

Publikacja ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH w Krakowie

Digitalizacja dorobku naukowo-badawczego Profesorów AG w Krakowie w l. 1919–1945

projekt dofinansowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki „Społeczna Odpowiedzialność Nauki”
moduł: Wsparcie dla bibliotek naukowych



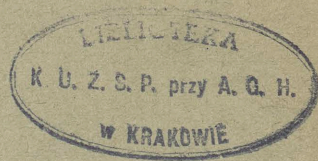
01.11.2022–31.07.2024
SONB/SP/548765/2022



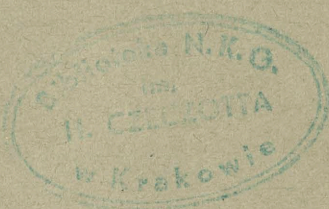
Ministerstwo
Edukacji i Nauki

31714

PROF. STEFAN CZARNOCKI
INŻYNIER GÓRNICZY



NAUKA O ZŁOŻACH
MINERALÓW UŻYTECZNYCH



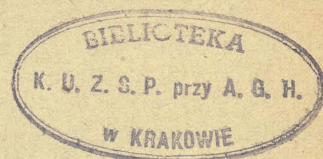
KRAKÓW

TERMINATKI

8 III 73

18/109

PROF. STEFAN CZARNOCKI
INŻYNIER GÓRNICZY



NAUKA O ZŁOŻACH
MINERALÓW UŻYTECZNYCH



KRAKÓW

~~820~~

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
w KRAKOWIE
BIBLIOTEKA

III 51714

NzA 8021

Akc. Nr 1871 / 53

Spis treści.

W s t ę p	str.	1
-----------------	------	---

I. ZŁOŻA SUROWCÓW ENERGETYCZNYCH.

A. Złoża węglowe

Znaczenie ekonomiczne węgla	"	5
Ogólna klasyfikacja minerałów grupy węglowej	"	5
Chemiczne właściwości węgla	"	6
Pochodzenie węgla z chemicznego punktu widzenia ..	"	7
Węgla chumusowe i węgle sapropelowe	"	10
Petrografia węgla	"	12
Tworzenie pokładów węgla	"	13
Skład petrograficzny skał w seriach węglonośnych	"	14
Pokłady węgla	"	14
Tworzenie zagłębi węglowych	"	17
Zagłębia paraliczne i limniczne	"	18
Geologiczne i geograficzne rozmieszczenie złóż węglowych	"	19
Zasoby i wydobywanie	"	20

B. Złoża ropy i innych minerałów bitumicznych.

Ogólne dane	"	20
Utwory bitumiczne	"	21
Chemiczne właściwości węglowodorów	"	21
Skład chemiczny substancyj bitumicznych	"	23
Fizyczne właściwości ropy naftowej	"	24
Asfalt	"	27
Ozoheryt /wosk ziemny/	"	27
Łupki bitumiczne	"	28
Teoria organicznego pochodzenia ropy naftowej ...	"	29
Teoria nieorganicznego pochodzenia ropy naftowej	"	31
Zewnętrzne oznaki złóż naftowych	"	32
Zbiorniki ropy naftowej i gazu	"	34
Porowatość skał roponośnych ich nasycenie i wy- dajność	"	36
Nadkład zbiornika naftowego lub gazowego	"	37
Granice zbiorników	"	38
Wodne poziomy w złożach naftowych	"	38
Ciśnienie w zbiorniku ropnym	"	40
Nagromadzenie ropy naftowej i gazu w złożu	"	42
Teoria pochodzenia złóż naftowych	"	43

II.

1/ Teoria wtórnego pochodzenia	str.	44
2/ Teorie pierwotnego pochodzenia złóż	"	44
3/ Teorie sedymentacyjno-diagenetyczne	"	45
Znaczenie budowy tektonicznej dla powstania złóż naftowych i ich konserwacji	"	46
Klasyfikacja złóż naftowych oparta na ich budowie tektonicznej	"	47
I. Antykliny	"	48
II. Struktury rozmycia	"	52
III. Synkliny	"	53
IV. Monokliny	"	53
V. Złoża związane z uskokiem	"	54
VI. Złoża nie związane z żadną strukturą	"	54
Geologiczno-geograficzne rozmieszczenie złóż naftowych	"	55
Światowe zasady ropy naftowej i jej wydobycie ..	"	56

II. ZŁOŻA SOLI.

Występowanie soli	"	58
Ogólne warunki utworzenia złóż solnych	"	59
Minerały solne	"	59
Tworzenie się złóż soli według teorii Ochseniusa /teoria zapory/	"	60
Złoża soli zwykłych i soli potasowych	"	61
Wtórne zmiany w złożach solnych	"	61
Typy złóż solnych	"	62
Światowe zasady soli i wydobycie	"	63

III. ZŁOŻA RUD.

Ogólne pojęcie o rudach i ich złożach	"	65
Utworzenie złóż rudnych i ich klasyfikacja	"	66
1/ Złoża magnetyczne	"	66
2/ Złoża kontaktowo-metamorficzne	"	67
3/ Złoża żyłne	"	69
4/ Złoża impregnujące skały, lub w ogóle wypełniające w nich wszelkie pustki	"	71
5/ Złoża metasomatyczne	"	71
6/ Złoża rud osadowych	"	72
7/ Złoża napływowe	"	75
Wtórne zmiany rud w złożach	"	76
Przegląd najważniejszych rud i ich złóż	"	78

Złóża złota	str.	78
Złóża platyny	"	79
Złóża srebra, cynku i ołowiu	"	79
Rudy miedzi	"	81
Rudy cyny	"	83
Rudy rtęci	"	83
Rudy żelaza	"	83
Rudy manganowe	"	88
Rudy innych metali służących do uszlachetnienia stali	"	89
Rudy aluminium	"	89

IV. ZŁOŻA SUROWCÓW MINERALNYCH NIEENERGETYCZNYCH

NIESOLNYCH I NIEMETALICZNYCH.

Surowce siarkowe	str.	90
Złóża siarki rodzimej	"	91
Złóża pirytu	"	91
Złóża fosforytów	"	92
Złóża surowców ceramicznych	"	93

---ooo000ooo---

W S T Ę P .

Nauka o złożach minerałów użytecznych, jak sama nazwa wskazuje, jest poświęcona opisaniu złóż tych minerałów, które są człowiekowi użyteczne.

Należy więc przede wszystkim zatrzymać się na określeniu tego co nazywamy minerałem użytecznym, a następnie przejść i do definicji pojęcia o złożach minerałów użytecznych.

Co nazywamy minerałem użytecznym m. Mineralem użytecznym nazywamy takie ciało mineralnego pochodzenia, które może się okazać użyteczne, albo w tym stanie jak go wydobyte, albo po dokonaniu nad nim pewnych zabiegów technicznych, jak to: przeróbka mechaniczna, rafinowanie ropy naftowej, procesy hutnicze itd.

Poglądy ludzkości na użyteczność różnych ciał mineralnych ulegały z biegiem czasu licznym zmianom.

W miarę postępu technicznego zjawiało się zapotrzebowanie na coraz to nowe surowce, o pewnych właściwościach technicznych. Z drugiej strony tenże postęp techniczny w dziedzinie przeróbki różnego rodzaju pozwalał przeprowadzać na stan użyteczny minerały, które dawniej uważano za nienadające się do celów praktycznych.

W rezultacie włączano coraz to nowe minerały do kategorii minerałów użytecznych.

Bywało w dziejach ludzkości i odwrotnie. Pewne minerały traciły całkiem lub częściowo swą wartość przemysłową i wskutek tego zanikały pewne gałęzie przemysłu górniczego.

W tzw. epoce kamiennej na czoło surowców mineralnych wysunął się krzemień. Służył on i do wyrobu sprzętów domowych i jako broń. Był on więc objektem dość znacznej, jak na one czasy eksploatacji górniczej. Świadczą o tym ślady dawnych kopalń krzemienia. Jedną z takich kopalń została odkryta w dwudziestych latach bieżącego stulecia w Świętokrzyskim.

Był to więc wtedy główny minerał użyteczny. Z biegiem czasu stracił on prawie całkowicie swe znaczenie ekonomiczne.

