење је у сталном контакту са стеном, доминантно је разарање стене изазвано ударима, уз сталну ротацију алата за бушење.

Постоји неколико метода ротационог бушења - код свих длета ротира на дну бушотине. Зависно од конструкције длета разрушавање се може вршити резањем, цепањем, дробљењем или комбинацијом наведених деловања. Длето се погони моторима који су постављени на површини бушотине преко ротационог стола и колоне алатки, које су састављене од длета, проширивача, тешких и шипки за бушење, радне шипке и главе за испирање. Мотори длета могу бити и уроњени на дну бушотине (турбинске или електричне бушилице) смештени у колони алатаки, одмах изнад длета.

Историја ротационог бушења

Техника ротационог бушења је најмање стара, ако не и старији, од методе ударног бушења. Неки методи овог бушења коришћени су још 3000 п.не. у Египту у радовима

везаним за експлоатацију и обраду камена. Већина основне опреме, бушаћи алат (у облику «шрафа») и помоћна опрема, која се користи у ротационом бушењу, су измишљени у н.ери у старој Грчкој и Риму (Brantly, pp. 36-40).

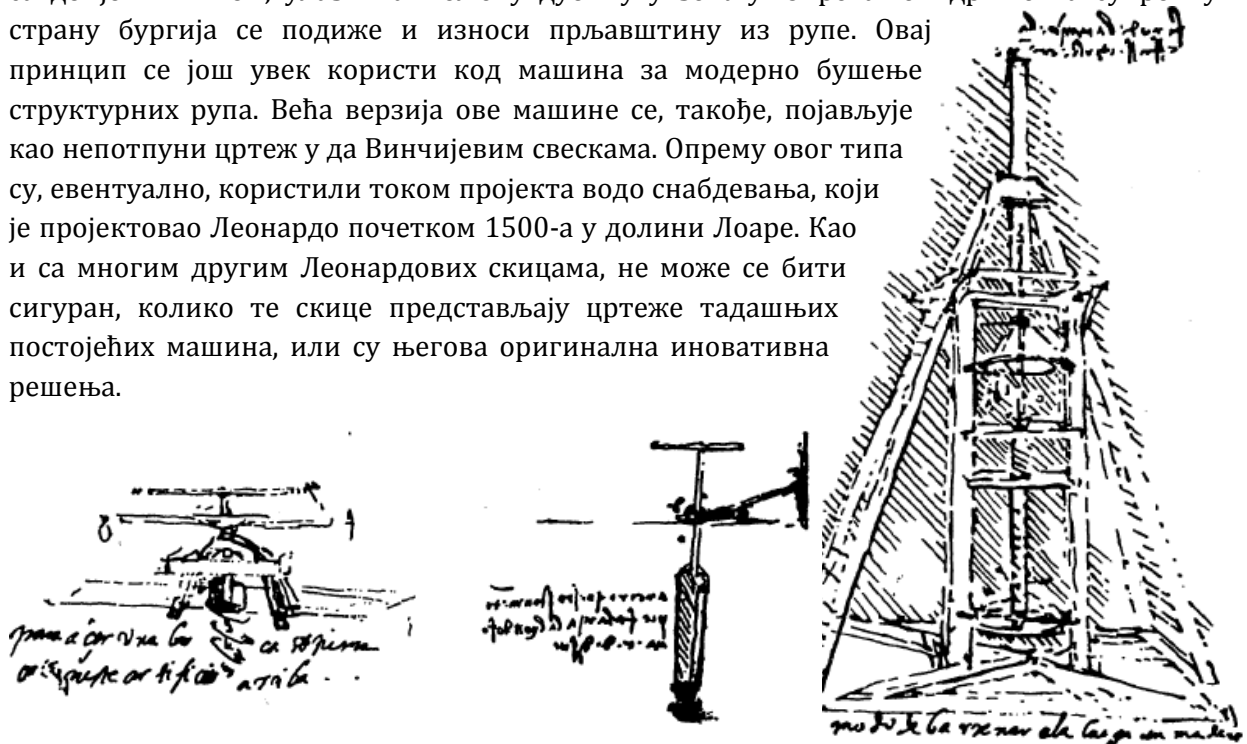
Објављени радови везани за методу ротационог бушења у Европи пре 19. века су ретки; Међутим, оно што се може наћи у доступним документима показује да су у Европи методе засноване на ротационом бушењу биле фаворизоване за мале бушотине, за разлику од великих бушотина за које се користила ударна техника. Углавном се се под тим подразумевали плитки бунари за експлоатацију подземних вода, за суво бушење земље (нпр. бушење које није зависна од било које врсте хидрауличне циркулације).

Примена овог метода бушења заснована је на његовој компаративној ефикасности на различитим типовима земљишта. На низ спојених шипки био је причвршћен алат за бушење, а те шипке су се додавале како се повећавала дубина бушотине. Изнад бушотине се налазио једноставни бушећи торањ, скела (derrick) опремљен једноставним уређајем за подизање и спуштање алата, као и регулисање притиска бушења у дубљим отворима

Ови рани европски бунари варирали су у великој мери од величине и сложености. Свеске Леонарда да Винчија (The Notebooks of Leonardo da Vinci) и записи Георгиуса Агриколе (De Re Metallica by Georgius Agricola) указују да током 16. века већ постоји разноврсност идеја. На слици 6 представљена су три дизајна Леонардових бушилица.

Слика 6б је мали алат за бушење са спиралном бушилицом, слика 6а приказује мали алат за пушење са спиралном бушилицом која има пужни преносник. Горњи шипка је везана вертикалним навојем за доњу шипку, и спољни навој јој одговара унутрашњем навоју доње шипке.

Окретањем дршке која је причвршћена на горњу шипку, спирална бургија која је спојена са доњом шипком, улази на жељену дубину у земљу. Окретањем дршке на супротну страну бургија се подиже и износи прљавштину из рупе. Овај принцип се још увек користи код машина за модерно бушење структурних рупа. Већа верзија ове машине се, такође, појављује као непотпуни цртеж у да Винчијевим свескама. Опрему овог типа су, евентуално, користили током пројекта водо снабдевања, који је пројектовао Леонардо почетком 1500-а у долини Лоаре. Као и са многим другим Леонардових скицама, не може се бити сигуран, колико те скице представљају цртеже тадашњих постојећих машина, или су његова оригинална иновативна решења.



Слика 6: Идејна решења леонарда да Винчија

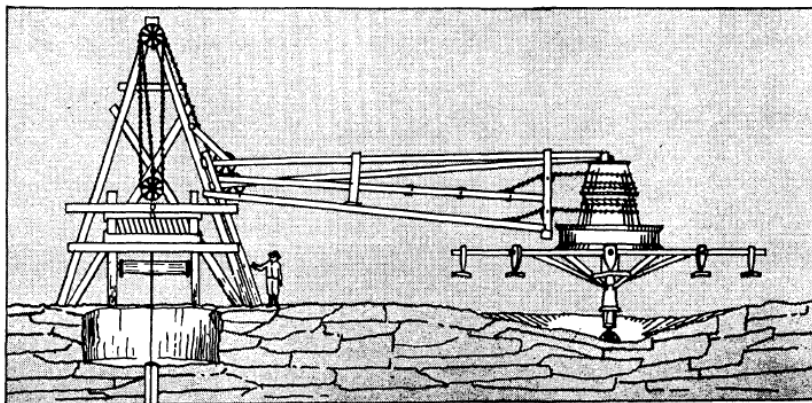
Илустрације Агриколе указују на степен техничке софистицираности који је остварен у рударству и копању земље током средине 1500-их година. Овај рад се не односи директно на бушење бунара за воду, међутим, различити делови за дизање и опрема погођена коњском снагом, која је приказана, детаљно, успешно би се могла користити и за бушење бунара за воду.

Ни једна од детаљних гравира из Агриколине књиге *De Re Metal* (чији је факсимил више пута репродукован током 20. века) није дата, јер се не односе на експлоатацију воде или нафте, него на рударске активности. Погледом на ове гравире може се, ипак, закључити да се оваква опрема могла користити и за друге намене у 16. веку, и ако је она била тешка и стационарна, никако портабл.

Auger - пуж - пужна бушилица. Бушилица с дугим спиралним жљебовима која ротацијом диже увис бушаћу шипку и тако константно механички износи избушене крхотине на површину (без циркулације ваздуха или исплаке). Често се примјењује за бушење сеизмичких бушотина. Такође се користи за бушење глина, или другог релативно неконсолидираног, материјала близу површине. Постоје пужне Бушилице с испирањем ињектираним флуидом (*wet auger*). Синоним: *auger bit*.

Структурна бушотина. Бушотина, обично је плитка малог пречника канала, која се израђује без намене за производњу, него првенствено за добијање података о геолошкој структури (иако се из резултата бушења могу добити и друге врсте података). Често се буши до реперног структурног хоризонта (*structural datum*), који обично залеже близу познате или претпостављене продуктивне зоне и не мора пробушити потенцијалне лежишне стене. Синоними: : *geological exploratory drill hole, post hole, structural test hole, structure hole, structure test hole; v. stratigraphic test.*

Методe бушења из времена Леонарда и Агриколе су се , вероватно, врло мало мењале током 1800-тих година. записи из 17. и 18. века, врло често не наводе тачну конструкцију



и технички опис. Да се у конструкцији ових уређаја ништа значајније није мењало, и да су њихова техничка решења била на нивоу софицираности показаних уређаја из 16. века, показује приказано техничко решење касне 1841 године, које се користило за бушење у

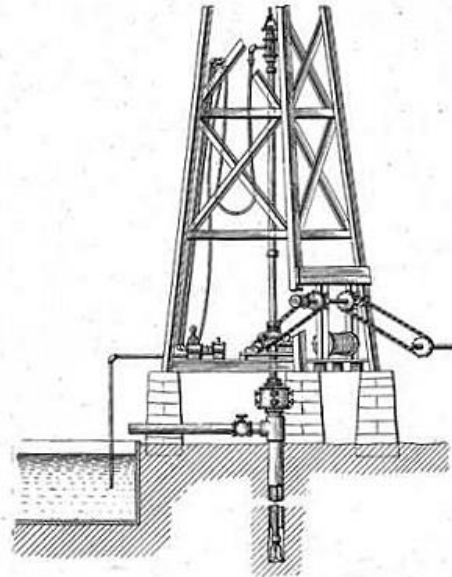
Гренелу у Француској (*Grenelle, France*). Ова бушотина је достигла дубину од 1,771 feet (540 метара).

Једноставно ручно бушење бургијама, коегзистира са са великим бушотинама, и користи се за мале бушотине до почетка 20. века, како је приказано и на илустрацији из *Ernest Spon's* упутства за бушење који је штампан 1875, и показује типичну примењену методу бушења крајем 19. века.

Хидрауличне методе

Прве ротационе методе су биле ефективне, у том смислу да су се с њима могли избушити бунари жељене дубине, али нису биле ефикасне. Због тога што су се све радње везане за бушење обављале механички, сами алати су били тешки и неспретни за употребу. Уклањање резница, под релативно сувим условима успоравало је још више поступак бушења. За бушење дубине од 540 метара на једној од првих бушотина (раније поменуто, Grenelle) требало је осам година.

Драматични догађаји су се одиграли средином 1840-их година, када су патентирани уређаји за циркулацију флуида у Енглеској, и почели да се успешно примењују у Француској. У јулу 1844, Роберта Беарт из Годманчестера у Енглеској (Robert Beart of Godmanchester, England), поднео је патентне цртеже и спецификације за алат за бушење, који је имао укључен систем за циркулацију воде, за испирање резница из рупе. То је у основи ротациони уређај са шупљим металним шипкама, којима се врши бушење. И ако у патенту није јасно назначено, претпоставља се да је водени ток, надоле, кроз ануларни простор између алата и зида, а да се на површину враћа кроз саму цев-алат (реверзна циркулација (Brantly, pp 92-98). Да ли се Бертова конструкција користила у пракси, није познато, али конструкција француског конструктора Fauvelle, која се заснива на истим принципима је кориштена. Са овом конструкцијом је избушен 1845 године артерски бунар од 170 метара.



Метода ротационог бушења увела се шире у праксу након могућности увођења моторног погона, за погон сонде ("rotarybit"). Први ротационо бушење у Калифорнији обављено је 1902 на Coalingafield, али је било неуспешно. Опремом за бушење се није могао избушити вертикалан бунар. Бунар је био тако крив, да се морао довести алат за бушење са каблом, да исправи бушотину. Ово, је наравно, донело ротациономалатулошу „рекламу“ на нафтним пољима у Калифорнији. Због тога се у Калифорнији појавио застој у коришћењу ротационе опреме за бушење. Тек су 6 година касније изведена прва успешна бушења на Midway-Sunset пољима и то опремом која је доведена из Луизијане (Louisiana, 1908).

Развој технике ротационог бушења

Развој технике ротационог бушења подељен је на 4 периода, и у сваком периоду су дате најважнија иновациона решења

Први период: 1901-1920. год. (период оснивања)

- основни принципи “ротару” бушења;
- длета за “ротару” бушење (рибљи реп);
- прве примене зацевљења и цементације бушотина;
- примена исплаке за бушење;
- почетна К-мерења (електрични каротаж).

Други период: 1920-1950. год. (развојни период)	<ul style="list-style-type: none"> - много снажнија бушаћа постројења; - боља длета, али још увек рибљи реп; - побољшања на цементацији заштитних цеви; - примена специјализованих исплака.
Трећи период: 1950-1970. год. (научни период)	<ul style="list-style-type: none"> - експанзија истраживања у области технологије бушења; - боље разумевање принципа хидраулике; - побољшање квалитета длета (троконусна и дијамантска длета); - примена дубинских мотора; - побољшање технологије исплаке и примена затворених исплачних базена са опремом за пречишћавање исплаке.
Четврти период: 1970-данас (период аутоматизације)	<ul style="list-style-type: none"> - примена длета са умецима : ПДЦ и ТСП длета; - потпуно аутоматизована контрола бушења са ТДС лабораторијом; - компјутерска контрола променљивих параметара бушења; - комплетно планирање израде бушотине од почетка до производње; - израда хоризонталних бушотина уз помоћ MWD

Дијамантско бушење, експериментално бушење 1865

Први пут се појам „бушење дијамантским алатом“, појавио у документима написаним 1860-их у којима се помиње дизајн и претпостављени резултати у бушењу нафтних бушотина, са алатом који се зове дијамантска бушилица (Боне, 1865; Моррис, 1865; Еатон, 1866, Bone, 1865; Morris, 1865; Eaton, 1866). Упркос похвалних коментаре у раној литератури, алат била експериментална колико нафтна индустрија је забринут у то време. Моррис у својој књизи из 1865 наводи да је сведок "рада са овим алатом на експерименталној бушотини". Бон, 1865, наводи да је "у току су експерименти за тестирање изводљивости новог процеса бушења за бушење. Длето за бушење је кружно и шупље, као танка цев, а на његовом доњу ивицу су постављени бразилски дијамантима.". Еатон, 1866, пише да "је представљен нови алат, који није довољно испитан, а ради на сасвим другачијем принципу од алата који су моментално у употреби и зове се." Дијамантско длето ". није био у употреби довољно дуго, да би показао своје предности и значај ". Ови извори третирају, углавном, нафтне области северозападне Пенсилваније, али локација теста, или експерименталног бунара није дата. Могуће је да се све дешавало у околини нафтог региона Creek Valley, јер је то био главни нафтни појас средином 1860-их, а наведени аутори су се највише њим бавили у својим књигама. Осим ових, не постоји ни један други извештај о почецима коришћења дијамантског алата, и ако се већ на

основу ових бележака може закључити да је експериментално коришћење започело 1865, у северозападној Пенсилванији, у региону Oil Creek Valley.

Што се тиче експерименталног бушења дијамантским алатом, Боне (1865) каже да је избушена рупа од 1,5 метара, а након тога се алат морао мењати. Брзина бушења је око 1,2 метра на сат (израчунато на основу овог отвора од 1,5 метара). Моррис (1865), који је присуствовао експерименталном бушењу, каже да је, " у првој стени избушен отвор од око 10 метара". Боне тврди да овај патент омогућа, да се " може избушити 152 метара за десет дана". Еатон (1866) наводи да се " од патента очекује да омогући да се бунар од 120 метара избуши за две или три недеље". Ови супротстављени извештаји сугеришу да је можда дошло до бушења два тест бунара у 1865.

Све горе наведене извештаја слажу у једном, да је алат у облику цеви, и када је уклоњен да је у стени остао да стоји ваљак који је накнадно морао бити одсечен, да би се уклонио.

Проналазак и историја

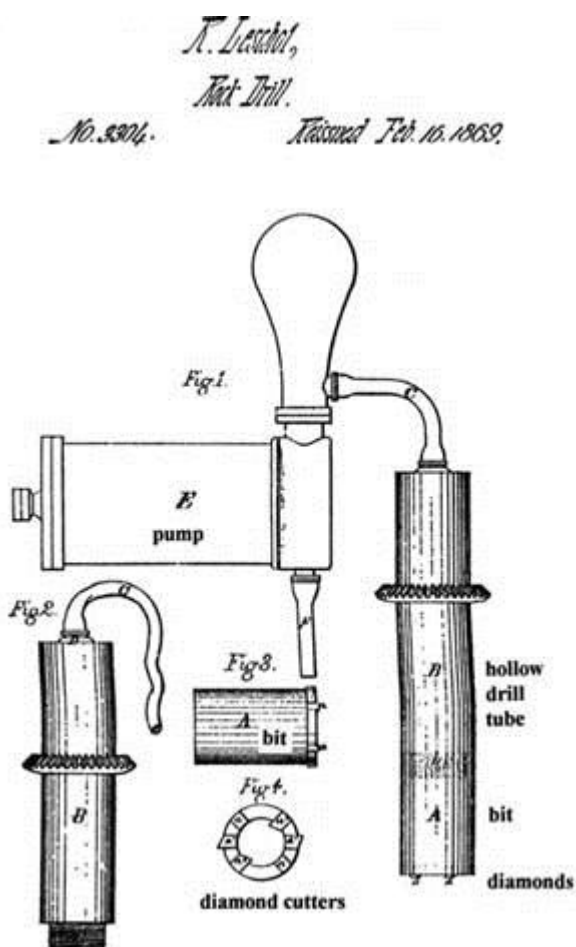
Бушићи алат са дијамантским језгром (The diamond core drill) изумео је и увео га у практичну примену 1863 Rodolphe Leschot, француски инжењер. Прва Лешотова изведба имала је четири карбона у круни длета, и уређеј на које је било монтирано длето обртао се 250-300 грм. пре индустријске употребе уређај је испробао у Rheinfelden, Швајцарска, где га је користио 60 дана и избушио рупу од 475 метара. прву индустријску употребу имао је за бушење рупа за експлозив, код бушења тунела је тунела Mount Cenis, на Француско-Италијанској граници. Лешот је патентирао уређај у Сједињеним Државама у 1863, и са неким изменама 1869 (Брантли 1971). 411869 Лешот је дијамантско длето испоручио у САД за употребу у каменолому за експлоатацију мермера у Vermont (Edson, 1926).