Natomiast człowiek ówczesny nie interesował się ani rudami, ani węglem, ani innymi surowcami mineralnymi, nie znał bowiem ich użyteczności.

Dopiero stopniowo wchodziły te minerały w zasięg życia kulturalnego ludzkości. Nauczono się z początku wykorzystywać rudy miedzi i cyny /epoka brązu i miedzi/; znacznie już później zjawiało się na arenie żelazo. Do liczby najstarszych gałęzi przemysłu górniczego należy również kopalnictwo soli.

Jeszcze kilka stuleci temu nie umiano otrzymywać cynku z jego siarczków i wtedy blenda cynkowa, występująca zwykle wspólnie z galeną szła na hałde, zaś za minerał użyteczny uważano tylko galenę, z której wytapiano ołów.

Eksploatacja dwóch surowców mineralnych odgrywających obecnie tak wybitną rolę jak węgiel i ropa naftowa rozwinęła się już całkiem stosunkowo nie dawno. Mianowicie węgiel zaczęto wydobywać w większej skali w drugiej połowie XVIII stulecia w związku z jednej strony z przetrzebieniem lasów, z drugiej zaś z wynalezieniem maszyny parowej. Ropa naftowa znana dawniej niemal wyłącznie jako środek leczniczy zaczęła odgrywać większą przemysłową rolę w połowie ubiegłego stulecia, gdy nauczono się destylować ropę i otrzymywać z niej poszczególne produkty naftowe. Dopiero jednak tylko zjawienie się silników spalinowych i nowoczesnej komunikacji samochodowej i samolotowej i wywołany przez to olbrzymi popyt na benzynę nadały ropie naftowej to wyjątkowe znaczenie ekonomiczne które zachowuje ona dotąd.

Do liczby też całkiem "nowoczesnych" minerałów użytecznych należy zaliczyć rudy aluminiowe - luksyty i rudy unanowe zawierające tak obecnie cenniejszy rudy.

Ten pobieżny przegląd historyczny rozwoju przemysłu górniczego podkreśla nam jak zmiennym i zależnym od wymogów życia praktycznego jest pojęcie o mineralu użytecznym.

O o n a z y w a m y z ł o ż e m m i n e r a ł ó w u z y t e c z n y c h. Złożem nazywamy nagromadzenie na pewnej części skorupy ziemskiej jakiegoś mineralu użytecznego o takich ilościach i w takich warunkach geologicznych że jego eksploatacja może się opłacać jeśli nie w danej chwili, to przy nieco zmienionej konjunkturze ekonomicznej.

Decyduje przy tym w dużej mierze wartość danego mineralu użytecznego, czyli mówiąc poprostu jego cena. Tak nie nazwiemy złożem drobnych zresztą części rudy żelaznej lub dajmy nato pirytu, spotykanych w jakiejś skale, lecz takie same wtrącenie jakiegoś cennego mineralu, jak na przykład złota, platyny lub nawet chociażby miedzi już nadawały by się do eksploatacji i podpadały by wobec tego pod pojęcie złoża.

W miarę wzrostu cen na pewne surowce mineralne, w miarę postępu techniki górniczej i przerobczej coraz to uboższe

skupienia minerałów użytecznych mogą być zaliczane do kategorii złóż.

Wiadzimy więc, że i pojęcie o złożu jest również zmiennym i epartym na przesłankach natury praktycznej, jak i pojęcie o samym mineralu użytecznym.

Ogólna klasyfikacja minerałów użytecznych. W praktycznym punktu widzenia możemy podzielić minerały użyteczne na następujące grupy:

- I. Złóża surowców energetycznych, czyli będących dla nas źródłem energii cieplnej. W grupie tej rozróżniamy dwie zasadniczo podgrupy
 1. węgle różnego typu;
 2. surowce bitumiczne, wśród których odgrywają główną rolę ropa naftowa i gaz ziemny.
- II. Złóża soli różnego rodzaju.
- III. Złóża surowców metalicznych, czyli służących do otrzymywania z nich metali. Należą tu rudy różnego rodzaju.
- IV. Złóża surowców nieenergetycznych, niesolnych i niemetalicznych. Do tej negatywnie zatytułowanej grupy włączamy cały szereg najróżnorodniejszych obiektów przemysłu górniczego, jak to złoża: fosforytów, siarki, pirytu, grafitu, złoża surowców ceramicznych i in. Zaliczamy wreszcie tu i złoża kamieni drogocennych.

Wyliczone cztery grupy surowców stanowią podstawę przemysłu górniczego we właściwym znaczeniu słowa.

Pozatem istnieją jeszcze dwie następne grupy już luźniej z tym przemysłem związane. Są to:

- V. Wody podziemne różnego typu. Wyróżniamy przy tym
 - 1/ wody mineralne, o charakterze przeważnie leczniczym i
 - 2/ zwykle wody służące do użytku domowego, lub do celów przemysłowych.
- VI. Kamienne materiały budowlane.

Dla podkreślenia ogólnej wartości przemysłu górniczego, obejmującego wspomniane cztery grupy i dla ustalenia stosunkowego znaczenia poszczególnych gałęzi górnictwa podajemy następujące cyfry, odnoszące się do roku 1929.

W roku tym ogólna wartość światowej produkcji górniczej wyniosła 40,1 miliardów marek niemieckich w złocie.

Wartość produkcji poszczególnych grup surowców mineralnych przedstawia się w tej globalnej cyfrze procentowo w sposób następujący:

1/ Surowce energetyczne	67,0%
w tym: węgiel kamienny	43%
węgiel brunatny	2%
ropa naftowa	20%
gaz ziemny	2%
2/ Przemysł solny	2,5%
3/ Surowce metaliczne	27,0%
4/ Inne surowce niemetaliczne	2,5%
5/ Kamienie drogocenne	1,0%

I. ZŁOŻA SUROWCÓW ENERGETYCZ-
NYCH.

Surowce energetyczne pochodzenia mineralnego nazywane są niczaz zbiorową nazwą kanstobiulitów. Słowo pochodzi z połączenia greckich słów: kansto - palny, bios - życie i litos - kamień. Czyli są to palne kamienie organicznego pochodzenia.

Nazwa ta dobrze ujmuje istotę rzeczy. Aczkolwiek organiczne pochodzenie tych utworów ogólnie przyjęta w stosunku do grupy węgla wywołuje jeszcze dotąd w niektórych uczonych pewne zastrzeżenia w stosunku do ropy naftowej. Wspomniemy o nich poniżej.

Z poszczególnych surowców grupy energetycznej głównie ekonomiczne znaczenie posiada węgiel. Znaczenie to jednak wyrażone w procentach w ogólno-swiatowym bilansie energetycznym widać spada na korzyść dwóch innych źródeł energii: jednego pochodzenia mineralnego w postaci ropy naftowej i gazu ziemnego zaś drugiego, przedstawionego przez siły wodne.

Wskazuje nam to następująca tabelka:

Lata	1913	1920	1925	1929	1931
Węgiel kamienny	85,5%	78,7%	71,9%	67,5%	63,1%
Węgiel brunatny	3,0%	3,4%	3,6%	3,7%	3,4%
Siły wodne	4,3%	6,2%	8,4%	9,4%	12,4%
Ropa naftowa i gaz ziemny	7,2%	11,7%	16,1%	19,4%	21,1%
	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Widzimy więc że w okresie 1913 - 1931 r. procentowy udział węgla kamiennego w bilansie energetycznym obniżył się o 22%, zaś udział sił wodnych i ropy naftowej wraz z gazem ziemnym wzrósł niemal trzykrotnie.

Zmiany te są spowodowane przez nader słaby wzrost produkcji węgla kamiennego, a jednocześnie gwałtowny rozwój wydobycia ropy naftowej, jak również gwałtowne zwiększenie wykorzystania sił wodnych.

A. ZŁOŻA WĘGLOWE.

Znaczenie ekonomiczne węgla.

Wśród surowców i artykułów spożywczych węgiel stoi na pierwszym miejscu pod względem produkcji. Wynosiła ona w r. 1936 ponad 1,4 miliarda t /łącznie węgla kamiennego i brunatnego/. Co do wartości produkcji węgiel stoi na piątym miejscu po czterech zasadniczych produktach spożywczych, mianowicie po pszenicy, ziemniakach, kukurudzy i ryżu.

Największa ilość węgla jest używaną bezpośrednio jako opał. Węgla innych gatunków są używane do celów gazowniczych, oraz dla otrzymania tzw. koksu hutniczego.

Ostatnio węgiel zdobywa coraz większe znaczenie, jako surowiec do otrzymywania tak cennych produktów naftowych, chodzi przy tym głównie o benzynę.

Ogromne ekonomiczne znaczenie węgla podkreśla się przez fakt, że w obszarach węglonośnych, czyli w tzw. zagłębiach węglowych koncentruje się zwykle szereg innych gałęzi przemysłu, mniej lub więcej związanych z węglem. Chodzi przy tym przede wszystkim o przemysł żelazny, w którym z dwóch głównych surowców hutniczych: zwykle węgiel przyciąga do siebie rudę żelazną.

Ogólna klasyfikacja minerałów grupy węglowej.

Przyjmuje się obecnie powszechnie, że węgle powstają w drodze zamiany w pewnych warunkach substancji roślinnej.

W kolejności coraz to dalej idącej zamiany tej substancji wyróżniamy:

- 1/ Torf,
- 2/ Węgiel brunatny,
- 3/ węgiel kamienny,
- 4/ Antracyt.

Dla odróżnienia węgla brunatnego od torfu mogą służyć w razie wątpliwości następujące wskaźniki:

- 1/ W torfie są widoczne /szczególnie po rozpuszczeniu w rozcieńczonym roztworze alkalicznym/ liczne włókna i tkanki.

Natomiast w węglu brunatnym w tych samych warunkach nie obserwujemy ich wcale, albo też spotykamy w bardzo nieznacznej ilości.

2/ Z torfu przy ściśnieniu można zawsze wydzielić pewną ilość wody, zaś z węgla nie.

Dla odróżnienia węgla brunatnego od kamiennego może służyć następująca tabelka oznak:

	Węgle brunatne	Węgle kamienne
1/ Rysa	zwykle brunatna	czarna /b.rzadko brunatna/
2/ Przy gotowaniu z roztworem alkalicznym	moche ciemne zabarwienie roz-czynu	nie ma zabarwie-nia
3/ Przy gotowaniu z rozcieńczonym /1:9/ kwasem azotowym	wyraźne czerwone zabarwienie	nie ma zabarwie-nia

Węgiel kamienny i antracyt mało się między sobą różnią; ten ostatni jest mniej zbity. Decyduje w każdym wypadku analiza chemiczna.

Chemiczne właściwości węgla.

W skład każdego węgla wchodzi następujące zasadnicze pierwiastki: węgiel /C/, wodór /H/ i tlen /O/, w mniejszych już ilościach zawierają węgle: azot /N/, siarkę /S/, oraz składniki niepalne - przeważnie nieorganiczne, pozostające po spalaniu w postaci popiołu.

Wszystkie te składniki węgla określają się w drodze tzw. analizy chemicznej.

W miarę posuwania się od torfu do antracytu coraz to zwiększa się w węglu zawartość /C/ i zmniejsza ilość /O/.

Większe praktyczne znaczenie posiada tak zwana techniczna analiza węgla, która wydziela w nim następujące cztery składowe części: 1/ koks; 2/ części lotne; 3/ wodę higroskopijną i 4/ popiół. Określa się przy tym również wartość opałową węgla, wyrażaną, jak wiemy, w kaloriach.

Z liczby wspomnianych składowych części węgla koks + części lotne stanowią właściwą substancję węglową. Stosunek procentowy między tymi dwoma składnikami jest położony w osobnej klasyfikacji chemicznej węgla kamiennych.

Wśród tych ostatnich w miarę spadku procentowej zawartości części lotnych, czyli odwrotnie wzrostu koksu są różniaczone następujące cztery zasadnicze typy: 1/ Węgle ga-

zowo-płomienne; 2/ węgle gazowe; 3/ węgle tłuste i 4/ węgle chude. Po tych ostatnich idą już antracyty.

W niektórych systemach klasyfikacyjnych pomiędzy węgle gazowe a tłuste jest jeszcze wstawiona grupa węgla kowalskich.

W grupie węgla tłustych znajdują się cenne węgle dające koks hutniczy, odznaczający się dużą wytrzymałością na ciśnienie, a jednocześnie będący porowatym, co ma duże znaczenie przy procesach wielkopięcowych.

Co do wartości opałowej węgla, to ta wynosi u węgla brunatnych 2.700 - 5.500 kaloryj, zaś u kamiennych 4.800 - 8.500, przy czym wzrasta ona na ogół od węgla gazowo-płomiennych do chudych.

P o c h o d z e n i e w ę g l i z c h e m i e z n o g o p u n k t u w i d z e n i a.

I geologowie i chemicy są zgodni co do tego że węgle powstały na drodze zamiany pierwotnej substancji roślinnej.

Substancje wchodzące w skład roślin należą do następujących głównych grup:

1/ Celuloza; 2/ lignina; 3/ białka; 4/ tłuszcze; 5/ woski i smoła.

Z tych składników w tworzeniu węgla odgrywają główną rolę dwa pierwsze.

Celuloza jest to substancja, z której są przeważnie zbudowane ścianki komórek, z których znów się tworzą tkanki wyższych roślin. Lignina zaś inkrustuje te ścianki.

Rośliny obumierając nagromadzają się i ulegają pewnym zmianom, przy czym główną rolę odgrywają bakterie różnego rodzaju. Te ostatnie dzielą się na dwie zasadnicze grupy: aerobne, żyjące i działające przy dostępie tlenu powietrza i anaerobne, działające w środowisku beztlenowym.

Materiał roślinny, ulegający działaniu bakterij aerobnych, zamienia się w próchnicę, stanowiącą składową część gleby. Zaś działalność bakterij anaerobnych doprowadza w ostatecznym wyniku do utworzenia węgla.

W procesie utworzenia węgla rozróżniają dwie fazy biochemiczną i geochemiczną.

Faza biochemiczna. W fazie tej odgrywa główną rolę wspomnianą działalność bakterij anaerobnych. Aby te bakterie mogły pracować rośliny powinny ulegnąć zmianom pod pokrywą wody, utrudniającej a nieraz i uniemożliwiającej dostęp powietrza. Takim warunkom odpowiadają torfowiska. Przyjmuje się więc, że pokłady węgla powstały na miejscu dawnych torfowisk.

Przez długi czas argumentem, utrudniającym przyjęcie tej teorii był tu fakt, że obecne torfowiska znajdują się przeważnie w warunkach klimatu umiarkowanego i posiadają dość ubogą roślinność. Tymczasem szereg faktów potwierdza przypuszczenie, że w epokach tworzenia węgla klimat był bliższy do tropikalnego i roślinność była odpowiednio bogata.

Dopiero odkrycie błot torfowych w krajach tropikalnych pozwoliło usunąć tę sprzeczność.

Takie najwięcej znane i najlepiej zbadane torfowisko tropikalne znajduje się na wyspie Sumatrze. Torfowiska z epok tworzenia węgla odpowiadały swym typem właśnie podzwrotnikowym torfowiskom.

Faza biochemiczna trwała aż do pokrycia torfowiska przez wyżej leżące warstwy, czyli tzw. nadkład. W tym okresie następuje proces tzw. utorfienia substancji roślinnej.

Faza geochemiczna. Po przykryciu torfu przez nadkład ustaje stopniowo działalność bakteryj. Rozpoczynają wtedy wywierać swój wpływ czynności takie, jak ciśnienie mas nadległych, reakcje chemiczne ze strony fermentujących w torfie gazów itd.

Pod względem chemicznym zjawiska, które tu zachodzą, sprowadzają się do zwiększenia zawartości węgla - C i zmniejszenia tlenu - O. Jest to więc proces redukcyjny, zwany w danym wypadku procesem owęglania.