Није познато да ли постоји било каква веза између 1865 експерименталног бушења са дијамантским длетом у Пенсилванијском нафтном региону и Лешотовог бушења за рупе за експлозив у Француској 1863. Директна веза је мало вероватна. Порекло оваквог типа длета, вуче корене још из антике. Одређене врсте ротационог алата са дијамантским длетом коришћене су још пре 5000 година у Египту за ломљење камења. Шупљи дрвени штап (касније метална шипка), чији је крај спаљен ротиран је ручно, или са луком на коме је била разапета тетива, а радна површина је била ојачана издробљеним минералима, гранулисаним рубином или сафиром. На овај начин су бушене плитке рупе од око 0.1524 метара, а пронађене су и рупе од 0,5 метара бушене на овај начин.

Рубин и сафир су врста корунда чија је тврдоћа девет на Moh's скали тврдоће. Стакло (кварц) има број седам, а дијамант је број десет који је најтврђи минерал, и може да сече било које тврде стене.

Лешотова експериментална дијамантска кружна бушилица из 1865, као и оне раније, састојала се од шупље цеви или цилиндра који има низ камења који су постављени на ударни крај. Идеја коришћења драгог или полудрагог камења на резној површини, дошла је на основу Лешотовог, претходног раног часовничарског радног искуства. Он је ово искуство касније успешно искористио у свом раду као инжењера који је учествовао у

изградњи тунела. Слика Лешотовог патента показује да је његов алат имао шест каменова (за разлику од првог експерименталног модела). Моррис када описује алат из Пенсилваније (1865) каже да тај алат има исто 6 каменова, а Батон у свом опису експерименталног бушења (1866) каже да алат има петнаест каменова. У свом раду Едсон (1926) наводи да је просечан број се користи у длетима из 1920, осам каменова. Подешавање положаја овог камења у длету је посао веома квалификованих стручњака. Камење које се користило се назива је *carbonados* (Црни дијанат) или Јужноафрички драги камен (бортс), који је касније доминантно коришћен. Лешот је у својим длетима користио чисто драго камење, драгсцхот можда користили јасне дијаманата драгуља разреда на први поглед (његове бразилскихске вредности (Бразилско камење).



У патентној документацији коју је Лешот поднео за 1869, као допуну патента, дијамантска бушилица је имала хидраулични систем са флуидом који се упумпавао, директно доле једном цеви, у циљу истеривања резница. Ротација је постигнуто преносом погонске силе на алат помоћу конусног зупчаника (bevel gears), а длето за сечење има 6 дијаманата.

Опис и побољшања

Бушење дијамантским длетом захтева обртно кретање и циркулацију флуида. 1860-их нису пријављивани само проналасци везани за дијамантске длета, него и дуги бројни патенти везани за прве машине за ротационо бушење, као и за циркулацију флуида код ротационог бушења, чије је основе смислио Robert Beart of Godmanchester, енглески проналазач 1844 године.

Ротационо бушење са циркулацијом течности за испирање ушао први пут се у Сједињеним Америчким Државама почео

користити у Корзикани, у Тексасу (Corsicana, Texas) 1894-1900, а од 1901 на Spindletop.

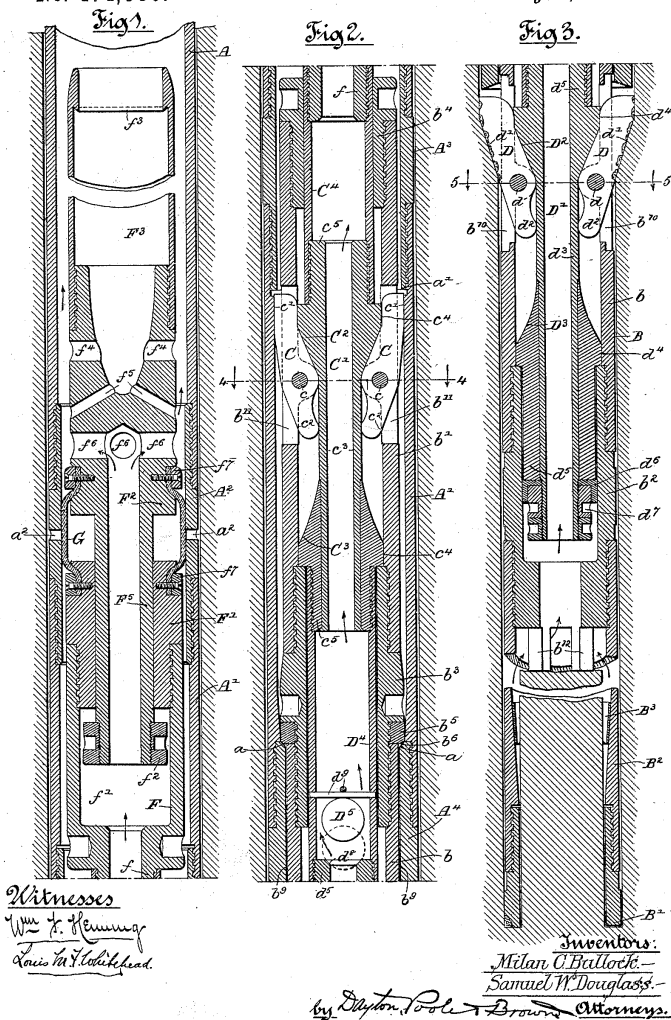
У 1920-их и 30-их годинама је језгрена цев са једном цеви, постепено замењена са двоструком цеви. Унутрашња цев је опремљена хватаљкама за језгро. Ову конструкцију са двоструком цеви у језгреној цеви је патентирао је 1892 МГ Булок, али је требало времена да се ова конструкција почне употребљавати у бушење нафте. (Брантли, 1971).

Основни алат, дијамантско длето (diamond core heads), знатно променило у броју резница (borts) постављених у синтерованој матрици која се употребљавала 1940-тих. Данас једно „ребро“ дијамантског длета има много више „камења“ него целе дијаманска „глава“ пре више деценија. Обратите пажњу на илустрацију 1965 дијамант длето за бушење језгра (језгровање), бушаћа круна.

core drilling bit – длето за бушење језгре (језгровање), бушаћа круна. Шупље бушаће длето или бушаћа круна за бушење језгара стена у бушотини. Најчешћи типови бушаћих круна имају на радној површини уметнуте дијаманте или улошке волфрамовог карбида. Бушаћа исплака циркулира између спољне и унутарње језгрене цеви (в. core barrel) и враћа се кроз канале дуж бокова длета и прстенасти простор. Синоними: core bit, corecutting head, core head, coring bit, coring drilling bit, cutter head

core barrel – језгрена цев (апарат). Цилиндар смештен изнад длета за бушење језгра

(No Model.) 3 Sheets—Sheet 1.
M. C. BULLOCK & S. W. DOUGLASS.
 ROCK DRILLING APPARATUS.
 No. 474,080. Patented May 3, 1892.



(бушаће круне) који служи за прихват избушене језгре стијена. Два уобичајена типа језгрених цеви су: (а) језгрена цев која се извлачи жичаним ужетом (wireline core barrel) – дугачка је 4,5 метра (15 стопа) и извлачи се хватачем (overshot) на ужету (sand line) кроз бушаће длето и колону бушаћих алатки; језгра се буши жрвањским или дијамантним длетима, и (б) конвенционална језгрена цев (conventional core barrel, full-core barrel) – спушта се у бушотину с колоном бушаћих алатки (drillstring) и буше се секције језгра дужине од 3 до 18 метара (10 до 60 стопа), обично од 9 метара (30 стопа); састоји се од шупље бушаће главе (круне за језгровање, cutterhead, core head), спољне цеви (outer core barrel), помичне унутарње језгрене цијеви (за прихват и држање језгре, inner core barrel) и хватача језгра (core catcher) на дну језгрене цеви, а бушаћа исплака циркулира до бушаће круне између двеју језгрених цеви. Језгрена цев користи стабилизатор непосредно изнад бушаће круне (core bit) и многе имају

сигурносну спојницу (safety joint) тако да се унутрашња језгрена цев с језгром може извући из бушотине у случају заглављивања спољне језгрене цеви. Постоји више типова језгрених цеви – челичне, пластичне или од стаклених влакана, с гуменом кошуљицом (rubber sleeve core barrel) за прихват језгара меканих и распуцаних формација, за језгровање под притиском и са сунђерастим улошком или облогом (sponge insert core barrel) за задржавање слојних фл уида. Језгрена цев има 5,1 до 7,6 цм (2 до 3 инча) мањи пречник од канала бушотине при бушењу језгра.

Коришћење

Главно коришћење бушења са дијамантским алатом за језгровање у 1800-их и почетком 1900-их година су била истражна бушења, код вађења руда и камена, као што су угаљ у Пенсилванији, бакар и гвожђе у Мичигену и Минесоти, злато у Ренду, итд.



Прва комерцијална употреба дијаманата алата за језгровање, за бушење нафте догодило се 1916, а ова метода је почела да замењује друге основне ротационе методе као што су Adamantine drag-type coring tool (бушилица од каљеног челика куглицама (сачмом) које се врте по ободу ротирајућег цеви). и Calyx toothed coring bit (назубљени алат). До 1920-их дијамантске кружне бургије и бушаћа длета су у општој употреби у Сједињеним Државама и користи за бушење у кречњачких

лежишта, која су имала висок притисак у бушотини и налазила су се у Тампико базену у Мексику (Tampico Basin in Mexico).

Нафтних геолози ову методу бушења су масовно користили, за прављење стратиграфских рупа, кључних рупа у земљишту, из којих су се вадиле језгра да би се могла извршити детаљна испитивања, и на основу тога урадити структурна мапирања, која су представљала једна од кључних процеса за избор локације за бушење нафте. То је било у крајем 1920-их и 1930-их пре него што су електричне и сеисмографске методе постале опште доступни.

Тих година се у ова метода највише употребљавала у континенталном делу Америке, обали мексичког залива и Калифорнији. У старијим источним нафтним регионима, као што су Брадфорд поља (Bradford field) на граници Пенсилванија-Њујорк, дијамантски алат за језгровање се користио код операције утискивања воде у лежиште (water-flooding operations).

Стратиграфија је геолошка дисциплина која проучава и даје приказ еволуције Земље, од њеног постанка до данас. Она се бави издвајањем стратиграфских јединица (и у оквиру њих слојева и стена) са циљем дефинисања њихове старости и праћења промена које су се дешавале. Дакле, стратиграфија се бави идентификовањем и лоцирањем у времену догађаја који су се одигравали и много раније него што је човек постојао на Земљи. Предмет проучавања стратиграфије су углавном седиментне и наталожене стене вулканског порекла.

8. ИСТОРИЈА ЕКСПЛОАТАЦИЈЕ НАФТЕ НА БАЛКАНУ

8.1. НАФТА У ЈУГОСЛАВИЈИ

Нафта није непозната ни у Југославији. Од најсевернијих предела Прекомурја, Међимурја и Баната, преко Мославине, сјевероисточне и средишње Босне све до нај- јужнијег Црногорског Приморја и, још јужније, до рудне области источне Македоније, посвуда има лежишта нафте и њених сталних пратилаца, земног гаса и битуминозних шкриљаца.

Природни услови за њен постанак и развитак били су на територији бивше Југославије веома повољни, нарочито у терцијару, кад су територије Југославије прекривала мора, у којима су живеле велике количине планктона и бентоса, основне материје за стварање нафте. Једно такво давнашње море било је и Панонско у пространом котлинастом улегнућу између планинских сплетова Алпа, Динарида, Родопида и Карпата. Мора је нестало, а на ивицама данашње Панонске котлине или низине развила су се богата лежишта земнога уља, нафте. Зато данас и има нафте у Аустрији (особито у Бечкој завали, Зистерсдорф (Zistersdorf)) и Мађарској, а има је и на територији бивше Југославије дуж панонског ивичног подручја.

Стратиграфски положај нафтоносних хоризоната у панонском подручју био је истраживан већ у XIX веку. Најстарија и најистраженија лежишта налазе се у мурском и мославачком басену. Ипак и ту постоји још читав низ монтанистичко (рударско)-геолошких питања, на која тек треба да одговоре и садашњи и будући истраживачки радови. Можда се још већа потреба научно-истраживачких радовима показује у осталим нафтоносним подручјима и басенима Југославије, која се могу додатно испитивати (војвођански, алексиначки, тузлански, источномакедонски, црмничко-буљарички, средњодалматински, истарски и др.).

И ако детаљнија анализа стратиграфске структуре наших нафтоносних лежишта, види се да је та структура разнолика и подоста шаролика.

Стратиграфија је грана геологије која проучава слојеве стена, њихове текстуре, састав, међуодnose, те их корелише на ширем простору. Првенствено служи за описивање седиментних стена и услојених вулканских стена те одређивање њихове старости. Циљ стратиграфије је дефинисање система помоћу којег се може дати временски след стена и збивања у геолошкој прошлости уједначено за свако подручје, као и за Земљу у целини.

Топономастика Наука о именима места; наука која испитује порекло и значење имена појединих места

У најпознатијем панонско-ивичном подручју претежно су то плиоценски слојеви панона: преваленциенезијски, абици и рхомбоида, а у зеленкастосмеђим лапорима сармата (прелаз у плиоцен) јављају се тамносмеђи битуминозни шкриљци као матичне стене за нафте из панона. У Шумећанима и Буњанима нафта је миоценска.

На територији бивше Југославије, нафта је била позната већ одавно, много пре него што су у другој половини XIX. века дошли за оно доба модерни истраживачи да је проналазе. Па и сама стара народна имена неких насеља — баш у подручјима, гдје је већ утврђено, да има нафте, и за која се оправдано претпоставља, да нису безначајна ни за индустријску

производњу земног уља — много упућују на појаву катранастог уља, смрада и ватре, што се налази у земљи или из ње излази. Тако на пр. Пекленица у Медимурју и Пакленица у Посавини, Поганац и Погановци у Подравини, Уљаник у Славонији, Катран и Смрдеж у Црној Гори, па Смрадове, Смрдељ, Смрдљивац и читав низ сличних имена у Далмацији, и т. д. Топономастичка истраживања (у нас најчешће занемарена) вјеројатно би открила што-шта занимљиво о генези тих имена с обзиром на појаву и искоришћивање нафте.

Детаљ стратиграфског развоја кенozoика :

неоген (млађе раздобље терцијара)	плиоцен	левантин (палудински слојеви)	
		панон (конгеријски слојеви)	Rhomboidea - конгеријски слојеви
			Abichi - пешчани валенциенезијски слојеви
	Преваиленциенезијски слојеви - глинасти кречњак		
миоцен	Сартмат Тортон хелвет II медитеран Бурдигал аквитам I медитеран		

Вађење и кориштење нафте било је познато у Међимурју и Прекомурју (Селница, Пекленица, Лендава) већ у XVIII веку, а народна предања у селима Рибњак (бивши котар Лудбрег, сада Вараждин) и Велики Поганац (котар Копривница) откривају и говоре, да су сељаци тих насеља од давнина вадили густу и масну црну смолину, или мутно и густо земно уље, а у Рибњаку још и земни восак (озокерит). Ту смолину, уље и восак примитивно су прерађивали како и колико су знали и могли и употребљавали за свакодневне потребе у домаћинству (као мазиво и средство за осветљење).

8.2. Период до 1918. године

8.2.1. Прва запажања о нафти у нашим крајевима

Први документ о појавама нафте у нашим крајевима, потиче из 16. века, а налазимо га у (в. стр. 219 и 220) делу П. А. Матиолија (P.A. Matthioli).. Да ли је о томе нешто забележено и раније - остаје као изазован задатак историчара да то истраже.

Веројатно је да постоји неки документ, запис или путопис - старији од 16. века, где се спомиње нафта на нашем подручју. То нам потврђују и топоними, као што су Пакленица код Задра, Смрдељ у Далмацији, Паклени отоци код Виса, Поганац у Подравини, Катран у Црној Гори, Уљаник у Славонији итд. Порекло тих назива веројатно треба тражити у одбојном изгледу нафте, која је црна, уљана, која смрди и гори, али - свакако - та су имена могла настати и из других разлога.

Доказ о употреби (али не и налазиштима) нафте у нашим крајевима налазимо и у рукописима насталим у средњем веку, у којима се препоручује израда лекова. Најпознатији од њих су »Ходошки зборник« из 14. и 15. века, »Врачбени типик«,

Хиландарски медицински кодекс и трактат »Electuaria et medicamina diversa« у рукопису »Ephemerides Medical« (14. или 15. век).

Међу бројним лековима у тим рукописима, спомињу се »asphalt и petroleum«. Како ти лекови стоје и у попису код Диоскорида (Dioskorida), грчког лекара и научника из првог века, не може се само на основу тих пописа тврдити да се нафта код нас и добијала, али се поуздано може претпоставити да је кориштена у медицинске сврхе. Потврђује то и чињеница да се у 15. веку у апотекама Дубровника продавао и »olio petrolio«. Постоји податак да се на распродаји заоставштине дубровачког апотекара Рикарда Божиновића 1482. године продавао је између осталих лекова и » olio petrolio«.