W tym początkowym stadium fazy geochemicznej następuje zespolenie i utworzenie właściwego pokładu węglowego, czyli, jak się mówi jego diageneza.

Taka substancja torfowa zmienia się w węgiel brunatny. Do tego stopnia owęglania dochodzą z biegiem czasu wszystkie torfy, gdyż tych ostatnich nie spotykamy w utworach paleozoicznych, mezozoicznych, lub nawet trzeciorzędowych.

Kolejna zamiana węgla brunatnego w węgiel kamienny, a tego ostatniego w antracyt następuje w następnym stadium fazy geochemicznej i nosi nazwę metamorfizmu węgla. Przez to stadium przechodzą nie wszystkie węgle, a tylko niektóre. Dowodem tego jest obecność w Zagłębiu łoskiewskim w dolnym karbonie węgla, zbliżonych swym typem do brunatnych.

W tym metamorfizmie węgla odgrywają główną rolę następujące trzy czynniki: Czas, ciśnienie i temperatura.

Czas uważano dawniej za czynnik decydujący i przyjmowano, że węgle kamienne i antracyty znajdują się w utworach karbońskich, zaś w młodszych seriach mezozoicznych i trzeciorzędowych mamy do czynienia z węglami brunatnymi.

Obecnie szereg przykładów przeczy temu twierdzeniu. Już mówiliśmy o węglu brunatnym w karbonie moskiewskiego Zagłębia. Odwrotnie antracyt i półantracyt spotyka się w zagłębiach wieka trzypasowego pod Władywostokiem. Dalszym przykładem mogą służyć węgle kamienne wieka trzeciorzędowego w Uttach /Turcja/.

Ciśnienie i temperatura ściśle są z sobą związane i wspólnie wpływają na metamorfizm węgla. Rozróżniają przy tym trzy rodzaje metamorfizmu: 1/ Metamorfizm kontaktowy, związany z wylowem lawy już po utworzeniu serii węglonośnej. Lawa przerywa tę serię i oddziałuje przez swą wysoką temperaturę na węgiel. Jak wykazują obserwacje, wpływ ten jest zwykle ograniczony do wąskiego pasa serii węglonośnej, znajdującego się w bezpośrednim kontakcie ze skałą wybuchową. Nie odgrywa więc on większej roli. 2/ Metamorfizm przez ciśnienie warstw nadległych jest nazywany czasem statycznym. Jest on spowodowany przez ciśnienie tych warstw, gdy dany pokład węglowy leży na znacznej głębokości. Dochodzi do tego i wpływ wysokiej temperatury, panującej w głębokości.

Metamorfizm węgla tego rodzaju ulega tzw. prawu Hilta, które głosi, że w jednym i tym samym zagłębiu i przy jednakowych na ogół warunkach tektonicznych obserwujemy przy przejściu od warstw najmłodszych do najstarszych stopniowy wzrost metamorfizmu, wyrażający się w zmniejszeniu zawartości części lotnych, zwiększeniu zawartości C i zmniejszeniu O. Widzimy słowem postępujący proces węglenia. Węgle kamienne przechodzą przy tym stopniowo od gazowo-płomiennych do gazowych itd.

Należy przy tym mieć na względzie, że nie zawsze najstarsze pokłady w danej serii węglonośnej leżą jednocześnie najgłębiej. Późniejsze sfałdowania mogą wydzwignąć w niektórych częściach zagłębia starsze pokłady ku górze, w innych zaś opuścić młodsze w głąb.

Widzimy to na załączonej figurze /Fig.1/ gdzie /a/ wykazuje nam cztery kolejne pokłady czy też grupy pokładów: I, II, III, IV. Po sfałdowaniu, przedstawionym na /b/ widzimy że w części zagłębia starsza grupa IV leży wyżej niż w sąsiedniej młodsze grupy. Prawo Hilta stosuje się więc do pokładów łączących w jednym i tym samym pionowym profilu.

Prawo Hilta zaznacza się bardzo wyraźnie w Zagłębiu Westfalskim /Ruhry/, gdzie węgle późniejszych typów noszą charakter poziomów, na które dzicła miejscową serię węglonośną. Mówi się tu o najstarszym poziomie węgla chudych, nad którymi leżą kolejno poziomy węgla: tłustych, gazowych i gazowo-płomiennych.

3/ Wpływ dynamometamorficzny. Tu głównym czynnikiem wpływającym na zmiany w węglu jest sfałdowanie warstw, związane z ciśnieniem bocznym i również z wywołaną przez to ciśnienie wysoką temperaturą.

Oddziaływanie dynamometamorfizmu na węgiel zaznacza się bardzo wyraźnie w Zagłębiach Rosji Europejskiej i na Górnym Śląsku.

Ta sama seria produkcyjna, związana z dolnym karbonem zawiera: a/ w Zagłębiu Łoskiowskim, gdzie warstwy prawie nie uległy sfałdowaniu, węgle brunatne, b/ w Zagłębiu zachodnio-Uralskim, gdzie ciśnienie było już silniejsze spotykamy. w niej węgle kamiennie-gazowe, c/ wreszcie na wschodnim zboczu Uralu, gdzie seria ta uległa silnemu ciśnieniu tektonicznemu węgle należy do tłustych i chudych, a częściowo nawet antracytowych.

Na Górnym Śląsku seria produkcyjna uległa najsilniejszemu ciśnieniu na południowym zachodzie w Ostrawie Morawskiej i Karwinie. Tu mamy węgle tłuste /koksujące/, a częściowo i chude. W miarę posuwania się ku wschodowi wpływ ciśnienia tektonicznego słabnie i w związku z tym ukazują się tam kolejno węgle gazowe i gazowo-płomienne.

Całość procesu tworzenia węgla daje się ująć w postać następującej tabeli

Fazy	Procesy	Warunki w jakich proces odbywa się	Wyniki procesu
Biochemiczna	Otorwienie	Zmiana roślinnego materiału	Częściowe utlenienie. Nagromadzenie kwasków huminowych
Geochemiczna	Ustalenie porządku - diagenoza	Zamiana torfu w węgiel brunatny	Zwiększenie zawartości C i zmniejszenie zawartości O
	Dalsze zmiany porządku węgla - metamorfizm	Zmiana węgla brunatnego w węgle kamiennie różnych typów. Przy silniejszym ciśnieniu powstaje antracyt	Dalszy ciąg tego procesu.

Węgle humusowe i węgle skał pro-
toctowe:

Wszystkie węgle, które powstały w opisany sposób i wywodzą się z torfów noszą nazwę węgla humusowych, gdyż w ich składzie odgrywają główną rolę substancje humusowe powstałe z rozkładu szczątków wyższych roślin.

Należy to tego typu olbrzymie większość węgla.

Istnieje druga grupa węgla różniących się i materiałów, z którego one powstały i warunkami, w których się utworzyły. Są to tzw. węgle sapropelowe.

Nazwa tych węgla jest związana z ich pochodzeniem. Powstają one głównie z sapropelu. Ta zaś ostatnia nazwa tworzy się z dwóch słów greckich: *sapros* - gnijący i *pelos* - ik.

Sapropel jest to więc ik przepokniony obumarzonymi szczątkami najprostszycy organizmów przeważnie roślinnego, ale częściowo również i z ierzącego pochodzenia. Ik ten osadza się na dnie zbiorników wodnych ze stojącą wodą i ulega procesowi gnicia.

Wspomniane organizmy żyją w stanie zawieszonym w stojących wodach i tworzą tak zwany plankton.

Do sapropelu trafiają również czasami i szczątki wyższych roślin, żyjących na brzegu zbiornika wodnego. Bywają one przyniesione przez wiatr, lub przez powolny ruch wody. W ten sam sposób jest znoszony i znajduje się w sapropelu materiał nieorganiczny.

W jednym i tym samym zbiorniku wodnym może na brzegach tworzyć się torf, zaś w środkowej części osadzać sapropel, jak to widzimy na Fig. 2 gdzie torf przekracza częściowo sapropel, który początko o przed zarastaniem jeziora osadzał się na większej przestrzeni.

W wyniku odnośnych procesów powstają z sapropelu węgle sapropelowe. Z licznych odmian tych węgla opisany dwie, najczęściej spotykane. Są to węgle kenelskie i bogchedy /boghead/.

Nazwa węgla kenelskiego pochodzi od angielskiego słowa "candle" - świeca i jest oparta na właściwości łatwego zapalania się od zapłeki i palenia się kopcącym płomieniem jak świeca.

Węgiel kenelski różni się od zwykłego znaczną twardością, natowy tłustym połyskiem, oraz prawie zupełnym brakiem uwarstwienia Fig. 3.

Pod względem chemicznym różni się on dużą zawartością części lotnych, oraz specjalnie wodoru.

Węgiel kenelski rzadko tworzy samodzielne pokłady, zwykle zaś występuje w postaci przerostów w pokładach zwykłego węgla.

Bogchedy są zbliżone swym wyglądem i właściwościami chemicznymi do węgla kenelskiego. Różnią się swą budową mikroskopową. Są złożone bowiem prawie wyłącznie ze szczątków wodorośró, wówczas gdy w węglu kenelskim odgrywają bardzo dużą rolę spory wyższych roślin.

Bogchody są znane w Szkocji /ich nazwa pochodzi od szkockiej miejscowości Boghead/ i w Zagłębiu Moskiewskim.

Bogchody zbliżają się w niektórych odmianach bardzo do kłupków bitumicznych /kłupków naftowych/, wchodzących już w skład grupy minerałów bitumicznych.

Petrografia węgla.

Dawniej rozpatrywano węgiel, jako jednolity materiał wypełniający cały pokład węglowy.

Takie podejście było zadawalające, gdy patrzono na węgiel prawie wyłącznie jako na materiał opałowy. Gdy jednak węgiel zaczął odgrywać większą rolę jako surowiec do dalszych procesów, jak to koksownictwa, gazownictwa, otrzymania produktów naftowych itd., zaczęto zastanawiać się bliżej nad strukturą węgla. Stwierdzono wtedy że ogromna większość węgla nie jest jednorodną, lecz składa się z szeregu naprzemianległych warstwek, różniących się i swym wyglądem i właściwościami fizycznymi i chemicznymi.

Wyjaśniono następnie, że węgle z pewnych warstw nadają się lepiej do pewnych celów przerobowych, inne zaś znajdujące się na tym samym pokładzie mniej się nadają, lub są nawet z pewnych punktów widzenia szkodliwe.

Stąd powstała możliwość wyeliminowania w drodze przeróbki mechanicznej tych szkodliwych dla danego zastosowania węgla składników.

Są powszechnie wydzielone następujące trzy typy petrograficzne węgla:

- a/ Węgiel włóknisty czyli tzw. fuzyt /fusus - wyciągnięty/ występuje w postaci cienkich warstwek, lub soczewek. Łatwo się kruszy i brudzi palce. Swym zewnętrznym wyglądem przypomina węgiel drzewny. Pod mikroskopem przedstawia budowę tkankową.
- b/ Węgiel matowy, czyli duryt /durus-twardy/. W przeciwieństwie do fuzytu jest spotykany nieraz w postaci dość grubych warstw. Posiada on dość związką budowę i nie wykazuje najczęściej uwarstwienia. Pod mikroskopem przedstawia bezstrukturalną masę która cementuje ciałka o zachowanej budowie, są to głównie
- c/ Węgiel błyszczący, czyli witryt /vitreus-szklany/. Występuje zwykle w postaci soczewek, niąszkości których nie przekracza 1 - 3 cm. Soczewki posiadają zwykle szczylinowatość prostopadłą do płaszczyzn ukłaniania. Charakterystycznym dla witrytu jest przebieg muszlowy. Pod mikroskopem nie daje się na ogół wydzielić ciałek o zachowanej strukturze, a tylko widzi się masę bezstrukturalną.

Jest też czasami wydzielana i czwarta odmiana węgla w postaci klarytu /clary - światły/. Tworzy podobnie jak duryt

grube warstwy. Daje się na nim zauważyć uwarstwienie i często przerastanie z wspomnianymi powyżej trzema odmianami. Pod mikroskopem podobnie jak na durycie są rozróżniane: masa bezstrukturalna i ciekka roślinna o zachowanej budowie. W przeciwieństwie do durytu masa bezstrukturalna odgrywa rolę dominującą.

Bardzo często spotykany węgiel przedstawiający powarstwienie cienkich warstewek różnych odmian petrograficznych. Taki węgiel nazywany pasenkowatyn. Dwa takie węgle widziny na Fig. 4 i 5.

T w o r z e n i e p o k ł a d ó w w ę g ł a .

Powstaje przy podejściu do tego zagadnienia pierwsze pytanie, czy cały materiał roślinny przemienił się na torf, a następnie w węgiel w tym samym miejscu, gdzie rósł, czy też uległ przeniesieniu.

Według tzw. teorii autochtonicznego utworzenia pokładów pokład węgla wraz ze skałą, tworzącą jego spąg znajduje się na miejscu dawnego torfowiska. Według teorii allochtonicznej materiał roślinny został przeniesiony z miejsca, gdzie rósł do znajdujących się w pobliżu lagun morskich, lub też do jezior i tam uległ odnośnym zmianom, w wyniku których utworzyły się z niego pokłady węglowe.

Wszyscy prawie badacze uznają możliwość obu sposobów tworzenia pokładów węglowych. Chodzi więc tylko o częstość jednego i drugiego zjawiska i o przyjęcie tej lub innej teorii w stosunku do każdego danego zagłębienia lub czasem w stosunku do poszczególnego pokładu, lub nawet do pewnej warstwy w pokładzie.

Jest cały szereg oznak przemawiających za autochtonicznym lub allochtonicznym pochodzeniem danego pokładu. Wnioski należy przy tym opierać nie na jednak oznace, lecz na całym ich kompleksie.

Możemy wskazać następujące głównie oznaki autochtonicznego pochodzenia:

- 1/ Obecność na spagu pokładów węgla stignaryj czyli korzonków roślin /Fig.6/. Te ostatnie wypełniają skałę, o charakterze zwykle ilasto kłupkowym. Tą skałę uważają w takim wypadku za podłoże dawnego torfowiska. Zaznaczamy, że niektórzy badacze podkreślają przy tym czasem dysproporcję między drobnymi korzonkami, a tą bogatą roślinnością, która musiała posłużyć za materiał dla utworzenia danego pokładu węgla.
- 2/ Pnie drzew, zamienione w węgiel i spotykane na spagu pokładu, lub stropie, czasem zaś w przeroście. Są one ustawione prostopadle do spagu pokładu.
- 3/ Znalazienie w węglu drobnych struktur jak liście i inne w drobnym stanie zachowane, co było by nie do pomyślenia

przy wodnym transporcie roślinnego materiału.

- 4/ Czystość masy węglowej, albowiem trudno przypuścić aby roślinny materiał przy przeniesieniu nie zabrakł ze sobą materiału nieorganicznego /iż, piasek/.
- 5/ St. ią grubość pokładu na znacznej przestrzeni. Tak pokład Pittsburg w St. Zjednoczonych ciągnie się na przestrzeni około 2.000 km² bez większych zmian. Wydaje się niemożliwym aby na tak znacznej przestrzeni tempo sedymentacji nie uległo żadnym zmianom.

Zjawiska odwrotne do tylko co podanych mogą być uważane w pokładzie za dowód przechodzenia allochtonicznego.

Skład petrograficzny skał w seriach węglonośnych.

Charakter petrograficzny seryj węglonośnych jest zazwyczaj bardzo jednostajny. Mamy zwykle do czynienia po za pokładami węgla z przewarstwieniem łupków i piaskowców. Piaskowce przechodzą nieraz w zlepieńce. Wapienie występują rzadko.

Sumaryczna grubość pokładów węgla wynosi zwykle w grubości całej serii węglonośnej parę procentów.

Łupki zdają się przeważać w zagłębieniach panalicznych /Panalicznymi nazywamy zagłębienia, które powstały na brzożach mórz w odróżnieniu od środkadowych - limnicznych/. Przez domieszkę piaszczystych cząstek przechodzą nieraz łupki ilaste w piaszczyste.