Дакле, наши су људи или сами вадили нафту из земље или су је куповали од путника који су из Азије долазили у наше крајеве. Већ од 12. века постојале су и доста разгранате трговачке мреже између Дубровника, и босанских и српских владара. При том се спомиње катран као роба која се продаје.

Од 16. до 18. века о нафти се у нашим крајевима пише само успутно или се она уопште не спомиње. Међутим, будући да се тадашњи научници нису посебно бавили питањем нафте, податке о њој треба тражити у књижевним делима, нарочито у путописима.

У записима наших старијих писаца ни на једном месту није споменута нафта, али су зато наведене речи које својим значењем упућују на нафту.

Тако нпр. Петар Зоранић у »Планинама« (кап. V) пише:

»Из очију му вазда брузгом вичње пригорке и јадовне сузе тециху у толико обиље да седам рик јачих и страшних по пакленој држави чињаху не како воде да право како горућа пакла.«

Дакле, Луциферове сузе (јер о Луциферу се ради) изгледале су попут горуће пакле, а не попут воде. По њима и Пакал се зове, објашњава Зоранић.

Међутим, тврдити данас на темељу само те речи да је Зоранић, служећи се њоме, мислио на нафту - за коју је у народу прошлих векова био уобичајен назив пекала или пакла - било би претјерано. Он је исто тако могао мислити и на пакао, јер и његове »Планине« на неким местима подсећају на Дантеов »Пакао«. Зоранић је, исто тако, могао бити под утиском Пакленице, усека недалеко од Задра, познатог по страховитим олујним ветровима који изазивају код тамошњег становништва страх од немоћи пред природном силом.

Исто тако је познато да је Зоранић волео путовати и да је добро познавао Далмацију. Па зар онда није могуће да се на своје очи уверио у постојање неког извора нафте. Ако је нафта горела, изазивало је то код њега страхопоштовање према непознатој природној појави. Уосталом, да је он стварно могао видети нафту, доказ је Матховлијева књига, а на то наводе и записи А. Fortisa, о којима ће касније бити више речи.

Према томе, на основи само једне речи Зоранића готово је немогуће озбиљно анализирати тадашње познавање нафте у нашим крајевима; Како се ради о нарочито занимљивој евентуалној вези између наших средњовековних писаца и појаве нафте, ово остаје као могућност даљег истраживања.

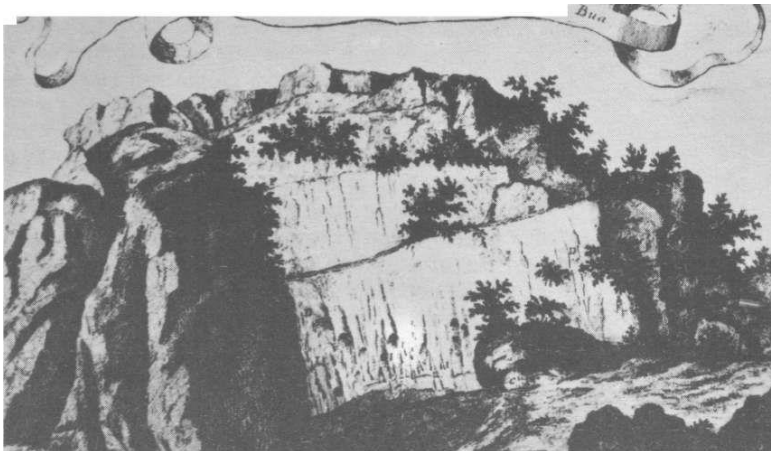
Занимљиво је да Фрањо Петрић (Patricius, Petrišević) (Црес 1529 - Рим 1597), нешто млађи Зоранићев савременик, у својој »Новој свеопштој филозофији« не спомиње нафту, и ако би се то могло очекивати с обзиром на његово познавање природе. Он у поглављу »Сунце«

говори о угљу, наводећи нпр. да »огањ долази од угља«. За нафту сигурно није никада чуо, јер би је иначе сигурно набројао као и остале минерале: со, сумпор, плави камен (галицу), глиницу, магнет.

Ни у идућем, седамнаестом веку не говори се изричито о нафти у нашим крајевима, то чак не чини ни Павао Ритер Витезовић (Pavao Ritter Vitezović) (Сењ 1652 - Беч 1713), један од најобразованијих Хрвата свога времена. Тек у 18. веку италијански путописац Алберто Фортис (Alberto Fortis) (1741 - 1803) у делу »Viaggio in Dalmazia« (Венеција, 1774. године) приказује један рудник pissasphalta у Далмацији. Pissasphalt је меки, црни, битумен, нешто између нафте и асфалта.

Он описује острво Чиово где је наишао на наслагe pissasphalta, који је веома доброг квалитета, црн, врло чист, мирисан и излази у течном стању. Напомиње да он те наслагe назива »рудником« иако би била исправна реч »извор«. Даје и детаљан опис налазишта. Такву црну масу Фортис је нашао и на Брачу (поред Шкрипа) али у малим количинама, затим у Вргорцу и недалеко од Сиња.

Налазишта нафте у нашој земљи спомиње и старија стручна литература (Вукотиновић, Зепхаровицх, Стур, Коцх и др.), а Кишпатићеве »Руде у Хрватској« фундаментално су научно дело и драгоцен библиографски приручник за упознавање и даље проуча-вање руднога блага Хрватске. У тим ста рим записима и вредним подацима о истраживању нафте споменута су лежишта код Петрова села, Баћиндола и Новске у средњопосавској Славонији, затим у Миклеушкој и Клоштру Иванићу у Мославини, Лепавини и Великом Поганцу у средњохрватској Подравини, и у околици Вировитице у славонској Подравини.



Цртеж рудника . Pissasphalt а на острву Чиову, објављен у књизи Алберта Фортиса »Viaggio in Dalmazia« 1774. године

Прво помињање нафте у Славонији везано је за догађај који се десио у славонском селу Еминовци код Пожеге и који је детаљно описан

Наиме, од 14. септембра 1779. до почетка јануара 1780. непрекидно је горела ватра, тако да су биле оштећене и саме куће, што је изазвала страх мештана. Након што се ватра опет појавила 1781. године, Будимпештански

универзитет упутило је двојицу природњака да би ли пронашли узроке ове појаве.

Они су у Славонији боравили месец дана, детаљније упознавши за то време њену флору, фауну, минерални састав земљишта и народне обичаје. Били су то Матија Пилер и Лудовицус Митерпахер (Mathia Piller, Ludovicus Mitterpacher), који су по повратку, у Будимпешту 1783. године објавили књигу »Iter per Poseganam Sclavoniae provinciam mensibus junio et julio anno MDCLXXXII susceptum“

Њихова су запажања су први детаљнији описи нафте на Балкану. Они наводе да код Гојла има битумена и петролеја, који би се могли добро користити за израду коломасти.

Наишли су на трагове петролеја и код села Пакленица недалеко од Нове Градишке, те у Баћиндолу. За Баћиндол (будуће налазиште нафте) пишу да у њему петролеј тече потоком. Ако се ухвати на извору, лако се запали и гори зелено- жутим пламеном, изгара и ништа не остане од њега. Уз објашњење да је пожар у Еминовцима изазван паљењем нафте, они на крају истичу корист коју од нафте имају Французи и Персијанци.

Опис овог догађаја налази се и у капиталном географском делу Драгутина Хирца »Природни земљопис Хрватске« (Загреб 1905). У поглављу о »нашој земљописној науци у прошлости« Хирц на једноме мјесту (стр. 110) пише о Матији Пилеру и Лудовицус Митерпахеру и њиховом истраживању појаве нафте или земног гаса у географском простору Пожешке котлине.

Занимљиво је напоменути да су Матија Пилер и Лудовицус Митерпахер, навођењем Гојле, лоцирали непогрешиво прво велико нафтно поље у Хрватској.

Тих година забележен је још један налаз нафте односно битумена. Учинио је то др. Стјепан Барбијери, лекар у Комижи, који је 1782. године упутио писмо Економском друштву у Сплиту, износећи податке о флори, фауни и историји острва Виса.

У писму, такође спомиње да у близини бенедиктинског самостана и цркве на брду Хуму постоји извор слано-киселе воде, те да се недалеко од њега запајају мрље смоле као катрана. То место народ зове Пакленица, и из њега се копа катран који служи за мазање рибарских бродова.



Јакоб Винтерл рођен је 1739. године у Штајерској. На Бечком универзитету стекао је докторат из хемије. У Угарској је особито био познат јер је први утврдио да електрицитет утиче на хемијске промене. Године 1784. основао је Прво угарско научно друштво.

У истој декади забележен је податак о нафти у још једном нашем крају. Године 1778. Јакоб Винтерл (Jakob Winterl), с Будимпештанског универзитета, анализирао је састав нафте и то оне која извире око ријеке Муре и у Галицији.

У првој половини XIX века, нафта ће се, међутим, све чешће спомињати у нашим крајевима. Тако, међу осталима, В. Шонбауер (Schöbauer) 1801. пише о Селници и »земаљском уљу«, а 1817. Андреј Зиспер (Andrej Zisper) уочава да нафта у Пекленици извире заједно с кристално чистом водом. У другој половини тога века нафта не само да ће се још више спомињати, него ће настати и нео- чекивана потражња за њом, па ће се њено истраживање и експлоатација у Хрватско-Угарској и законски регулисати.

Један податак с почетка друге половине XIX века показује да се с нафтом већ почело зарађивати. Године 1856. у аустријском геолошком годишњаку Зефаровић (Zepharovich) пише да су на имању грофа Гјуре Фестетића осам минута хода од села Пекленице у Међимурју - два мушкарца и једна жена црпили из једног рова ручним витлом 20 - 25 мера нафте дневно. За тај рад добијали су надницу од две форинте и две крајцаре.

То је први запис о организованој експлоатацији нафте у нашим крајевима те о заради од нафте. Гроф Фестетић је, дакле, први човјек који је код нас плаћао надничарима за вађење нафте. Његово окно било је дубоко око 4 метра. Записано је да се током ноћи у окно слевала вода до висине од 2 метра. Ујутро су радници морали најпре исцрпети воду и тек након тога вадити нафту. Ана- лизом је установљена густина нафте од 0,948.

Познати велепоседник **Гј. Фестетић**. Имао је 12.000 јутара ораница, а рудно поље величине 316 м², где је било нафтно окно Гј. Фестетића, називало се »Ст. Георге«. Под тим именом терен је уведен у рударски грунтовни уред у Загребу. Касније је Фестетић имао више ровова, дубине до 10 метара. Нафту је продавао по околним селима.

Фестетић је имао још један примат у повести наше нафте. Он је први, колико је засад познато, постао власник нафтних поља на темељу Аустријског општег рударског закона за све земље (круновине) Монархије. Закон је потврђен Царским патентом од 23. маја 1854. Има 16 глава с 286 параграфа, а Патент 8 чланака. Ступио је на снагу 1. новембра 1854. године.

Аустријски општи рударски закон превео је на хрватски језик 1862. године др Матија Смодек, »професор бројидбе, управнога законо словја и права горскога (рударскога) на правословној загребачкој академији«. Закону је дао хрватски назив »Право горско иначе Рудно, државе Аустријске«.

У том Закону особито су важни параграфи 3 и 5:

§3.

Краљевитина рудна.

/ . Појам и садржај исте.

Под краљевитином рудном разумева се оно владарско верховно право, по којем су становите у наравских својих леговишних находиће се руде приуздржане изкључивому располагању превишњега в/адара.

Превишњи владар може само с оними рудами изкључиво располагати, које се јоште находје у својих наравских леговишних, то јест које јоште у завичају земље леже, и које ни су јоште разлучене од иновер- стних телесах, којих држе се по нарави. То су руде не само лежеће у земљи сакрите на тражење а), и открите за подељење б), него находиће се такође у старих остављених халдах ц), и запуштених рудничих д),

К рудној краљевитини спадају све руде, које су порабне с тога, што у себи садржавају ковах, сумпора, јалуна, галице, или соли; затим к истој спадају воде бакровите, писавац, и смоле земље, напакон све версти црнога и смедега угљена.

Такове руде зову се приуздржане руде.

Ово су оне копанине, које слободно јест тражити и вадити. е). Али израз »рудје приуздржане искључиво- му располагању превишњега владара« т. ј. краљевитина рудна ф) »не има онога смисла, као да становите руде у својих наравских лежишних јесу изкључива властност владара; него јест тога смисла, да су та- кове добро државе. Влада бо свакому допушта исте по установљенијих закона тражити, вадити г) и употребљавати х); паче сама себе гледи рудодеља подвергава истому закону горскому и). Овакве руде називљу се у старих горских зако- них горнослободне у новом закону не има

такове установе, којом би било то управо изречено, ипак тим смислом је нови закон напуњен, да приуздержане руде јесу горнослободне ј), што и неки изрази показују к). Порабивост које руде, да се ова стави у разред приуздержаних рудах, разсудују власти горске пер- ве молбе. У случају двојбе нека се опитају вештаци; тада нека се ствар ради тога поднесе надвласти, од ове министрију финансиах.

§ 5.

Повластице рудокопне.

/. Без ових није слободно. рудокопство.

Приуздержаних руда ни је слободно никому нити тражити нити вадити, док се не изходи повластице.

Овакве повластице јесу или дознаке ровиштах, т. ј. пољах равних (§§. 15-22); или поделе рудника, т. ј. мерах јамних или дневних, и позовље рудних (§. 40-97).

1. Дознака иначе дозвоља равна јест повластица од власти горске издата, услед које повлаштеник задоби становити околиш ровиштем именовани, на ко јем слободно ровљењем копанине ишће а).

2. Под поделом рудника иначе мере рудничке разумева се повластица од власти горске подељена, по којој подузетник стече право на одмереном си простору познате копанине подповершјем б), или на повершју земље вадити ц).

3. Позвоље рудничке давају се од властитих горских за помоћне копље, којими се подпомажу руд- ници д); такође давају се за срезосдолке е).«

Из Закона јасно произлази да су минерали, у овом случају »земна смола«, како се тада на зивала нафта, краљева имовина. Стога се за рударење морала тражити »повластица«, и то истовремено за равну дозволу и саморов. Равна дозвола је служила је уопште за почетак радова а трајала је највише две године. Њоме је власнику омогућавано обављање радова на властитом терену.

Након тога власник је добијао тзв. саморовове (»парцеле«), величине 425 м². Најбитније је у том правном поступку било добити »равну дозволу«, јер исхођење »саморова« је затим било само формално. Равна се дозвола добивала одмах након што би власник земље пружио доказ о дотад обављеним истражним радовима или отвореним окнима.

Царски и краљевски рударски закон из 1854. године подстиче трагање за гвожђем, угљем и нафтом у Аустрији, па тако и у нашим крајевима. Зато у идућим годинама срећемо све већи број нафтних бушотина, односно, налазишта, и све више докумената о раду на истраживању нафте.

Већ за 1855. годину постоји доказ о трагању за нафтом. У »Господарском листу« од 24. новембра те године Људевит Вукотиновић, илирац, аматер у геолошким наукама, описао је минерале и стене Медведнице и Самоборске горе. Међу осталим, писао је:

„У бечком листу ц. к. геогностичног завода бијаше описана она околица мославачке горе, у којој се налазе звиришта од пакленице или каменитог уља (Steinöl, naphta). Од много годинах била је навада да е властелинство мословачко на звиришту једном, што је под бријегом Пласо званом, дало обирати ово каменито уље и употребљавало га је као коломаз; ни о том даље нитко ни мислио ни говорио није, а још мање писао... У новије

вријеме биаше позорност обртниках пробуђена те је дошао њеки Њемац који си је ту ствар на ум узео, погледао је у музеуму овдашњем у ормару, гдје стоји камење из горе Мословачке, флашицу са тим уљем напуњену и отишао у Мославину, да се лично освједочи; узавши тамо уље, оде у Беч и даде га кемички анализирати и пошто би истрага кемична била доказала, да јето уље ваљано, предузе си минерал тај изкапати и руду отворити. Учини затим потребите кораке кад зато одређених власти сада почиње увађати у пуну досад околицу нови живот.»

Након описа градње кућа што се подижу за рударе, примјећујући да »нити фертаљ уре даљине« има много лигнита, Вукотиновић наставља:

»Уље ово мора се кухати (будући се на лапорном камењу држи) пак изкухано возит ће се у лагвих на Стеинбрук (Steinbruch) и одатле у Беч, гдје ће се произвађење газа употребити и за расвиетљење Беча рабити. Кад се из уља газ извади онда се може она густија масса, која преостане, надаље за асфалтирање ласновати.»

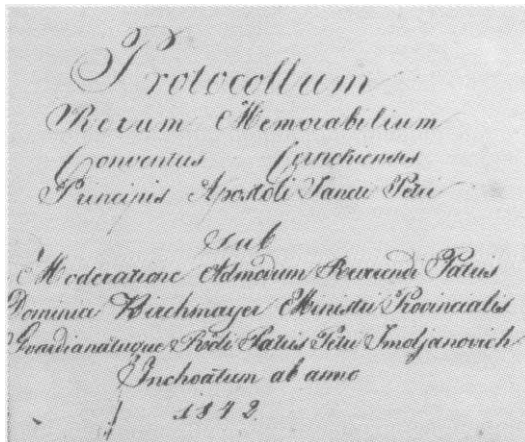
У наставку описа Вукотиновић напомиње да су људи у околини Миклеушке, Кутинице и Селишта сиромашни, али да »сада, кад се буде тамо радило, имат ће прилику рукама својим и марвом својом служит си и вазда по који грошић, само ако буду знали и хтјели.»

На крају наводи да би било добро да љути потраже у својој околини камење, руде и различите земље, и да их донесу у музеј.

Тај напис, који се односи на брдо Пласо, 12 километара западно од Кутине, доказ је да се тих година користила радна снага за ваљење нафте, не само код грофа Фестетића, него и у неким другим крајевима Славоније односно Мославине.