Co do piaskowców to ich stosunek do łupków jest zmienny i w poszczególnych zagłębieniach i w poszczególnych seriach węglonośnych w danym zagłębieniu.

W przeciwieństwie do łupków w piaskowcach rzadko tylko są spotykane dobrze zachowane rośliny.

Zlepieńce są spotykane w panalicznych zagłębieniach daleko rzadziej niż w limnicznych. Dlatego też odgrywają one w zagłębieniach pierwszego typu nieraz rolę poziomów przewodnich przy ustalaniu podziątku seryj węglonośnych.

W zagłębieniach limnicznych są spotykane nieraz całe serie warstw złożone prawie wyłącznie ze zlepieńców.

Wapienie występują tylko w niektórych zagłębieniach panalicznych. W Europie odgrywają one większą rolę w Zagłębieniu Donieckim, zaś w Ameryce Północnej w Zagłębieniu Illinois.

Pokłady węgla.

Pokładem węglowym nazywamy cały kompleks warstw węgla, wraz z ewentualnymi przerostami skał płonnych. Pokład jest ograniczony skałami spagowymi i stopowymi /fig. 7/.

Spąg pokładu w razie autochtonicznego pochodzenia jest związany z węglem genetycznie, jako że na nim rosła roślinność, która dała materiał dla danego pokładu węglowego.

Co do stropu, to świadczy on nam o tych przejściach, które miał pokład po swym ułożeniu.

Studiowanie charakteru pokładów węglowych wraz ze spagiem i stropem ma doniosłe znaczenie dla wyjaśnienia pochodzenia tych pokładów. Jest to również niezmiernie ważne ze względów praktycznych, daje bowiem cenne wskazówki przy odbudowie górniczej.

W pokładach węglowych mogą być wydzielone poszczególne ławice. Dla podziurki służą pewne przerosty skał płonnych. Ostatnio posługują się przy tym często specjalnymi cechami petrograficznymi warstw w pokładzie.

W spągu pokładu węglowego występują najczęściej ilaste łupki, zawierające nieraz jak już wspominaliśmy, szczątki stignaryj. Tego rodzaju łupki jest zupełnie nie uwarstwione. Grubość łupki stignaryjonego jest zwykle nieznaczna, najczęściej nie przekracza ona 0.20 m, w wyjątkowych wypadkach sięga 0.50 m.

Piaskowce występują w spągu pokładów rzadko, zwykle są one oddzielone od węgla choć cienką warstwą łupku.

Wapień występuje w spągu pokładu tylko w wyjątkowych wypadkach, stwierdzonych w Zagłębiu Donieckim, w Szkocji i w niektórych zagłębiach północnej Ameryki.

Stropem pokładu nazywają warstwy, przykrywające go na odległość mniej więcej 1 m od pokładu.

W zagłębiach paralicznych daje się w tych granicach zauważyć pewną kolejność uwarstwień pozwalająca odcyfrować przebieg zjawisk, które nastąpiły po zatopieniu torfowiska. Na kwestii tej zatrzymamy się szczegółowiej później.

W zagłębiach limnicznych strop pokładu nosi więcej przypadkowy charakter.

O ile leży bezpośrednio w stropie pokładu gruboziarnisty piaskowiec, szczególnie zlepioniec, świadczy to o ruchu wody w postaci prądów w płytkim morzu, lub potoków na lądzie. I jedno i drugie może spowodować zmycie części nagromadzonego materiału roślinnego. Możemy więc w takim wypadku spodziewać się nieregularności w wykształceniu pokładu, a nawet częściowo całkowitego jego zniszczenia.

Łupki w stropie świadczy o spokojnych warunkach w jakich następująco od razu względnie głęboko morze pokrywało torfowisko.

Przerosty spotykane w pokładach świadczą na ogół o przerwie w nagromadzaniu materiału roślinnego, lecz odnosi się to do

grubszych i starszych przerostów. Zaś lokalne cienkie przerosty, szczególnie o nieco piaskzystym charakterze mogą być wynikiem czasowego zatopienia trójowiska, dajmy na to przez powódź.

Ważnym elementem w budowie pokładów węglowych jest różnica w pokładach i na ich stropie.

Najczęściej spotykaną nieregularnością w budowie pokładów są mniej lub więcej nagłe zmiany ich grubości, lub też całkowity ich zanik.

Logą przy tym odgrywać dużą rolę następujące dwie zasadnicze przyczyny:

- 1/ Nierównomierność w nagromadzeniu materiału roślinnego
- i
- 2/ Rozmycie pokładu już po jego utworzeniu.

Pierwsza przyczyna odgrywa główną rolę w zagłębieniach limnicznych.

Co do rozmycia pokładu, to ta najczęściej jest spowodowana przez działanie rzeki lub potoku, rzadziej wywołuje go następowanie /transgresja/ morza, lub też wreszcie wpływ lodowca.

Rozmycie może być albo tzw. syngenetyczne, czyli współczesne z tworzeniem pokładu, albo też epigenetyczne, czyli takie, które nastąpiło już po utworzeniu pokładu i przykryciu go przez nadkład.

W pierwszym wypadku ulega rozmyciu torfowisko, w drugim zaś zostaje rozmyty nadkład, a następnie leżący pod nim pokład.

Oba te wypadki są przedstawione na fig. 8 i 9.

Spotyka się często rozszczepienia pokładu na dwa lub więcej samodzielnych pokładów. Powstaje to zwykle przez stopniowe zmniejszenie grubości znajdującej się w danym pokładzie przerostów.

Przykładem takiego rozszczepienia pokładu w dużej skali służy tzw. gruda siódkowa w zagłębieniu Gornolaskim. Składa się ona na wschodzie z jednego grubego /do 20 m/ pokładu Reden, który ku zachodowi rozszczepia się stopniowo na 2-3 i aż do 6 pokładów, stanowiących ogółem serię węglonośną o grubości ponad 200 m, w której sumaryczna grubość pokładów węgla wynosi dwadzieścia kilka metrów /fig. 10/.

Wtrącenia do pokładów węglowych spotykamy w dwojakiej postaci:

- 1/ Głazy przeważnie skał krystalicznych. Ich pochodzenie

nie jest ostatecznie wyjaśnione. Przypuszczając że zostały one splątane przez korzenie i gałęzie drzew i wraz z tymi ostatnimi trafiły do pokładu węglowego.

- 2/ Konkunje w węglu. Są one pochodzenia autochtonicznego. Substancja je składająca nosi najczęściej charakter zbliżony do dolomitu. Poza tym są spotykane konkunje cyderytowe, pirytowe, krzemieniowe.

T w o r z e n i e z a g ł ę b i i w ę g ł o w y c h .

Obszary zajęte przez serie węglonośne są nazywane zagłębiami.

W większej części zagłębii ogólna grubość seryj węglonośnych jest nader znaczna i sięga w paralicznych zagłębieniach kilku, lub nawet kilkunastu tysięcy metrów /Zagłębienie Donickie/. Ogólna ilość pokładów węgla w takich seriach sięga często cyfry kilkuset. Aby wytłumaczyć możliwość utworzenia się takiego rodzaju zagłębienia musimy przyjąć obecność dwóch zasadniczych warunków:

- 1/ Muszą to być obszary stałego opuszczenia, aby były warunki dla utworzenia torfowisk znajdujących się albo na brzegach morza, albo w pewnych zagłębieniach śródlądowych.
- 2/ To osiadanie musi posiadać niejednakowe tempo, tak aby były okresy lądowe, gdy torfowisko znajdowało się nieco ponad poziomem morza lub jeziora i okresy, w których torfowisko było pogrążone pod poziom wody i osadzały się na nim skały płonne.

Takie są ogólne poglądy. Na ich tle powstał cały szereg szczegółowszych teorii dotyczących tworzenia seryj węglonośnych. Przytoczymy jedną z tych teorii dotyczącą zagłębii paralicznych, ujmującą rzecz w postaci załączonego wykresu fig.11.

Na wykresie tym mamy na lewo odcinek serii węglonośnej. Linia $\bar{m}\bar{m}$ oznacza poziom wody w obszarze osadzania się tej serii. Linia $\bar{z}\bar{z}$ oznacza położenie powierzchni w stosunku do poziomu wody. Przy tym odcinki, leżące na lewo od linii $\bar{m}\bar{m}$ wskazują na położenie ponad poziomem wody, zaś prawe odcinki odpowiadają zagłębieniu pod poziom wody.

Rozwój torfowiska kończy się nagłym jego opuszczeniem pod poziom morza. Poczynają tworzyć się warstwy typu morskiego. Są to z początku uwarstwione łupki, zawierające nierzadko morską faunę. W miarę wypełniania tego obszaru przez osady morza płycej i zamiast łupki poczynają tworzyć się piaskowce. Wreszcie dno się wynurza, rozpoczyna się okres lądowy, rozwija się roślinność, następuje lekkie obniżenie terenu, pokrywają go płytkie wody o charakterze raczej słodkim. Jest to okres tworzenia torfowiska. Po czym następuje wspomniane gwałtowne opuszczenie pod poziom morza i rozpoczyna się nowy cykl osadzania /sedymentacji/.

Omówiona teoria została opracowana dla warunków w Zagłębiu północnej Francji. Ujmuje ona sprawę oczywiście nader schematycznie. Wypada się liczyć przy tym z różnorodnymi komplikacjami.

Zagłębia panaliczne i limniczne.

Już podkroślaliśmy wielokrotnie istnienie dwóch typów zagłębi: panalicznych, tworzących się na brzegu morza i ulegających zalowom tego ostatniego i limnicznych powstających w zagłębieniach śródlądowych, zwykle na brzegu jezior.

Ogromną większość zagłębi, mających poważniejsze praktyczne znaczenie należy do typu panalicznego. Należą tu na przykład wszystkie duże zagłębia Europy, które ciągną się szerokim pasmem, poczynając od Donieckiego na wschodzie po przez Górny Śląsk, Zagłębie Westfalskie /Ruhry/, Holandii, Belgii i północnej Francji i kończąc angielskimi oższarami węglowymi na zachodzie. Do limnicznego typu należy zagłębie Saary, szereg mniejszych stosunkowo zagłębi środkowej Francji.

Ostatnio zwrócono uwagę, że niektóre zagłębia mogą należeć do obu typów tj. w samym rozwoju mieć dwie fazy: panaliczną i limniczną. Przykładem takiego zagłębia może służyć Górno-Śląskie, w którym dolna część serii węglonośnej nosi cechy panalityczne zaś górna - limniczne.

Główne różnice między zagłębiami panalicznymi a limnicznymi są następujące:

- 1/ W zagłębieniach panalicznych spotykamy warstwy z fauną morską, świadczące o zalowach morskich.
- 2/ Ogólna grubość serii węglonośnych w zagłębieniach panalicznych jest większa niż w limnicznych i wynosi kilka lub kilkanaście tysięcy metrów. W limnicznych rzadko kiedy przekracza 1.000 m /wyróżnia się grubością seria w Zagłębiu Saary/.
- 3/ W zagłębieniach panalicznych jest zwykle większa liczba względnie cienkich pokładów /w typowo panalicznych grubość pokładów nie przekracza 2-3 metrów/. W limnicznych spotykamy mało pokładów lecz grubość ich jest znacznie większa.
- 4/ Same pokłady węgla są w panalicznych zagłębieniach więcej regularne. W limnicznych często i nagle zmieniają swą grubość, wyklinowują się, lub też rozszczepiają na parę pokładów.
- 5/ Wśród skał płonnych w zagłębieniach limnicznych odgrywają dużą rolę zlepiłce. Spowodowane to jest przez silny prąd wody w rzekach znoszących materiał do środka danych zagłębi z otaczających wzgórz, wówczas gdy rzeki wpadające do morza mają zwykle w swym dolnym biegu spokojny

prąd wody. W pierwszym więc wypadku jest wnoszony materiał grubeziarnisty, w drugim zaś drobnoziarnisty

Geologiczne i geograficzne rozmieszczenie złóż węglowych.

Złóża węglowe występują przeważnie w następujących formacjach geologicznych:

- 1/ Węglowa /karbońska/ i permska
- 2/ Pogranicze utworów tryasowych i jurajskich
- 3/ Dolna kreda
- 4/ Granica górnej kredy i eocenu
- 5/ Miocen.

Do pierwszego okresu, specjalnie do formacji węglowej należy olbrzymia większość złóż węgla kamiennego w Europie. Do formacji permskiej należą w Europie tylko drobne złoża środkowych Niemiec i środkowej Francji. Węglonośnym jest tu przeważnie górny karbon; dolny zawiera węgiel tylko w Zagłębiu Moskiewskim i na Uralu. Podobne stosunki panują i w większości zagłębi północno amerykańskich.

Zupełnie inaczej przedstawia się sytuacja w środkowej i wschodniej Azji. Tu złoża węgla kamiennego występują przeważnie w formacji permskiej, częściowo w najwyższych seriach karbonu. Serie odpowiadające najbogatszym poziomom europejskim są tu albo wcale nieznane, albo też nie zawierają one poważniejszych złóż węglowych.

W okresie na pograniczu jury i tryasu nie są związane w Europie żadne poważniejsze złoża. Należą tu między innymi drobne złoża węgla na północno wschodnim zboczu gór Świętokrzyskich, oraz w pobliżu Zawiercia. Nieco większe znaczenie przemysłowe posiadają występujące na tym poziomie złoża na Kaukazie.

Z dolną kredą łączą się niektóre drobne złoża w Niemczech, oraz na pograniczu Stanów Zjednoczonych i Kanady.

Co do czwartego okresu: górna kreda - co do, to najważniejsze złoża w zachodniej części Stanów Zjednoczonych i w Kanadzie. Są to częściowo węgle kamienne, częściowo zaś brunatne.

Złoża miocenne, co do ich rozpowszechnienia stoją na drugim miejscu po złożach karbońsko-permskich.

W Europie są one potężnie rozwinięte w Niemczech głównie w Nadrenii oraz w pobliżu Lipska. Należą też tu złoża w Pozańskim i przylegających obszarach. Do tej też formacji są zaliczane i węgle w okolicach Lwowa i Kołomyi.

W Niechowie występują węgle niemal wyłącznie brunatne.

Zasoby i wydobywanie.

Światowe zasoby węgla kamiennych i brunatnych są liczone na przeszło 7.000 miliardów ton. Zestawiając tą cyfrę ze światowym wydobywaniem, wynoszącym ostatnio około 1,4 miliardów ton, widzimy że zasobów tych starczy na długi szereg lat.

Według danych z r. 1936 światowe wydobywanie:

węgla kamiennego wyniosło	1,221	tysięcy t.
węgla brunatnego wyniosło	225	" "
czyli razem wyniosło	1.446	tysięcy t.

Podział wydobywania węgla kamiennego pomiędzy poszczególne państwa przedstawiał się w tym roku w sposób następujący:

	Wydobywanie w tys. ton	% światowego wydobywania:
Stany Zjednoczone A.P.	441	36,1
Anglia	232	19,0
Niemcy	158	13,0
Z.S.R.R.	108	8,9
Francja	45	3,7
Japonia	38	3,1
Polonia	30	2,4
Belgia	28	2,3
Inne kraje	141	11,5
	1.221	100,0%

Co do węgla brunatnego to około 72% światowego wydobywania przypada na Niemcy..

B. ZŁOŻA NAFTY I INNYCH MINE

RAZÓW BITUMICZNYCH.

Ogólne dane

Przemysł naftowy jest jedną z najmłodszych gałęzi przemysłu górniczego, bo poczyną on odgrywać poważniejszą rolę dopiero około 1860 roku.

Początkowo przemysł naftowy miał na celu dostarczenie nafty do oświetlenia. Obecnie głównym jego zadaniem jest zaopatrzenie w paliwo tzw. silniki spalinowe.

Wobec tego najcenniejszym produktem naftowym staje się benzyna. Procentowa wartość benzyny w globalnej cyfrze wartości wszystkich produktów naftowych w skali światowej wynosi około 44%.

Wobec tego istnieje obecnie dążenie do produkowania z ropy naftowej jak największej ilości benzyny w drodze staranniejszej destylacji, oraz stosowania specjalnych metod.