8.1.2. Почетци организоване експлоатације нафте

Педесетих година прошлог века у Хрватској је започело организирано ручно вађење



нафте из природних извора: у Пекленици (код Мурског Средишћа), Миклеушки (недалеко од Кутине), те Пакленици, Петровом Селу и Баћиндолу (сва код Нове Градишке). О томе је записано у ондашњим, претежно немачким, часописима из којих је затим пренесено у разне наше публикације. Међутим, нигде се не наводе тачни датуми отварања окна нити су објављени о томе изворни документи. За ову експлоатацију нафте, сматра се да је почетак експлоатације на територији бивше Југославије

Међимурје, Селница, Пекленица

Вјеројатно најстарија (барем према досад познатим поузданим подацима) налазишта нафте у Југославији налазе се у мурском басену, точније: у Међимурју.

Што су Петишовци и Доња Лендава на лијевој, словенској страни Муре, то су Пекленица (уз поточић Бродец), Селница и Мурско Средишће на десној, медимурској страни, у НР Хрватској. Све је то заправо један велики нафтоносни басен, велико и јединствено подземно лежиште (не схватити дословно) драгоценог »црног злата«. По

површини тај басен пресеца Мура и чини политичку, административно-управну границу између хрватске и Словеније. Свакако, у вези с индустријском производњом нафте тај басен треба посматрати јединствено. То је мурски нафтоносни басен.

Познато је, да је већ године 1788. професор Винтер (Winterl) истраживао подручје Селнице и Пекленице код Мурског Средишња. Да је ту већ давно пре била позната појава нафте, доказује и само име Пекленице (пекл = катран).

Први организовани радови почели су око године 1850. у Селници на примитиван начин, помоћу малих торњића, а дневно се добијало око »6 мјерица«. Колике и какве су биле те мерице, не зна се поуздано. Но већ сам деминутив упућује, да су то биле мале количине. Источније од Селнице, у суседној Пекленици, такође су око половине ХИХ. века наишли на нафту при копању ровова у руднику. Нешто касније, 1885. године, о врелима нафте код Пекленице пише Ј. Нотх, а прве геолошке снимке тога подручја израдио је за мађарски геолошки завод *Matyasovszky* и утврдио, да та нафта потјече из слојева панона.

Први значајни радови, организована и економски значајнија производња нафте почела је већ око средине ХИХ. века, југоисточно од Пекленице на подручју од два квадратна километра (2 км у дужину и 1 км у ширину) уз поточић Бродец. Прва бушења на подручју Пекленице извршена су како неки извори наводе од 1880., из плићих бушотина добијао се битумен, а већ 1884 до 1885 *Wilhelm Singer* из Беча буши најдубљу бушотину од 350 метара из које се добија нафта. Он је 1895. године откупио све бушотине у том региону и спустио се на дубину од 716 метара, тако да је добио 7169 литара нафте у само једном дану.

Друго је по старости и вредности налазиште Селница, где је између 1895. и 1900. откривено и високовредно лако земно уље у пределу источно од пута Зебанец—Селница, од такозваног Сингеровог поља, преко сеоскога гробља до пашњака Каменице на западу, у дужини од 3 и у ширини од 1 км. (Сингер је био закупац и власник нафтоносних поља мурског басена.)

У недалекој Селници је Х. Ставенов избушио четири бушотине дубине од 52, 231, 274 и 280 метара. У периоду од 1901. до 1905. предузимљиви Сингер преузима и те бушотине и помоћ мађарске владе буши још 31 бушотина, (у горњо валенцијенезијским слојевима) дубине до 500 метара од којих је само шест било негативно. Тако је на тзв. Сингеровом пољу на подручју Селнице произведено 4000 тона нафте, што је била прва индустријске производња нафте на територији Старе Југославије.

Остала лежишта мурског басена откривена су касније, у новије и најновије доба.

Треба истаћи, да у Кишпатићевим »Рудама у Хрватској« не налазимо ни речи о мурском нафто- носном басену, о значајним лежиштима у Селници, Пекленици и друго, што је без сумње последица године историјске чињенице, да се Међимурје у то доба налазило у административно-управном склопу Мађарске, према томе је формално било изван службених граница Хрватске, о којима је у свом делу Кишпатић писао.

Истраживања нафте код Миклеушке (Мославина) и Клоштар Иванића, за која је концесију 1904.г. добио Канађанин *Wilhelm Henry Mc Garvey* нису дала резултат, тако да су Међимурска нафтна поља била једина производна поља у Хрватској, све до почетка Другог светског рата.

Процењено је да је у Селници произведено 26.000 тона нафте до 1961, а у Пекленици до 1952 9000т

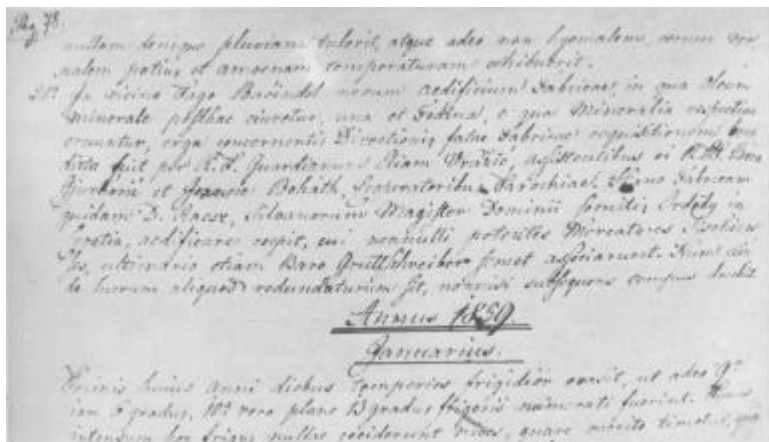
Средњепосавска Славонија; Баћиндол, Петрово село и Новска

Један такав документ, у којем се говори о отварању окна у мјесту Баћиндол, говори изворни документ из церничког фрањевачког самостана, који се налази недалеко од Баћиндола, У овом самостану се водио Протокол, у којем, уз датум 21. XII 1858. године, на латинском језику пише:

»У оближњем селу Баћиндол налази се нова зграда фабрике у којој ће се убудуће прерађивати минерално уље; тамо је уједно и бушотина из које се ваде дотични минерали. Према захтеву управе, споменута фабрика била је благословљена од часног оца гвардијана Илије Вражића а асистирали су му часни оци Боне Дјурковић и Иван Бохат сарадници жупе. Ову фабрику почео је градити неки Д. Раесз (D. Raesz), шумарски стручњак господина грофа Ердодија (Erdödi) у Хрватској коме су се придружили неки моћни сисачки трговци, и на крају такође барон Грутшрејбер (Gruttschreiber). Да ли ће од овога бити неке користи, показаше време које следи.«

Из постојеће литературе о том извору нафте види се да је ископано само једно окно, дубине 6 метара, из којег се дневно добијало око 30 литара нафте. Није тачно познато колико се експлоатисало, али, по свему судећи, не више од десетак година.

Према мишљењу Ј. Лакатоша (J. Lakatoša), та се нафта налазила у терцијарним наслагама белог лапорца у којима је било доста минералног уља.



Документ у којем је записан почетак експлоатације и прераде нафте у нашим крајевима (Баћиндол)

За нафту у Славонији се помиње да је густа (код 15° Ц = 0,968), готово смеђе црна нафта и да продире кроз земљу и слободно истиче на површину, те су је истраживали код Петрова села (котар Нова Градишка) источно од Оштрог врха у долини потока Чурак. О тој нафти, као и о налазишту источно од Баћиндола (такођер котар Нова Градишка) стручно је писао Стур (Wien 1861/1862)

У свом минералолошком лексикону из 1859, Зефаровић помиње нафту код Пакленице близу Новске, и за њу каже да је смеђецрна и густа (На 15°С). густина јој је била 0,974. Између 1860. и 1862. године добило се око 20 тона нафте. Каснијих година, кад се почело с дубљим ископима а тиме и већим искориштавањем, нафта је убрзо нестала.

Успоредо с проналажењем нових нафтносних изворишта прилазило се и њиховом деломичном искоришћивању, али резултати вађења нису били нарочито значајни. Уз остале разлоге томе су свакако знатно, а можда и највише, придонела веома

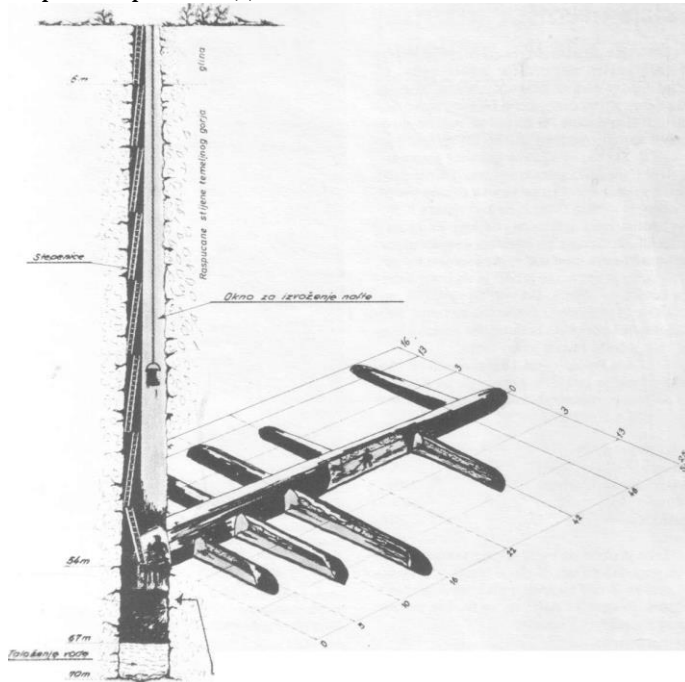
примитивна техничка средства за производњу. Ипак, уза сву примитивноист радова, на подручју котара Нова Градишка (код Ба-ћиндола, Петрова села и саме Нове Градишке) произведено је у времену од 1860. до 1872. године око 120, а према неким недовољно поузданим подацима чак око 200 т нафте.

Мославина : Миклеушка и Клоштар Иванић

Најистраженија мославачка врела нафте у прошлом веку била су ипак у околини Миклеушке, где се нафта појављивала на више мјеста. Најпознатији извор налазио се у Борику код Миклеушке. То је врело спомињао већ 1852. године Људевит Вукотиновић, а Фердо Кох наводи, да се *»у дољњем току потока Пакленице дуж поточнога корита налази цио низ пискутака нафте, а највише да их има у подножју Великог Борика. Ту се (код коте 124) налази јама, из које грабе нафту, што се у њој полагамо накупља. Јама је 35 хвата дубока, те сиже до гнајса, на којем се накупља нафта, што се ствара из органских остатака плиоценских таложина. У једном дану изваде обично по једно петролејско буре нафте.«*

На брду Пласо, удаљеном 2 км од села Миклеушке, постојала су окна из којих се добијала нафта. Е. Лазовски (E. Laszowski) наводи 1855. годину као почетак радова на ископавању нафте у Миклеушки. Из три ископана окна, дневно се добијало до 160 литара нафте. Нафта се црпела на најједноставнији начин, разним посудама или натопљеним крпама. У околини Миклеушке нађени су и трагови катрана и битуминозних шкриљаца, али њихове количине нису биле довољне за рентабилну експлоатацију.

Код села Миклеушка, у Борику, око 1855. године изграђена су још два бунара - рударска окна за црпљење нафте. Посебно је занимљив бунар зван *»Мартин«*,* дубок 72 м, ископан је кроз распуцане гранитне стене засићене нафтом, које залежу свега пар метара испод глиновитих наноса.



На дну бунара, по пукотинама гранита, ископан је главни хоризонтални ходник у дужини од преко 50 м с 9 бочних ходника дужине од по 10 до 15 м. Такво окно - бунар, прави нафтни рудник, у то је доба морала изградити стручна и искусна екипа рудара, веројатно из Пољске. Кроз тај сплет канала нафта се цедила у бунар из којег се кантама, на ужету, вадила на површину у количини од пар стотина литара на дан.

Пречник отвора бунара био је око 2 м. Половина бунара била је опремљена мердевинама за улаз рудара у хоризонталне ходнике ради чишћења, а друга половина служила је за извлачење нафте. До изградње жељезничке пруге Дуго Село-Новска (око 1890. год.), та нафта прерађивана је на лицу мјеста, у *»шмирани«*, како ју је народ звао.

Нафта из тог окна придобијана је до 1943. године. Ти бунари и данас постоје, пуни воде и нафте. Незаштићени су, а имају велику музејску вриједност.

Мославачка лежишта помиње и Кишпатић (1901). У свом раду „Руде у Хрватској“ помиње лежишта северно од Клоштра Иванића код Шћаповца и Липовца, а у подручју Кутине у Пакленици код Горње Јеленске (не заменити с Пакленицом код Новске!) и код Шартовца.

Нафту из Борика код Миклеушке анализирао је 1895. године др Срећко Бошњаковић, и добио је следећи резултат:

»Нафта је црносмеђа, има исте карактеристике (духу), као и остатци при рафинацији петролеја, а у густини личи на сируп. Пали се, доста тешко, а гори јако чађавим пламеном. Приликом грејања прска и пени се. Густина јој је 0.976 при 15.5°C, а садржај влаге 7.6%.

Фракционом дестилацијом добило се 7,6% воде до 260°C. и 3.0% испарљивих материја:

Анализа 3% испарљивих материја, анализирана је по Енглеровој методи, а фракција од 260-

300°C, је подељена у 3 фракције по 20°C.

Дестилациони опсег	Садржај испарљивих материја
до 60°C.	Незнатна количина
од 60 до 80°C.	0.6%,
од 80 до 100°C	9.3%
од 100 до 120°C.	9.6%
од 120 до 140°C.	8.7%
од 140 до 160°C.	16.7%
од 160 до 180°C.	13.3%
од 180 до 200°C	9.6%
од 200 до 220°C.	10.0%
од 220 до 240°C.	9.2%
од 240 до 260°C.	10.5%
од 260 до 300°C	25.4%

Дестилациони опсег	Садржај испарљивих материја
од 260 до 280°C	11.4%
од 280 до 300°C.	14.0%
од 300°C, неиспарљив остатак.	62.4%

Онај остатак, који при дестилацији до 260°C није испарио, износио је близу 89%, па је дестилован прегрејаном воденом паром на 300°C.. Рачунајући на 100 делова почетног узорка, добијено је:

Мазива уља бр. I	29.0%
Мазива уља бр. II	3.0%
Мазива уља бр. III .	0.5%
Мазива уља бр. IV	1.5%
Укупно испарљива мазива уља	34.0%

Са са прегрејаном паром на 300°C. неиспарљиви остатак је 54.0%. Карактеристике добијених производа су:

1. До 260°C. испарљива материја је румена и бистра; густ.= 0.873 на 15.5°C, пали се на 34.5°C.

2. Од 260°C. до 300°C. испарљива материја је тамна, слабе флуоресценције, густ.= 0.941 на 15.5°C, а пали се на 110°C.
3. До 300°C. неиспарљиви остатак је густ хомоген, густ. = 0.991 на 15.5°C.
4. Карактеристике појединачних фракција су дате у следећој табели:

		боја	густина	Пали се на
1	фракција од 60 до 80°C	готово безбојна.	0.763	29.5°C.
2	фракција од 80 до 100°C	слабо жућкаста	0.792	33.5°C.
3	Фракција од 100 до 120°C	жућкаста	0.820	41.5°C.
4	фракција од 120 до 140°C	светло жућкаста	0.846	49.0°C.
5	фракција од 140 до 160°C	жута	0.870	54.0°C.
6	фракција од 160 до 180°C	тамно жута	0.884	58.5°C.
7	фракција. од 180 до 200°C	жуто руменкаста	0.900	64.5°C.
8	фракција од 200 до 220°C	тамно црвена	0.959	140.0°C
9	фракција. од 220 до 240°C	руменкаста	0.912	80.0°C.
10	фракција. од 240 до 260°C	слабо руменкаста	0.921	88.5°C.
11	фракција. од 260 до 280°C	румена	0.936	93.0°C.
12	фракција. од 280 до 300°C	црвена	0.938	108.0°C.

5. Мазиво уље бр. I флуоресцира зелено, густ. = 0.930 на 15.5°C. Хлађењем се не мења, тек на -10°C се згусне, али остаје прозирна; пали се на 145°C. Садржај смоластих материја износи око 15% вискозитет = 12.0 (вода = 1, по Енглери). Садржи незнатну количину парафина, киселина нема.
6. Мазиво уље бр. II. флуоресцира зелено, густ. = 0.919 на 15.5°C. Хлађењем се не мења; на -10°C постане гушће, али остаје прозирно. Пали се на 125°C. Садржај смоластих материја износи око 14%. Нема ни парафина ни киселина.
7. Мазиво уље бр. III. нема вредности, јер га је премало.
8. Мазиво уље бр. IV. флуоресцира зелено, густ. = 0.908 на 15.5°C. Хлађењем се не мења, на температури од -10°C се не згушњава. Пали се на 95°C. Садржај смоластих материја износи око 13%. Нема ни парафина ни киселина.
9. Остатак иза дестилације прегрејаном паром (300°C) је црна материја, лака за топлотно обликовање, топљива, врло zgodна за фабрикацију асфалта.

Уз те најопштије податке Бошњакковић је детаљно разрадио и власнику тог нафтоноисног поља (Хрв. ескомптној банци у Загребу) доставио резултате фракционарне директне дестилације за закључком и мишљењем, да та нафта »није за фабрикацију расвјетног уља. За мазиво уље може се употребити око 25%, и тај производ је изврстан. За припрему асфалта може се употребити око 50%.«

У књизи М. Зоричића, »Статистичке цртице о Краљевини Хрватској и Славонији« (Загреб, 1885. године) спомиње се да се нафта добијала *»код Миклеушке у мославинској гори и код Пакленице у градишком окружју«*.

У даљем тексту, где износи производњу разних руда, Зоричић пише да је продукција нафте износила *»у мославачких прокопних поља;*

1874 године	245 м.с.
1875 године	139 м.с.
1876 године	300 м.с.
1878. године	120 м.с.
1881. године	100 м.с.

(Лит. 130)

Како Зоричић не наводи називе поља, вероватно се то односи на Миклеушку и Пакленицу (код Нове Градишке).

Средњехрватска Подравина, Лепавина и Велики Поганац

На основу бележака Јована Раданчевића, (учитељевао у Великом Погаинцу од 1882. до 1921) описан је почетак експлоатације у овом региону: *»Још за ере бивше Аустроугарске монархије тражили су у Поганцу нафту 1907/8. године, неки Шварцер и Лангер (Swarzer и Langer) из друштва »Franck« из Беча. Рударско право имао је неки Бернштајн (Bernstein) из Берлина. Бушили су модерним справама на више мјеста све до 900 метара дубине. Зашто су престали даље бушити, није познато. Говори, се стога, што нису имали даље уговор с власником Бернштајном, а веројатно из финансијских разлога. Учињене бушотине затварали су (изатрпали) стручњачки, како их не би могао евентуално други користити. — Бушење на другом мјесту рађено је 1921./22. (мени непознат поидузетник) и нађен је тањи слој доброг земног воска. Међутим, експлоатација је обустављена као нерентабилна. За време окупације г. 1943. покушавано је треће бушење, али је обустављено као нерентабилно. Тада су истраживачи становали у Рибњаку, котар Лудбрег... Људи из Поганца (неки), 'који су око тога били запослени, погинули су под окупацијом. — Над старим бушотинама још и сада се скупља масна течност (и плива на води), коју неки употребљавају за мазање обуће. Та масноћа је запаљива и када се запали даје велики стуб пламена.«* Садржаји ових одломака из бележака Јована Раиданковића нису незанимљиви и у највећем се делу подударају с литерарним подацима и службеним изворима о нафти и озокериту у Поганцу и Рибњаку.

др. Кишпатић, у свом делу „Руде Хрватске“, из 1901, помиње да у Минералашко-петрографски делу Хрватског народног музеја постоје узорци нафте из поганачког подручја, која тамносмеђа и има различите густине (на 15°C = 0,8587, 0,8456, 0,8392, 0,8370), поред тога он помиње и узорак нафте из Рибњака густоће 0,9005.

Укупна експлоатација у Подравини, у басену Лудбрег—Рибњак—Поганац, између 1882. и 1905. године била је је око 360 тона.

Славонска Подравина, Вировитица

За нафту у подравском појасу Кишпатић укратко истиче, да је у вировитичкој околини тамносмеђа и на 15°C има густину 0,975, а нафта у Лепавини смеђецрна. Више података даје о нафти у пределу Великог Поганца те каже: *»На цести од Глоговнице у Расињу налази се изпод шуме Медењак код села Рибњака извор петролеја. Ту су по дру. Чеху (Čech)(Petroleums funde in croatien, Verhandlungen, Верхандлунген 1890.), ископали 3 зденца од 225, 219 и 146 метара, а сисаљка им је вадила на дан само 12 литара уља. Касније је у истој околици вртала пештанска ра-финерија петролеја, али је с непознатих разлога вртање обуста-вила, а при том наишла на озокерит.«*

Нафта у Словенији

Уз старе записе и податке о лежиштима и појавама нафте (и њених сталних пратилаца) у нашој земљи, вредно је забележити и занимљиво писање љубљанских новина пре више од стопедесет година (1855). Под насловом *»Der Feuerbrunnen auf dem Moraste von Leibach«* тадашњи *»Laibacher zeitung«* доноси вест, да је приликом теренских радова на железничкој прузи Љубљана—Трст код Нотрањских горица дошло до појаве земног гаса.

Неукост и машта одмах су око тог открића исплеле причу, да у Барју гори *»пекленски огењ«*, због чему је крива дирекција жељезничког подuzeћа, која је у својој *»дрскости«* пошла тако далеко, да је *»продрла строп самога пакла«*!. Заиста, била је то необична *»дрскост«*, од 14 истражних бушотина у најдубљој продрети у земљу чак 27хвати или нешто мање од 52 м.

На терен се 18. XI 1855. упутила овећа група стручњака природословаца, која је у пределу између Нотрањских горица и Пресерја, у близини моста преко старе Љубљанице, утврдила избијање земног гаса. Према анализи Дежмана, био је то метан, јак индикатор нафте. Гас је запажен у облику мехурића на површини воде, која је надирала кроз бушотину. Кад су у бушотину спустили челичну цев, кроз њу је снажно избио гас, који је, запаљен, дизао пламен висок 1 м.

Тако је то било пре стопедесет година. Колико је дуго била отворена та бушотина, и колико је гаса могло истећи у ваздух, није познато. Данас је тамо кукурузиште. Геолошка структура Љубљанскога барја упућује не само на појаву гаса, него и на могућност постојања нафте у дубљим слојевима, а није незанимљиво, да је године 1938. била додељена и концесија за производњу земног гаса код Ленардићева каменолома у Верду (изнад Врхнике).

Премда нафте, земног гаса и уљаних шкриљаца има широм Југославије, ипак је ивични појас Панонске котлине засад још увијек наше главно и најзначајније нафтоносно подручје. У Словенији су код Доње Лендаве избушени су први извори године 1942., и отада се производња нафте проширила до те мере, да је село Петишовци морало да се пресели западно од насеља Лакоша, а челични торњеви с

гарнитурама за бушење прекрили су петишовску висораван и проширили се преко речице Лендаве у предео око Долине и у подножју Чентибе.

Почетак индустријске прераде нафте

У Мославини, у Миклеушкој, већ 1860. године, нафта се почела индустријски прерађивати. Ту је била подигнута фабрика коломасти, која је, додуше, ускоро морала обуставити рад због разних потешкоћа (проблем сировина из примитивно бушених извора, проблем транспорта, финансијске неприлике и т. д.), али остаје ипак чињеница, да је таква фабрика на бази нафте постојала код нас две године пре жестоке кампање западноевропске, специјално британске штампе против увоза нафте из Америке у Енглеску. Без обзира на позадину те кампање чињеница је, да се, две године прије негативног писања лондонске штампе о нафти, код нас нафта вадила и прерађивала.

А још годину дана прие тога, године 1859. у Добрави, јужно од Дравограда, била је основана фабрика разних мазива и масти, па и коломасти. У тој творници прерађивана је касније и селничка нафта. Стара фабрика мазива у Добрави прерасла је у међуратном периоду у рафинерију минералних уља, а потпуно је страдала и уништена у Другом светском рату.

Количине у том првом, прошлостољетном раздобљу произведене и прерађене нафте нису велике. Оне су и мале и врло скромне. Ипак нису безначајне. Није чак толико важна ни евентуална проблематичност количинске вриједности произведене и прерађене нафте, колико је значајно и битно, да се код нас, конкретно: у Мославини, посавској Славонији и Медимурју нафта организовано и систематски вадила и прерађивала већ прије готово пуних стопедесет година.

Предратне концесије и концесиониране површине

Истраживање нафтоносних лежишта била су, дакле, прилично жива већ у другој половини XIX века, па је већ отада познато, да се једно од главних лежишта налази у пределу Међимурје—Прекомурје. То је такозвани мурски басен, одакле се нафтоносни слојеви пружају у два крака: један дуж Подравине, други преко калничко-билогорског пригорја у Мославину и даље у средњу и доњу Посавину (славонску и босанску).

У међуратном периоду јак интерес за нафту јавља се непосредно одмах након Првога светског рата, између 1920. и 1925., и уочи Другога светског рата, када тај интерес попримио карактеристичне и значајне облике. Појачани интерес за нафтоносна лежишта најбоље се може илустровати прегледом подељених концесија за експлоатацију нафте у периоду од године 1920. до 1925., кад је у Југославији, како то воле неки називати, завладала мала »нафтна грозница«. Концесије се мање више тичу само подручја данашње НР Хрватске задирући тек незнатно на териториј Словеније (у дравско-мурском региону) и мало у Војводину (преко Дунава, источно од ушћа Драве)

и две концесије у Среему (Шид, Беочин). Концесије је издало Министарство шума и руда у Београду, у периоду од 1920 до 1925 године.

Укупно је издата 31 концесија за 11 342 км² концесионе површине и са 108.300.000 Динара уложеног капитала. На деветнаест концесионих региона до године 1927. нису започети никакви радови. У међувремену је, до исте године (1927), 14 концесија било избрисано решењима Министарства шума и руда.

Додамо ли овоме прегледу 5 концесија изданих у времену од 1928. до 1939. године (а ту су две концесије сисачког индустријалца Пере Теслића и по једна Прве хрватске штедионице, Личког рударског удружења и »Југопетрола« а. д., са укупно 14 434 км² концесиониране површине, тада смо обухватили све концесије издате у бившој Југославији.

Пре постојања Југославије и пре Првога светског рата издано је на подручју Словеније, Хрватске, Славоније и Босне више концесија, а једна је концесија издата и у Црној Гори. Била је то концесија холандском индустријалцу Г. Ј. Коцеру из Хага (G.J. Koser, Haag), што ју је 18. II. 1914. изгласала црногорска Народна скупштина.

У овом је прегледу очит несразмер између броја концесионара с приличном површином концесионираних нафтних поља и уложеног капитала. Тај несразмера доприноси бољем разумевању, зашто је производња нафте у Југославији пре рата била минимална. Експлоатација нафте захтева снажнију и јачу концентрацију капитала. Већина југославенских концесионара није имала повољне изгледе на значајнији успјех у производњи земног уља, тако да се у њиховим концесијама претежно крије спекулација с нафтоносним пољима.

Експлоатација нафте пре I Светског рата

Сасвим поузданих података о производњи нафте на подручју Југославије пре Првога свјетског рата заправо и нема. Према разновразном архивском материјалу и подацима неких статистика може се закључити, да је у Југославији од године 1868. до 1918. произведено свега 7530,7 т нафте; од тога у Међимурју 6917,5, у ужој Хрватској и Славонији 583,2 и у Босни 30 т.

Значајнија експлоатација у Међимурју почиње 1880., а у Босни су почеци датирају од 1897 године. До 1918. године било је избушено свега 67 бушотина (од тога 22 негативно) с 20.514 избушених метара; најдубља бушотина тог периода била је 905 м (1906. у Иванић Клоштру).

Уочи Првога свјетског рата (1911—1913) један енглески конзорцијум избушио је у том подручју (селничко-петишовска антиклинала) даљих 17 бушотина, од којих су две биле дубоке (652 и 830 м), а остале плитке. Биле су то такозване »Е« бушотине, од којих је посебно била занимљива »Е 7« на Раку брду (137 м), јер се наишло на хоризонт, из кога се дневно производило око пола вагона нафте.

Експлоатација нафте пре и у току II Светског рата

Мурски басен: Главно и заправо једно експлоатационо подручје нафте у предратној Југославији био је селничко-пекленички басен. До године 1932. сирову нафту вадили су само у Селници (уз изузетак 150 т извађене између 1919. и 1922. у Бујавици, затим свега непуних 30 т извађених год. 1930. и 1931. на више места у Босни). Године 1932. почиње производња и у Пекленици, 1937. извађено је врло мало нафте (20 т) у Миклеушкој, 1938. почиње производња у Пожарници (Босна), а 1941. у Гојлу. Предратна производња кретала се овако (у тонама), табела 22:

Табела 22

Година	Селница	Пекленица	Остало	Свега
1919.-1922.	350		150	500
1923.—1931.	1483	—	29	1512
1932.	170	126	—	296
1933.	160	475	—	635
1934.	175	360	—	535
1935.	123	148	—	271
1936.	72	71	—	143
1937.	49	454	20	523
1938.	35	875	187	1097
1939.	15	777	324	1116
1940.	116	812	340	1268
Свега:	2748	4098	1050	7896

Ови подаци, нарочито за Селницу и Пекленицу, донекле се разликују од података, што их налазимо у различитим публикацијама. Меду тим, ови подаци за Селницу и Пекленицу идентични су с подацима, што се налазе у оригиналним елаборатима и осталим архивским изворима *Геолошког одјела Дирекције нафте у Лендави*. Треба напоменути и то, да су ови подаци нешто већи од такозваних службених података до 1936 године. Највећа је разлика је била 1934. године, и те године је износила 56 т; разлике осталих година су минималне, дакле небитне. Колико су, пак, те количине индустријски произведене нафте у Југославији, заиста биле минималне и, са тог аспекта посматрано, безначајне, довољно је подсетити се, да је на пр. већ 1932. године светска производња износила преко 200 милијона тона; од тога су само САД произвеле око 150 милиона тона.

У вишедеценијском предратном трагању за нафтом на подручју Југославије од године 1869. до 1939. избушено је свега 190 бушотина с око 75 000 м, од тога у Хрватској 162 бушотине с 45 000 м, у Босни и Херцеговини 27 бушотина с 29 700 м и у Црној Гори једна бушотина с 230 м, а за време четворогодишњег периода Немачке окупације, кад је окупатор грозничаво настојао максимално исцрпсти природна (рудна) богатства, у мурском и мославачком басену било је избушено око 50 000 м.

Након ослобођења Међимурја године 1918., југославенска је влада до године 1922. избушила око тих »Е« нових 6, такозваних »СХС« бушотина, а онда је Међимурско петролејско д. д. на југоисточним падинама Раку брда избушило »М1« и »М2« бушотине постигавши продзводњу између 40 и 80 тона на дан. Било је то године 1923.—1924. У том подручју настављена су бушења све до године 1930. те је избушено 19 бушотина. Све су оне биле плитке осим бушотине бр. 19, у којој се достигла дубина 1083 м, али највише је нафте давала бушотина бр. 12 (до 700 кг на дан). Занимљива је била бушотина »Ситнице 1« код Мурског Средишћа, дубока 1103 м., Ту се јавио гас, али су бушотину године 1939. затрпали густом исплаком. Међутим, у јуну 1940. продрли су поново и гас и нафта и отада до данас тече на том мјесту око 50—60 кг безводне нафте на дан. Од године 1930. избушено је у Пекленици 60 плитких бушотина, а 1940. из тих се бушотина добијало се на месец око 70 t тежког asfaltnog ulja. Године 1940. pekleničke bušotine preuzima Jugopetrol d. d., а 1942. i Pекленісу і Sel- nicu preuzima MANAT (mađžarsko-njemačko naftno društvo).

Још прије рата југославенска је влада након вишегодишњег прекида наставила с истраживањима у селничко-пекленичком подручју, те су избушене двије бушотине: »Крижовец 1« (435 м) и »Крижовец 2« (1600 м), али без икаква успјеха; није било ни плина ни нафте. Сличне је среће, с обзиром на нафту и плин, била и енглеска бушоитина још године 1913. код села Вучковее, али се тада наишло на термално врело, које отада до данас даје око 1600 литара 32 °С топле јодне воде у минути.

У Прекомурју први истражни радови почињу уочи Другога свјетског рата, а отпочео их је Југопетрол, но прва бушења изводи тек године 1942. МАНАТ у селу Долина и у Мурској шурни код Мале Соботе. Код Петишоваца отпочиње у исто вриеме с истражним бушењима италијанско-немачко подuzeће за нафту ОНАРТ. Слично радовима у Међимурју, и у Прекомурју је избушено много бушотина с различитим успесима, све док АГИП (Azienda Generale Italiana Petroli) не допрема (у току окупације) модерну бушилицу типа »Ротару«. Тада је без икаквих техничких сметњи и тешкоћа избушена бушотина до дубине од 1805 м. При том су нађена три јака нафтна слоја, на 1675, 1740 и 1780 м. Најјаои (средњи) слој давао је 40 т нафте на дан, па и данас још даје нешто мању количину (између 20 и 30 т). То је т. зв. парафинска нафта из преваленциенезијскога слоја.

Година	Селница	Пекленица	Година	Селница	Пекленица
1923	35 212	-	1932	169 738	125 580
1924	124 193	-	1933	159 820	474 599
1925	99 970	-	1934	175 276	360 128
1926	92 800	-	1935	122 775	147 945
1927	243 909	-	1936	72 145	70 694
1928	506 540	-	1937	48 560	453 829
1929	155 796	-	1938	34 500	875 025
1930	225 158	-	1939	15 010	776 742
1931	202 000	-	.1940	115 690	811 580

Пошто је мурски басен био низ година главно подручје производње нафте, неће бити сувишан детаљнији преглед производње у Селници и Пекленици, подаци су дати на основу писаних података од оснивања Медимурског петролејског д. д. до II светског рата:

У првом периоду индустријског деловања Селнице (1895- 1908), према подацима Енгле-Хофер (Engler Höfer), произведено је око 2900 т селничке нафте. У току Првога свјетског рата и непосредно након њега производња се кретала око 500 кг на дан:

(Производиња Селнице у години 1940. повећана је због укључивања производње бушотине Ситница 1, која од те године даје на дан око 120 кг.

Експлоатација нафте након II светског рата

Мурски басен: У Петишовцима је од године 1943. до 1953. било избушено 98 бушотина, од тога 8 негативних, а све остале позитивне, и то 3 на гас, а остале на нафту. Већина бушотина у Долини позитивна је на гас.

Од године 1952. наомао забележен је осетан и нагао пад производње нафте у мурском басену. То међутим не мора значити и потпуну бесперспективност у производњи; чини се, да је тежиште проблема у техничкој опреми, па и у могућностима примјене најновијих искустава и метода рада у истраживању лежишта и вађењу сирове нафте.

Једнако су занимљиви и подаци о производњи нафте мурскога басена од 1942. наомао, посебно за сваки ревив (у тонама):

Година	Селница	Пекленица	Долина	Петишовци	Свега
1942.	2 559	768	-	-	3 327
1943.	1213	329	635	954	3 131
1944.	890	266	5 663	3 346	10 165
1945.	430	154	2 045	2 896	5 525
1946.	454	233	2 359	3 458	6 504
1947.	365	224	1 612	5 832	8 033
1948.	341	222	1208	9 540	11 312
1949.	309	219	995	24 533	26 056
1950.	325	201	970	55 893	57 389
1951.	272	156	567	71 392	72 387
1952.	191	136	285	49 037	49 649
1953.	147	107	27	43 805	44 086
1954.	107	125	Мурски Гозд	44 444	44 676
1955.	89	135	16	43 308	43 548
Свега:	7 692	3 275	16 353	358 438	385 788

На ужем подручју Хрватике избушено је од 1931. до укључиво године 1955. 317 762 м; од тога само 1955. године 56 163 м. Године 1956. избушено је даљих 74 583 м, тако да је подузеће »Нафтаплин« у првих пет година свога постојања и рада (1952—1956)

избушило укупно 256 026 м. За наше прилике и техничке могућности без сумње врло много и врло леп успјех

На почетку месеца новембра 1954. избушено је у Пекленици, на бушотини »Медимурје 1«, 2890 м. Мало пре тога истакли су се бушачи Мрамор-Брда с 2547 м, а још пре, већ године 1947., избушено је у Петишовцима 2507 м. У панонском подручју досегнуте су дубине преко 3000 м, а у Црној Гори чак 4444 м

Предузеће »Нафтаплин«, једино предузеће за експлоатацију и производњу нафте у Хрватској, извршило је истражна бушења и пронашао слој од 300 м дебелог нафтоносног слоја у истражном подручју Мрамор-Брдо и значајан налаз 26 тањих слојева у једној бушотини код Иванић-Клоштра, то предузеће избушило је већ до половине 1954. године преко 200 бушотина с отприлике 135 000 м укупне дубине.

Мославачки басен: У панонском ивичном појасу најзначајније нафтоносно подручје у Хрватској била је Мославина, гдје је немачки окупатор почео бушити и индустријски искоришћивати нафту 1941. године. Средиште индустријске експлоатације нафте у Мославини било је Гојло.

Производња у Гојлу почела је одмах, пошто су Немци окупирали Мославину и прва индустријски значајнија количина нафте добијена је већ 21.маја.1941. Дневни капацитет производње кретао се првих дана око 5 тона, али је убрзо порастао на више десетака тона. До краја 1944. произведено је 55 765 т сирове нафте.

Производња у Гојлу кретала се овако: године 1941. = 2 159 т, године 1942. = 9 666 т, године 1943. = 21 461 т и године 1944. = 22481 т. У прва три месеца године 1945. произведено је још 7 247 тона, тако да је Гојло у ратном периоду дало укупно 63 013 тона сирове нафте

При ослобођењу земље, 1945. године, у Гојлу су постојале две неоштећене гарнитуре за бушење. Чували су их и спасли од уништења сами радници. Убрзо након ослобођења у том значајном лежишту земног уља било је избушено 77 врела. Дананоћно је текла нафта из тих бушотина и неколико је година Гојло било наше најјаче, и индустријски најактивније производно нафтно поље. У периоду између 1945. и 1948. на Гојло је отпадало око 75% југославенске производње нафте.

Након 1948 године отпочела. је производња нафте у још једном мославачком ревиру. Било је то Мрамор-Брдо, где су откривене знатне залихе нафте и земног гаса, па је тамо изградена модерна сабирна станица за то снажно енергетско средство. Још јаче и једно од најрентабилнијих мославачких лежишта нафте је у Шумећанима. Ту изграђена читава мала шума торњева и гарнитура за бушење. Избушено је више од стотину бушотина дубоких просечно 600 и 650 м дубине. Будући да је шумећанска нафта тешка, прерађују је претежно у прворазредна мазива уља, затим у плинско уље и петролеј. У вези с том производњом од године 1952. смањен је, а касније и обустављен увоз тешке мексичке нафте (око 40 000 т годишње).

Нафта у структури Гојла и Мрамор-Брда налази се у пешчаним хоризонтима абичи (abichi) слојева, док су »непосредно поред Мрамор-Брда избили на светлост дана преваленциенезијски слојеви и у њима утврђен још један пешчани хоризонт с нафтом, који на структури Мрамор-Брдо бушењем није достигнут. Несумњиво је, да у ближем подручју Гојла и Мрамор-Брда морају постојати још неке нове структурно-тектонске јединице с нафтом ... које су остале прекривене досада недовољно детаљно и савремено извођеним геофизичким радовима и недовољним површинским геолошким истраживањима . Структура Шумећана разликује се много од пре споменутих. Стандард профил је овакав:

Слој	Од метара	До метара	Тортон лежи трансгресивно на основном горју у делимично заглињеном пешчаном и конгломератном развоју, и у њему су лежишта нафте. Дебљина тортонa варира од
плиоцен са свим степеницама		550	
сармат	550	750	
тортон	570	660	
клоритни шкриљци	660	даље	

5-100 м.

Добљина нафтоноонлх абичи слојева у Мрамор-Брду ва- рира између 70 и 100 м, а дебљина нафтоносних слојева Гојла знатно је мања.

Осим у Гојлу, Мрамор-Брду и Шумећанима нафте има широм Мославине, па се тако у вези с мославачком нафтом или земним гасом спомињу: Миклеушка, Мославина, Горња Јеленска, Володер, Брињани, Шартовац, Кутина, Јања Липа, Иванић-град, Иванић-Клоштар, Шћаповец, Липовец, Борик, Криж, Буњани, Главничница, Поповача, Стружец, Чазма, Оштри врх и др. Из ужег мославачког подручја слојеви и лежишта шире се на једној страни према медведничком пригорју и Загребу те ,се спомињу: Осеково, Пречец, Пресека, Предавец, Бреги, Врбовец, Дуго Село, Андриловац, Оток, Сесветски Краљеvec, Трнава, Ресник, Дубрава, Трње и Доњи Стењеvec. Преко Самобора, Дубранца код Велике Горице, Краварског и ширег подручја Вукомеричких горица нафтоносни се слојеви пружају и шире према Петрињи, Сиску, Мартинској Веси, Граберју и Јасеновцу. На другој, источној страни та се лежишта и наслућени слојеви настављају од Мославине у Славонију. У том простору (славонском и његову ивичном подручју) спомиње се: Грубишно Поље, Зденци, Дарувар, Пакрац, Уљаник, Бујавица, Банова Јаруга, Јагма, Новска, Раић, Решетари, Нова Градишка, Баћиндол, Петрово село, Шуметлица, Нова Капела, Пакленица, Сибињ, -Славонски Брод, Одворци, Подцркакље, Даково, Жупања, затим у пожешкој котлини, осим саме Пожеге још Велика, Михаљевци, Совски дол, Церник, Вилић село, Кутјево.

Додамо ли овом прегледу још и Бијело Брдо, Сарваш, Аљмаш, Ердут и Вуковар у славонској Подравини и у ужем Подунављу; затим на посве супротној страни, у географском простору Хрватског Загорја и Доњег Медимурја Стубицу, Нови Мароф, Бедњу и Доњу Храшоњу код Чаковца, а још даље, у пределу и подручју југозападног кршког височја Баљевац (на северним падинама Пљешивице у Лици), тада, ако и није

обухваћено баш све, јамачно је споменута већина мјеста, која су било где (у врелима и литератури) и ма како забележена и споменута, кад је ријеч о лежиштима, истраживању, закупу или производњи нафте и земнога гаса у Хрватској и Славонији, укључујући и Медимурје

У овај списак потребно је додати, првенствено, битуминозним шкриљцима богат јадранско приморски појас (Далмација, Истра), где, нарочито у области приморске унутрашњости, истраживања још нису толико узнатредовала као у ивичном панонском појасу.

Од свих многобројних лежишта земнога уља (утврђених и наслућиваних) индустријска производња нафте у Хрватској остварена је након рата, уз мурски басен, само у Мославини. Ту је од 1945. до укључиво 1955. произведено 879 003 т нафте. Преглед производње нафте у Мославини даје занимљиве податке о кретању експлоатације у појединим реверима (у тонама). У Мрамор-Брду и Шумећанима отпочела је производња тек 1949. године. Најмлађи експлоатациони ревери јесу Буњани (прорадили 1952.) и Клоштар-Иванић (прорадио 1953.).

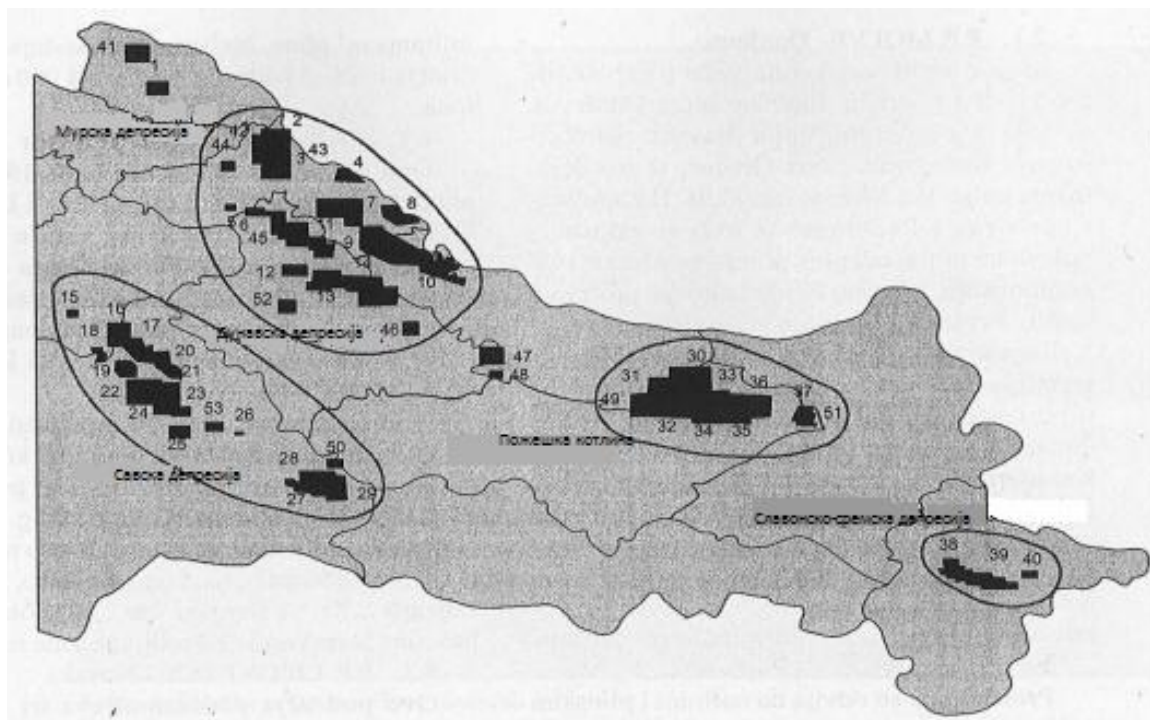
Година	Гојло	Мрамор-Брдо	Шумећани	Буњани	Клоштар	Укупно
1945.	25 867	—	—	—	—	25 867
1946.	22 295	—	—	—	—	22 295
1947.	25 211	—	—	—	—	25 211
1948.	25 187	—	—	—	—	25 187
1949.	27 202	3 726	6 255	—	—	37 183
1950.	23 657	6 581	22 717	—	—	52 955
1951.	17 057	7 742	50 948	—	—	75 747
1952.	10 525	21 947	69 280	136	—	101888
1953.	8 327	50 049	61341	7845	59	127621
1954.	7 170	70 900	56 627	27451	9445	171593
1955.	7 134	52 815	53 716	20038	79953	213656

Експлоатација нафте у Хрватској данас

На територију Хрватске могу се издвојити четири подручја с лежиштима нафте, то су Дравска, Мурска, Савска и Славонско-сремска депресија (Сл.б.). На подручју тих депресија нафта се тренутно вади с 35 нафтних поља, а сва та подручја део су великог Панонског базена који је најбоље истражени део Хрватске што се тиче нафте и гаса. Неки трагови нафте пронађени су и у подморју Јадранског мора, а присутност угљоводоника у Динарском седиментном базену упућује на могућност проналаска нафте и у том подручју (Тосенбергер и Тодоровић, 2000).

Прве откривене нафтне бушотине на подручју Међимурја, као што су Пекленица исцрпљена је након Првог свјетског рата, а Друго врло старо нафтно поље на подручју Међимурја је поље Селница у источном дијелу Мурске депресије је експлоатисано од 1850-их до 1952. године.

Нафта поља у Мославини, регији са, такође, дугом традицијом истраживања, експлоатације и производње нафте, као што је село Миклеушка а експлоатација је трајала до 1943. године. Због дуге традиције експлоатације нафте, Мославина и Међимурје могу се сврстати међу најстарије нафтне регије свијета. По количини произведене нафте предњачи подручје Савске депресије. Међу пољима Дравске депресије истичу се поља Беничанци, данас најиздашније нафтно поље, и Шандровац. Међу првих десет поља по производњи је и поље Ђелетовци из Славонско-сремске депресије. Међимурје, као подручје гдје се најприје почела искориштавати нафта данас ипак знатно заостаје у производњи. Главни разлог је исцрпљење залиха нафте.

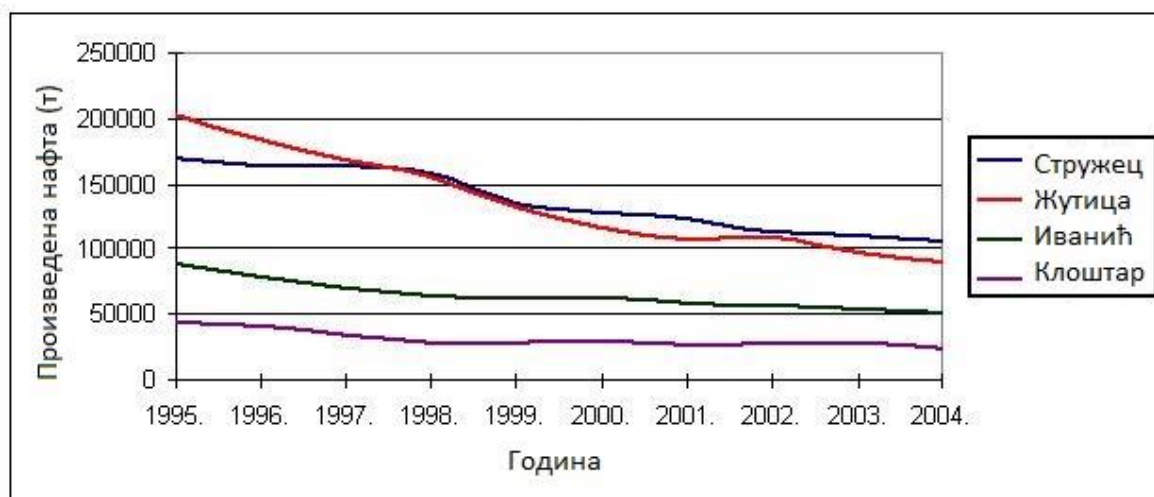


Сл.6. Нафтна и гасна поља континенталног дела Хрватске (33-Беничанци; 22-Жутица; 25-Стружец; 19-Иванић; 13-Шандровац) Извор: Тосенбергер и Тодоровић, 2000.

Савска депресија

Савска депресија налази се на подручју Мославине (Сл.6). Као што је већ споменуто Мославина има дугу традицију експлоатације нафте. Иако се нафта почела vadити 1854. године и то ручно, све до почетка 20. века. није дошло до значајнијих успјеха у производњи нафте у Мославини. На подручју Савске депресије налази се 18 нафтних поља, но сва поља нису у функцији. Експлоатација се врши на следећим пољима: Лупоглав, Буњани, Жежево, Иванић, Дуго Село, Клоштар, Мрамор Брдо, Жутица, Стружец, Околи, Володер, Липовљани, Јамарица и Козарица, а поље Везишће престало

се експлоатисати 2003. године. Сва наведена поља су уједно и гасна поља осим поља Буњани и Жежево која су само нафтна. *Стружец* је највеће мославачко нафтно-гасно поље, али и једно од највећих у Хрватској. Уз Стружец најиздашнија поља у Савској депресији су Жутица и Иванић. Сва нафтна поља груписана су у пет производних подручја: ПП Жутица са седиштем у Жутици, ПП Стружец са седиштем у Поповачи, ПП Шумечани са седиштем у Иванић Граду, ПП Липовљани са седиштем у Новској, као и ПП Дуго Село са седиштем у Дугом Селу. Прво нафтно-гасно поље у Мославини било је поље Гојло гдје је нафта откривена 1941. године, а експлоатација је овде прекинута 1968. године. Већина садашњих поља откривена је после Другог светског рата односно 1950-их година када долази до наглог развоја нафтне индустрије. Године 1952. основано је подuzeће Нафтаплин које је прерасло у највећу нафтну компанију у Хрватској - ИНА Нафтаплин. Компанија Нафтаплин је у вријеме свог оснивања имала три поља: Гојло, Криж-Шумећани и Мрамор-Брдо. Оснивање Нафтаплина значајно је утицало на социо-економски развој Мославине која почиње све више просперирати. На подручју целе Савске депресије највећа производња остварила се крајем 1970-их и почетком 1980-их година када се производило 3 милијона тона нафте годишње. Производња је знатно смањена почетком 1990-их година због исцрпљења залиха нафте, но већина постојећих поља ће се моћи експлоатирати још 20-так година (Лончар, 2007), а велик потенцијал имају још неоткривена лежишта нафте и гаса (Сл.7). С обзиром да експлоатација и производња нафте битно утиче на развој и социо-економску структуру становништва подручја у ком се одвија, и у Мославини је дошло до знатних промена, те је тако од неразвијеног и слабо развијеног подручја постала једна од развијенијих регија у Хрватској.



Сл.7. Производња нафте на најважнијим пољима Савске потолине од 1995. до 2004.

(Извор: Лончар, 2007.)

Дравска и Мурска депресија

Мурска депресија налази се на подручју Међимурја, а Дравска обухвата подручје Подравине. Нафтна поља су овде концентрисана у две зоне - у источном и западном

делу Подравине (Сл.6). Нафтна поља обе депресије груписана су у четири производна подручја: ПП Молве са седиштем у Ђурђевцу, ПП Беничанци са седиштем у Доњем Михољцу, ПП Шандровац са седиштем у Бјеловару, као и ПП Копривница са седиштем у Копривници.

На подручју Међимурја прве нафтне бушотине јављају се на пољу Пекленица 1844. године. Уз Пекленицу најстарије поље на овом подручју је Селница. Но значајнија истраживања и бушења до знатних дубина изводе се крајем 19. века почетком 20. века. северно и североисточно од Калника односно код Лудбрега и Поганца.

Мурска депресија представља западно ивично подручје Панонског базена. Може се поделити на три зоне: ормошко-селничка, чаковечка и леградска зона. Ормошко-селничка зона налази се у средишњем, а чаковечка у југоисточном делу депресије док се леградска зона заправо налази на граници Мурске и Дравске депресије. На подручју Мурске депресије налази се осам нафтно-гасних поља од којих се још само два експлоатишу: Миховљан у чаковечкој зони и Леград у леградској зони. Перспективне локације за истраживање су Мацинец, Страхонинец, Ивановец и Ореховица у чаковечкој зони, као и Слање и Лудбрег у леградској зони.

Мурску од Дравске депресију дели леградски праг који представља један од наставака Калничког горја. Дравска депресија обухвата највеће подручје па се због тога овде налази и највећи број нафтних поља, чак 22 од којих се четири више не експлоатишу. Неки од важнијих нафтно-гасних поља су Беничанци, Шандровац, Јагњедовац, Фернандиновац, Билогора, Бокшић, Црнац, Клокочевци и Бизовац. Нафтно-гасно поље *Беничанци* које се налази југозападно од Доњег Михољца започело је с производњом 1972. године и данас најиздашније нафтно поље у Хрватској. Од пуштања поља у рад до данас произведено је 2,5 милијона тона нафте. Нафтно-гасно поље *Шандровац* налази се 80 км североисточно од Загреба те је најиздашније поље западне Подравине и друго по производњи у Дравској депресији. У потрази за нафтом недалеко Бизовца откривено је богато лежиште геотермалне воде и због тога су овде саграђене Бизовачке топице. Наиме, негативне истражне нафтне бушотине су често богате минералном и термалном водом као што је на овом подручју био случај што показује како искориштавање нафте може и придонети напретку неког простора.

Славонско-сремска депресија

Славонско-сремска депресија налази се на крајњем истоку Хрватске, а обухвата подручје јужно и југоисточно од Вуковара и Винковаца (Сл.6). На подручју ове депресије налазе се нафтна поља Ђелетовци и Илача, као и нафтно-гасно поље Привлака. За разлику од осталих депресија, овде су нафтна поља откривена тек почетком 1980-их година. Прво откривено поље је Илача. Поља припадају погону Винковци, а највећа производња забележена је пре рата 1989. године када је произведено више од 270 хиљада тона нафте. До данас је на тим пољима произведено више од три милиона тона нафте, но шестина те производње отпада на период

последњих ратних дејстава у Хрватској, када се нафта није прерађивала у хрватским рафинеријама. Поља се поновно враћају у Инин производни састав 1996. године. Након тога је уследила ревитализација поља која је довршена средином 1997. године, но главни проблем и даље представља разминирање поља. Управо због бројних мина на овом подручју већ више од 15 година није било озбиљнијих истражних радова.

Погон Винковци не спада међу највеће у Хрватској, чему је продонео и рат, но предњачи по примени техничких унапређења и иновација па је тако на пољу Привлака примењена је метода гасног подизања уместо механичког начина подизања дубинским сисаљкама што је јединствен случај у Хрватској.

Велико неистражено подручје у Хрватској су и Динариди, Истраживања тог подручја трају дуго, око 60 година. Избушено је 15 бушотина, а најперспективнија подручја су Вучјак у Горском котару, острво Брач и Равни котари у задарском залеђу (Сл.8).



У подморју сјеверног Јадрана ситуација је прилично јасна – експлоатише се само гас с осам поља, а још два би требала, ускоро, да почну с радом. Откриће гасних поља у Јадрану датира из 1970-их година, но, њихова је разрада започела 1996, када је потписан споразум о заједничком улагању између Ине и компаније Агип, данас ЕНИ, из Италије (Сл.8).

Сл.8. Концесије у Хрватској (Извор:www.ина.хр; 12.06.2010.)

Главни проблем је што Хрватској уз сва постојећа и она још неоткривена лежишта недостаје енергије и енергената. Све заједно што данас има, уз стални раст потрошње, Хрватска не може да задовољи своје потребе за енергијом и мора да је увози – делом у облику сирових енергената, а делом као готове производе. Већи део увоза остварује се цевоводним транспортом тј.нафтоводом.

Басени Босне

Северна Босна такође је у панонском ивичном појасу, па су и ту били повољни природни услови за настанак и развитак нафте. Након аустријске окупације Босне и

Херцеговине (1878), а у служби и у интересу Аустријске Царевине и странага капитала, то природно веома богато подручје истраживали су многи стручњаци, међу њима и славни геолог и стручњак за нафту Ханс Хофер (Hans Höfer)

Пионирска истраживања нафте на подручју БиХ почела су 1889. године када су аустријски геолози Катзер и Хофер истраживали подручје Мајевице код села Растошнице и код села Рожња у подрињском крају. Аустријски геолози су избушили неколико бунара дубине до 50 метара, гдје су пронашли незнатне количине нафте.

Између два свјетска рата вршена су нафтна истраживања на подручју сјевероисточне Босне.

У међуратном периоду, у предратној Југославији, настављени су истражни радови, па се у ширем подручју Тузле, код села Пожарнице, наишло на нафту и на земни гас већ на 30 м дубине.

Из ових налазишта нафте у Пожарници и Симином Хану код Тузле. 1939. извађено је око 300 тона нафте, која је транспортована у Рафинерију Босански Брод, али због мале производње, скупог транспорта, недостатка опреме и кадрова производња је престала 1943. године.

Године 1934. набављена је прва ротару-гарнитура за бушење и тада је први пут у Босни код села Славиновићи избушена бушотина од 2025 м. Била је то за дуго време најдубља бушотина у старој југославији. Међутим, уз топлу сумпорну воду наишло се тада само на трагове нафте и земног гаса. Знатне количине метана, а и нешто нафте, нашло се 4 км од Тузле код села Долови. у тузланско-мајевичком подручју нафте има још код Букиња, а оправдано се претпоставља, да је има и код Симин Хана.

При истраживању слојева угља у Какњу, године 1930., из једне 347 м дубоке бушотине неочекивано је шикнуо млаз нафте. Првих дана нафта је извијала сама, а онда су је три године вадиле »кашиком«. Симптоматично је, да су при истражним радовима у највећем делу бушотина испод другог слоја угља стално наилази на трагове нафте. У исто време наишло се на трагове нафте и земнога гаса у околини Зенице, Брезе и Вареша.

Осим палеогенског лежишта у пределу Тузла—Пожарница и подручја Какња, Босна није још довољно истражена, заправо је истражена врло мало и слабо, па ће тој народној републици и у томе правцу требати посветити много већу пажњу неголи досад

Колико је на располагању довољно вјеродостојних података, у Босни и Херцеговини произведено је у свему (од окупације 1878. наовамо) до 1952. године 1400 т нафте, од тога у предратној Југославији 1330 т. Најјача је производња била у Пожарници код Тузле (1342 т).

Након Другог свјетског рата, 1948. године, основано је предузеће за експлоатацију нафте и гаса у Пожарници код Тузле, али је 1962. престало с радом. Од 1963. до 1973. године право на истраживање нафте на подручју Босне и Херцеговине имало је предузеће ИНА–Нафталин из Загреба које је подручје истраживања проширило са

северо-истока Босне на средишње и спољне Динариде. Тада је реализирано и неколико дубљих бушотина на локацијама Тузла-1 (3.539 метара), Вареш-1 (1.202 метара) и Гламоч-1 (4.212 м).

1973. десетогодишње право истраживања нафте и гаса на подручју БиХ добија Енергоинвест Сарајево. У периоду пре последњег рата у БиХ, за нафтом су трагали истраживачи у оквиру пројекта Северна Босна и Динариди. Пројекат Северна Босна финансиран је углавном из кредита Светске банке у износу од 2.5 милиона долара, а пројекат Динариди у потпуности је финансирала америчка компанија АМОКО, која је у ту сврху формирала АМОКО–Југославија Петролеум Компану са седиштем у Загребу.

“Американци су пре ратних активности имали сондаже на више праваца и познато је да су пронашли трагове нафте, а након тога су послали податке о постојању нафте у БиХ у САД. Међутим, последња агресија је спријечила даљне активности на истраживању нафте”, изјавио је професор Бушатлија за агенцију Анадолија.

У периоду 1973-1991 обављено је истражно бушење на бушотинама Бијељина-1, Брвник- 1 и Обудовац-1. На бушотинама Брвник-1 и Обудовац-1 регистрована је појаве нафте, али без економске вредности. Ипак, сва истраживања која су рађена од 1970. до 1990. показују да нафта постоји у БиХ. На основу досадашњих истраживања у североисточној Босни, сматра се да постоје резерве сирове нафте у четири приоритетна подручја - јужно од Босанског Шамца, гдје процена резерви износи 64,5 милиона барела (око 9,2 милиона тона), југозападно од Орашја где су резерве процењене на 42,5 до 108,4 милиона барела (око 6,1 - 15,5 милиона тона), у тузланској регији, у долини ријеке Тиње, гдје процене резерви износе 99,8 милиона барела (око 14,3 милиона тона), те у околини Лопара гдје се резерве нафте процењују на 83,2 милиона барела (око 11,9 милиона тона).

Пре рата урађено је 15 истражних бушотина које су показале да на простору сјевероисточне БиХ, на дубини од три до пет хиљада метара, постоји 50 милиона тона нафтних резерви. То подручје простире се од Босанског Брода, преко Брчког, Бијељине и Зворника до Тузле и заузима простор од око 12.000 квадратних метара. Процењује се да би остojeће залихе могле задовољити све потребе БиХ за нафтом у идућих 30 година, уз годишњу зараду од милијарду долара.

Професор Бушатлија, такође, оцјењује да у БиХ постоји неколико бушотина које су научно утврђене, а најпознатије су оне код Габеле и Какња у којима је пронађена нафта.

Србија - Војводина

У Војводини, специјално у Банату, тражили су нафту још у XIX веку, али безуспешно.

Банат се налази у североисточном делу бивше Југославије и ограшчен је реком Тисом са западне стране, реком Дунавом са југозападне и дужне стране, док се на североисточној страни налази државна граница са Румунијом. Претежни део територије Баната је непрегледна равница, испресецана низом малих река које се уливају

у Тису и Дунав. Надморска висина ове територије се креће од 73 до 83 м. Терени око и између река су претстављени алувиумом и лретстављају водоплавна земљишта

Сем алувијутуса на територији Баната се издвајају Вршачке Планине, Делиблатска Пешчара и Делиблатски лесни плато као посебне геоморфолошке целине.

Вршачке Планине заузимају подручје источно од Вршца, па до државне границе са Румунијом. Највиши врх ових планина, Гудуричка Главица (641 м), највеће је узвишење у Војводини. Западна падина Вршачких Планина састављена је од палеозојских кристаластих шкриљаца, а источна од стена гранодиоритске магме. Око ових творевина наслагани су седименти неогена, дилувиума и алувиума.

Делиблатски лесни плато захвата простор између Тамиша, Дунава и Караша. Његов средњи део је покривен песком, а према истоку се налази највеће узвишење, Загајичко Брдо, са висином од 250 метара. У северном делу Баната између Златице, Бегеја и Тамиша имамо такође мање лесне творевине, које су знатно тање и брзо прелазе у барски лес, док је лес Делиблатског плато типски, еолски.

Делиблатска Пешчара заузима југоисточни део Баната, између Тамиша, Дунава и Караша. Овај простор не испуњава Пешчара у целини, него само јужни део, између села Делиблата, Дубовца, Избишта, Николинаца, Банатског Карловца и Мраморка. Пешчара има елиптични облик са правцем пружања северозапад-југоисток. Дуга је око 60 км, а на најширем месту је широка око 20 км. Површина Пешчаре је заталасана и покривена многобројним динама и издувинама, правца пружања СЗ-ЈИ. Поједини врхови дина достижу и 190 метара. Просек надморске висине Делиблатске Пешчаре је око 140 метара.

Истраживања на територији Баната су била подстакнута сазнањем да територија Баната припада великом и пространом Панонском басену у централном делу Европе, који је био познат као нафтоносан, већ од XIX века.

Тако да смо имали читав низ нафтних и гасних поља у разним деловима овог басена, у Аустрији, Чехословачкој, Мађарској и код нас у бившој Југославији. Нафтна и гасна поља у бившој Југославији у Панонском басену се налазила су се у Прекомурју и Међумурју (Селница, Пекленица, Петишовци, Долина, Филовци), затим у Мославини (Клоштар, Буњани, Криж, Јања Липа, Дуго Село, Гојло, Мрамор Брдо), како је у делу о истраживању нафте у хрватској већ речено. Познати су трагови нафте у Подравини и Посавини (Седларица) и мање количине нафте у ободном делу Панонског басена у Босни на Мајевици, као и нафтна и гасна поља у Банату, све су то нафтне бушотине избушене у Панонском басену.

Па, и поред основане претпоставке да у банату има нафте и гаса, истраживање је почело релативно врло касно у Банату. До 1942 године у овом смислу није било никакве делатности.

1942 и 1943 године извршена су прва испитивања у циљу истраживања нафте и гаса. Немачко предузеће „Petrole A. O.“ врши регионална гравиметриска испитивања целе територије Баната, којом приликом је констатован читав низ гравиметријских

максимума углавном пружања у правцу север-југ. Ови гравиметриски максимуми под повољним условима могу означавати постојање појединих структурних облика погодних за акумулацију нафте и гаса, те су они као такви природно и пробудили интересовање за истраживање нафте и гаса.

За време рата (1944) Немци су поставили и прву истражну бушотину на геофизичком максимуму код села Велика Греда, у близини данашње бушотине бр. 2. Међутим, до самог бушења није дошло услед ратне ситуације. Моторе од гарнитуре за бушење су Немци однели, а торањ је остао на лицу места.

Послератна истраживања су започела 1947 године. Пошто је утврђено да је Војводина врло занимљиво палеогеографски подручје, и истраживања су потврдила присуство нафте у сармату структуре Велика Греда, у дубини преко 1100 м. Истраживања у Орловату, Бечеју, Овчи и Мошорину биле су досад негативне на нафту, али је код Бечеја избушен земни гас и CO₂. У структури Ковин наишло се на трагове нафте у II. медитерану и у трошној зони основног стеновитог масива. Истраживања су учврстила

Назив поља	Врста флуида	Година	
		открића	почетак експл.
Велика Греда	гас	1949.	1952.
Јерменовци	нафта	1952.	1956.
Локве	нафта	1953.	1957.
Бока	нафта	1955.	1959.
Јаношик	нафта	1958.	1966.
Елемир	нафта	1959.	1959.
Кикинда	нафта-гас	1959.	1963.
Банатско Пландиште	гас	1959.	1962.
Мокрин	нафта-гас	1961.	1963.
Госпођинци	гас	1962.	1969.
Кикинда-варош	нафта-гас	1963.	1965.
Бегејци	гас	1963.	1971.
Србобран	гас	1963.	1973.
Палић	нафта-гас	1963.	1976.
Николинци	гас	1964.	1972.
Српска Црња	гас	1964.	1978.
Велебит	нафта-гас	1964.	1968.
Тилва	гас	1965.	1969.
Мраморак	гас	1965.	1970.
Ада	гас	1966.	1977.
Банатско Милошево	гас	1966.	1984.
Међа	гас	1966.	1972.
Нови Кнежевац	гас	1967.	--
Горњи Брег	гас	1968.	1977.
Келебија	нафта	1970.	1972.
Мраморак Село	гас	1970.	--
Банатско Ново Село	гас	1970.	--
Бачка Топола	гас	1971.	1986.
Чантавир	гас	1971.	1977.
Мајдан	нафта	1972.	1983.
Руски Крстур	гас	1972.	1986.
Карађорђево	нафта	1973.	1979.
Чока	нафта	1975.	1978.
Банатски Двор	гас	1976.	1978.
Црна Бара	нафта	1976.	--
Итебеј	нафта-гас	1978.	1979.
Мартонош	гас	1980.	1987.
Банатски Двор-запад	гас	1981.	1986.
Кикинда варош-север	нафта	1981.	1989.
Велика Греда - југ	нафта	1981.	1986.
Мокрин - југ	нафта	1982.	1986.
Бегејци (Нови)	гас	1983.	1987.
Зрењанин	нафта	1983.	1988.
Русанда	нафта	1986.	1990.
Михајлово	нафта	1988.	--
Житиште	гас	1988.	--
Турија - север	нафта	1988.	1993.

бушења.

оптимистичка мишљења геолога, да у Војводини има нафте, али старије од плиоцена.

Прва бушотина из кој је почела де се комерцијално експлоатише нафта, у јуну 1953. године, била је у пределу Велике Греде и нафтоносног ревира у Локвама, у раније слабо или никако, а данас већ врло добро познатим Јерменовцима (северозападно од Вршца). Прво индустријски продуктивно врело нафте давало је дневно већ око 20 т сирове нафте.

Били су заправо то тек истражни почеци, но ипак довољно, да разбије скепсу старијих истраживача, а охрабри да наставе истражне су радове, и да се даља се бушења почну вршити код Зрењанина (Бока), Бечеја, Бачког Петрова села и Бачкога Градишта. И ако је 1953 означена као година првог бушења, индустријска производња нафте у Војводини отпочела је стварно године 1956. Након првих откривених бушотина истраживања су настављена. У следећој табели је дат преглед почетних

Већина поља нафте и гаса у Војводини и централној Србији су мали у смислу производње (исцрпка). изузеци су Велебит, Кикинда, Елемир, Турија, Мокрин, и Итебеј поља која припадају већим нафтних поља Панонског басена, а од просека заевропским размерама. Поред ових поља откривено је и преко 40 поља, на површинама мањим од 5 км².

Највеће резерве нафте откривене су 1970 године, а укупна производња од 1952 године је: ~ 42 x 10⁶ тона нафте и ~ 31 x 10⁹ м³ гаса.

Год.	Избушено	Велика греда	Кикинда	Самош	Орловат	Ковин- гај	Овча	Свега бушотин	Укупно метара
1948	Број Метара	13 4272,29	7 2134,34	2 602,5	- -	- -	- -	22	7009,13
1949	Број Метара	- -	1 301,00	5 1608,00	20 5815,48	- -	1 454,46	27	8178,94
1950	Број Метара	- -	- -	- -	4 1950,80	5 1717,40	- -	9	3668,20
1951	Број Метара	- -	- -	- -	- -	2 823,59	- -	2	823,59
Укуп.	Број Метара	13 4272,29	8 2435,34	7 2210,50	24 7766,28	7 2540,99	1 454,46	60	19679,86

До сада су испитивања која су обухватила велики број регионалних гравиметријских, магнетних и сеизмичких снимања (41,000 линија км 2Д и 460 квадратних километара-3Д) и бушење 2.032 истражних бунара. Овим је откривено око 100 налазишта нафте и гаса са око 280 лежишта.

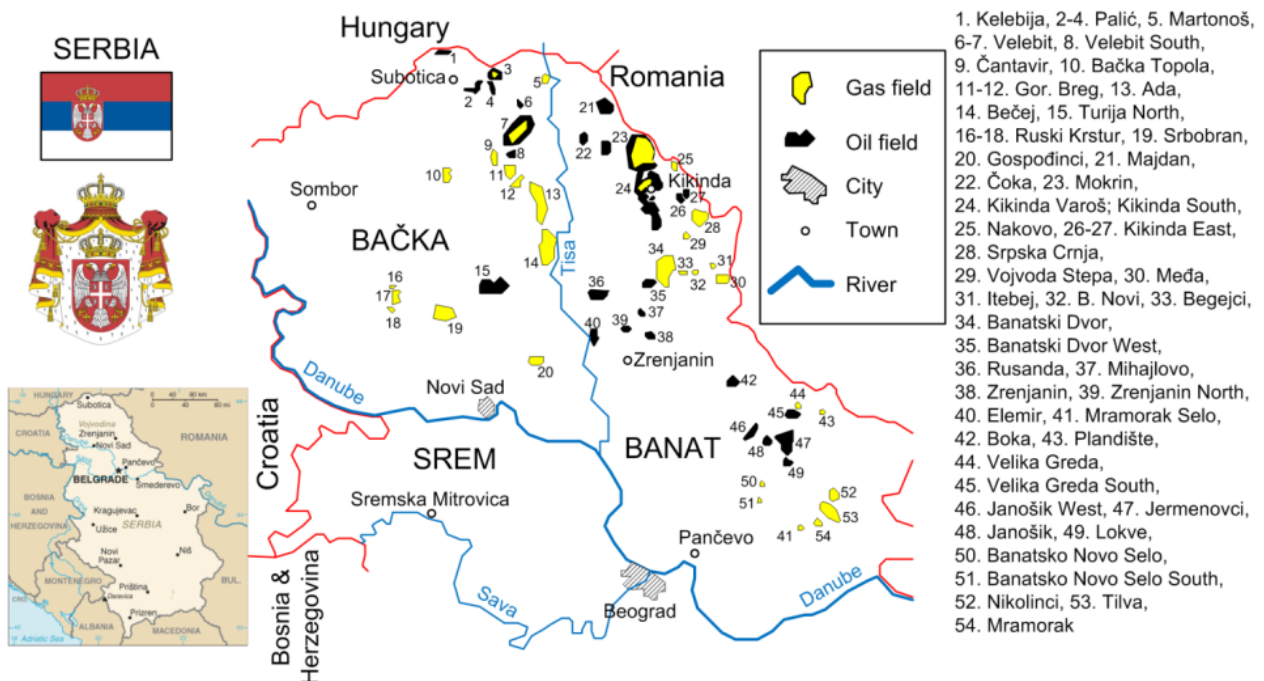
Нафтна и гасна лежишта: елементарне појединачне и засебне природне акумулације нафте и гаса. Нафтна и гасна поља: представљају акумулације нафте и гаса у више лежишта која су условљена и налазе се у оквиру једног структурног елемента под условом да њихова пројекција на основу цини једну целину. Основни елементи нафтних и гасни лежишта су: природни резервоари; замке или трапови; лежишни флуиди.

Већина поља је у структурним замкама које се налазе у доњем и горњем понтијском слоју (неогених) седиментима. Многе претходне геолошке студије су биле усмерене на структурне замке у основним терцијарних седимената. Поред те врсте трапова, нека стратиграфске или литолошке замке су случајно откривене, а велики број ових нонконвенционалних замки су у структурама са негативним угљоводоничним врховима. У Војводини су откривени и неконвенционални гасни депозити.

У последњој деценији се и даље одржава однос да је деведесет посто откривених резервоара нафте и гаса су у северном делу Србије, у Војводини, односно Банатској депресији Панонског басена. Остали пољима за производњу су у централној Србији, јужно од Саве и Дунава.

У централној Србији, откривене су мале резервоаре нафте и гаса у терцијарним седиментима Производња нафте у овом делу Србије, који се сматра недовољно истраженом, почела је у 1990. Најновији геохемијски студије идентификовани мезозоичко-палеозоичке структуре као потенцијално структуре у којима се могу налазити лежишта угљоводоника.

Највећа годишња производња нафте је била 1982 године и износила је $1,3 \times 10^6$ тона, после дугог пада на $0,6 \times 10^6$ тона (до 2006) – последњих година је око $\sim 1,1 \times 10^6$ тона. Производња гаса је у паду до 2009 године. Данас, производња нафте и гаса обавља се у Војводини са 53 нафтна и гасна поља, укључујући и изворе из концесије у Анголи. Тренутно је у експлоатацији 597 нафтних и 98 гасних бушотина, у 135 лежишта. Најзначајнија нафтна поља: Велебит, Кикинда, Кикинда-поље, Мокрин-запад, Русанда, Елемир, Кикинда-горње, Келебија, Кикинда-варош, Турија. Најзначајнија гасна поља: Мокрин, Међа, Мартонош, Итебеј, Велебит, Меленци дубоко, Торда плитко.

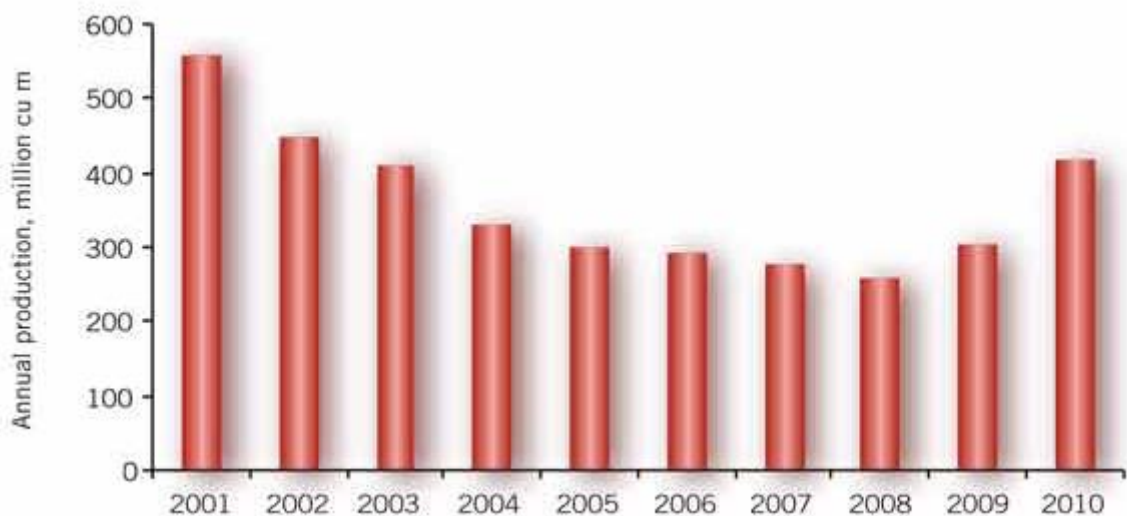


Више од половине бушотина налази се у региону Кикинде, где постоји укупно 83 бушотине у грађевинском реону и 532 бушотине ван грађевинског реона што чини свеукупно 615 бушотина. Од овога је активно 347 бушотина, од којих еруптивно ради 91 бушотина, у режиму гас-лифта ради 68 бушотина док у режиму дубинског пумпања ради 165 бушотина.

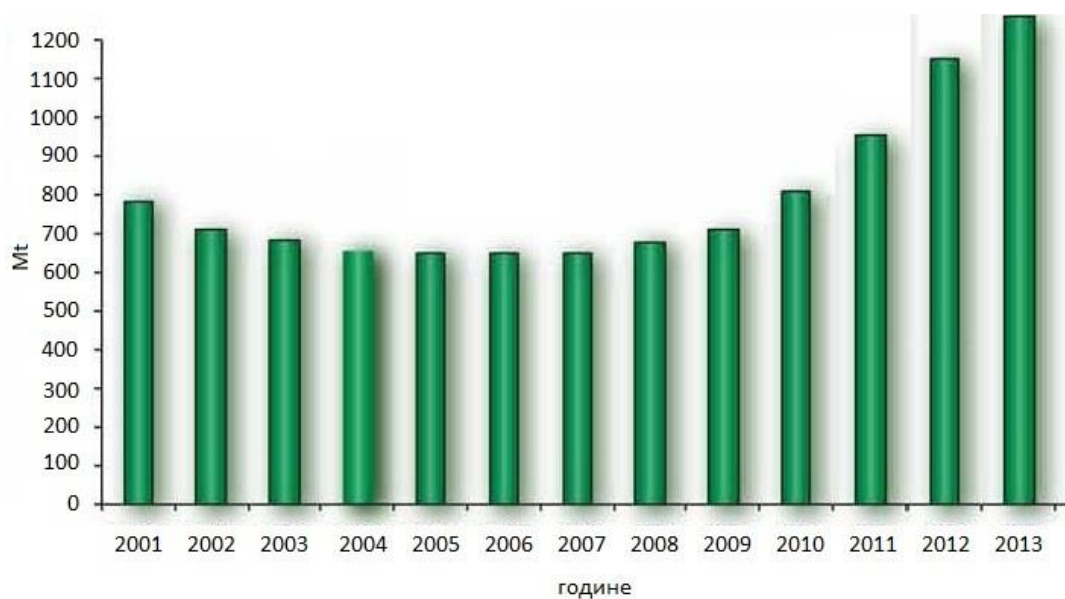
Највеће резерве нафте су у лежиштима нафтног поља Велебит, а затим и Мокрин. Већа поља су и Кикинда и Кикинда-варош.

Највеће резерве гаса су у гасним лежиштима Мокрин, а затим у лежиштима поља Кикинда-варош, Међа, Тилва, Србобран итд. Више од 65% резерви гаса се налази у северном Банату у лежиштима Мокрин и Кикинда.

Ако се посматра динамика производње нафте у Србији може се приметити пад до 2006, а након тога раст због примене стимулативних метода и оптимизације производње, у поређењу са 2008, производња нафте порасла 4% у 2009 и 12% у 2010.



Динамика производње гаса дата је на следећој слици:



Последње нађено велико налазиште нафте је, Турија-Север, што је било 1987. Од тада су пронађени неколико мањих, углавном, акумулација гасног кондензата (Мартонош-запад, Мартонош Фарм, Честерег, Меленци, итд).

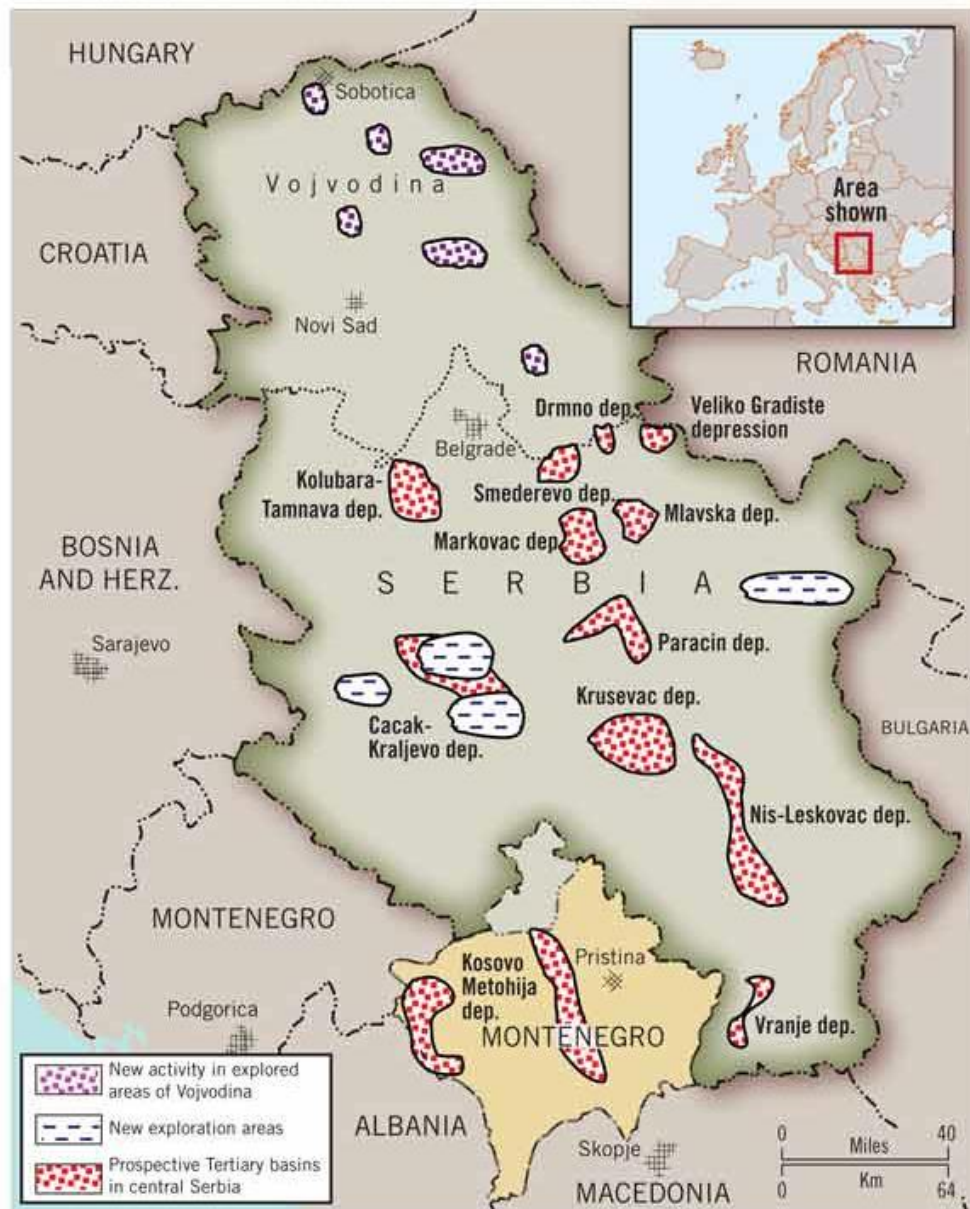
Будући тренд у производњи углавном ће зависити од резултата истраживања и даље примене нових технологија експлоатације.

Ново истраживање у Србији

The US Geological Survey је у 2006 извршио процену процењује да Велика Мађарска низија, као део система панонског басена, са 95% вероватноће садржи најмање 43,67

милиона тона нафте и са 5% шансе да садржи око 232,5 милиона тона неоткривених залиха.

Једна трећина ове нафтног система у терцијарним седиментима је у земљишту на северу Србије, па се на основу тога врло грубо може проценити да се залихе нафте у Србији крећу од лабаво имплицира да свој удео ресурса креће се од 14,5 милиона до 154,3 милиона тона. Поред конвенционалних угљоводоничних ресурса постоје и неконвенционални ресурси, посебно tight gas (гас из густих формација, код кога је отежана експлоатација).



Откриће нафте и природног гаса захтева развој модерног концепт нафтно-геолошких истраживања која се заснивају на најновијим знањима о геолошким померањима и геодинамичком развоју југоисточног дела Панонског басена и Балканског полуострва. То би, такође зависи од присуства Пре-терцијалних угљоводоника и искуствима у геолошким истраживањима у ширем региону (Италија, Албанија, Румунија, Аустрија, Мађарска и Бугарска).

Основни елементи предложеног нафтне-геолошких истраживања програма у наредних 10 година у највећој мери зависе од резултата планираног регионалног истраживања. Спровођење регионалних истраживања ће се одвијати у фазама, где ће сваки следећа фаза зависити од резултата претходне. Прва фаза регионалног истраживања ће укључити геофизичких истраживања 1.000 линију/км, евентуално допуњена гравиметријских-магнетним и електромагнетних испитивања. Испитивања на пољу, као и лабораторијско испитивање узорака из земље, као и детаљна геохемијска, петролошка (composition, distribution and structure of rocks), биостратиграфска; поред ових потребна су и седиментолошка испитивања (Sedimentologists apply their understanding of modern processes to interpret geologic history through observations of sedimentary rocks and sedimentary structures). Развој новог истраживања нафтних-геолошки у Србији на основу регионалних резултата истраживања биће усмерена на:

- Шире зоне тектонских контакта и превлака (overthrust) основних структурно-тектонских јединица у Србији.
- Широки регионалне области плитких континенталних субдукцијских зоне. (Субдукција је у геологији процес урањања, или тоњења једне литосферне плоче под другу. Супротно томе, наседање једне литосферне плоче под другу назива се обдукцијом)
- Шире зоне тектонских грешака (реверзне и радијалне) које су формиране дуж седиментационо млађих Neogene-Quaternary депресија (од средњег до последњег периода кенозоика који је почео пре 20-2,58 милиона година)..

Сматра се да је могуће да се у недовољно истражени подручјима у дубљим деловима басена (посебно у зонама тектонских судара) и у централној Србији догоде већа открића нафте и гаса. Регионална геофизичка истраживања почела су у подручју Чачак-Неготин, у централној Србији и детаљна сеизмичка истраживања су почела у области Чачак-Краљево у 2010. Први истраживачки бунари треба да се буше након што се подаци протумаче.