U t w o r y b i t u m i e z n e .

Wśród minerałów bitumicznych rozróżniamy minerały o wszystkich trzech konsystencjach, a mianowicie stałej: wosk ziemny /ozokeryt/, asfalt, łupki bitumiczne, płynnej: ropa naftowa i gazowej: gazy ziemne.

Z punktu widzenia chemii można przeprowadzić ostrą granicę tylko między krańcowymi członami grupy bitumicznej, a grupy węglowej, tj. między zwykłym humusowym węglem, a ropą naftową. Mianowicie węgiel jest zasadniczo związkami węgla /C/ z wodorem /H/ i tlenem /O/, zaś ropa naftowa jest złożona niemal wyłącznie z węglowodorów, czyli jak sama nazwa wskazuje połączeń węgla z wodorem. Tlen występuje w ropach w bardzo nie-
dużej ilości. Ropa znajdująca się na powierzchni węgla silnie tlen z powietrza i dlatego dla analizy musi być brana świeża ropa.

Między węglem a ropą naftową znajduje się nieprzerwany szeregi substancji o coraz to odmiennym składzie, aż wreszcie na granicy między grupą węglową, a bitumiczną ukazują się wśród węgla - bogchody, a w grupie bitumicznej niektóre łupki bitumiczne. Jak zwykle bywa w przyrodzie, tak i tu przejście jest stopniowe.

Trzy stany substancji bitumicznej mogą przechodzić pod wpływem zmian w temperaturze i ciśnieniu od twardej kruchej formy, przez miękkie na wprost płynne substancje, płyny ciężkie i lepkie, do lekkich /lżejszych od wody/ i wreszcie do gazów ciężkich i lekkich.

Tego rodzaju przejścia substancji mogą być czasem stwierdzone w jednym i tym samym złożu.

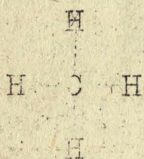
C h e m i e z n e w ł a ś c i w o ś c i w ę g ł o - w o d o r ó w .

Węglowodory są to związki węgla z wodorem. Jest niezmiernie charakterystyczne, że ilość atomów wodoru jest zawsze parzysta.

Najwyższy stosunek atomów wodoru do atomów węgla jest według wzoru C_nH_{2n-2} . Potem mamy węglowodory o wzorze C_nH_{2n} ,

$C_n H_{2n-2}$ itd. aż do $C_n H_{2n-32}$. Czyli ogółem istnieje 18 tzw. seryj węglowodorów.

W serii $C_n H_{2n-2}$ jest najprostszym, a jednocześnie najprościej w wodór związek CH_4 , czyli tzw. metan. W związku tym czterowartościowy pierwiastek węgiel łączy 4 atomy wodoru, co możemy przedstawić graficznie:

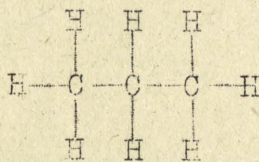
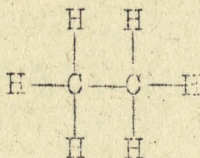


Przez zastąpienie 1 atomu wodoru przez atom węgla, związany z trzema atomami wodoru CH_3 , będziemy kolejno otrzymywać związki tej samej serii $C_n H_{2n-2}$, lecz już o stosunkowo mniejszej zawartości wodoru. Będą to C_2H_6 , C_3H_8 itd. aż do najwyższej wartości $n = 60$

w węglowodorze $C_{60}H_{122}$.

Dla przykładu wskazany graficznie budowę wspomnianych węglowodorów C_2H_6 i C_3H_8 :

Węglowodory tej serii z najmniejszą ilością atomów są ciałami gazowymi, z nieco większą - płynami, zaś z największą - ciałami stałymi. W każdym węglowodorze serii $C_n H_{2n-2}$ wszystkie wartościowości węgla są związane odpowiednią ilością atomów wodoru. Takie węglowodory nazywamy nasyconymi.

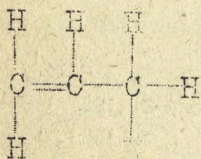


Węglowodory typu $C_n H_{2n-2}$ nazywamy serią metanową - od nazwy wspomnianego najprostszego członu CH_4 , albo też parafinową od członów tej serii, posiadających konsystencję twardą i noszących nazwę parafin.

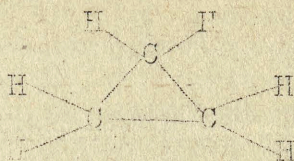
Następna z kolei seria $C_n H_{2n}$ dzieli się na nafteny lub alefiny.

Jeśli nazwiemy dla przykładu węglowodor tej grupy C_3H_6 , czyli tzw. propylen to zależnie od budowy cząsteczki może mieć on charakter albo nienasycony, albo nasycony.

W pierwszym wypadku budowa będzie następująca:



Widzimy że nie wystarcza atomów wodoru i że między dwoma atomami węgla są wskazane dwie kropki. Jest to słabe wiązanie i węglowodory tego typu nazywamy nienasyconymi. Ten sam jednak propylen może mieć inną budowę a mianowicie:



Przy tej budowie węglowodor nosi charakter nasycony. Nie nasycone węglowodory serii C_nH_{2n} noszą nazwę olefinów, zaś nasycone n-ftenów.

Takie związki chemiczne, które przy jednakowym składzie chemicznym mają niejednakowe własności w zależności od różnej budowy cząsteczki, nazywamy izomerami.

Wspomnijmy o jeszcze jednym zjawisku, o mianowicie kiedy dwa węglowodory o jednakowym składzie chemicznym mają również niejednakowe własności, lecz jest to spowodowane nie różną strukturą cząsteczek, a jest wynikiem różnicy ciężarów cząsteczkowych. Na przykład gaz etylen C₂H₄ i płyn amilen C₅H₁₀ mają identyczny skład chemiczny, lecz różne ciężary cząsteczkowe, ponieważ na ich cząsteczkach znajduje się niejednakowa ilość atomów.

Takie zjawisko skupienia związków małych cząsteczkowych w wielocząsteczkowe nosi nazwę polimeryzacji.

Widzimy z tego co było powiedziane jak duża jest ilość najróżnorodniejszych węglowodorów przy czym te ostatnie łatwo przechodzą jeden w drugi.

W przyrodzie są spotykane głównie węglowodory nasycone jako więcej stałe. Dlatego też i ropy naftowe są złożone głównie z węglowodorów serii n-rafinowej i naftenowej. Poza tym nieco większą rolę odgrywają w nich węglowodory typu C_nH_{2n-6}, tworzące tzw. serię aromatyczną.

Skład chemiczny substancji bitumicznych

Wszystkie ciała bitumiczne są złożonymi mieszaninami różnych węglowodorów. Nieznaczną domieszkę stanowią: siarka, produkty utlenienia, azot i domieszki nieorganiczne.

O składzie głównego oskonia grupy bitumicznej - ropy naftowej jest trudno sądzić ze względu na łatwość przechodzenia jednych węglowodorów w drugie, zwłaszcza pod wpływem tak energicznego czynnika, jakim jest ciepło panujące w głębi ziemi.

Analizy rop naftowych wskazują na znaczne różnice między ropami poszczególnych poziomów, zaś nieraz między ropami występującymi w pewnym złożu w różnych częściach tego samego poziomu.

Pod względem chemicznym różnicują ropy n-rafinowe i naftenowe tj. zawierające większą ilość węglowodorów jednej lub drugiej serii. Ropy pierwszej grupy dają przy rafinowaniu przeważnie pozostałość w postaci parafiny, zaś naftenowe dają najczęściej w pozostałości dużo asfaltu; dlatego też nazywają takie ropy również asfaltowymi.

Pod względem technicznym ropy naftenowe dają przy destylacji zwykle dużo smarów.

Jeśli ropy zawierają nieco większą domieszkę węglowodorów serii aromatycznej, to nazywają je aromatycznymi. Są one cenione jako zawierające w swym składzie talmol służący do robu materiałów wybuchowych.

Do typu wybitnie parafinowego należą ropy pensylwańskie północna Ameryka/ ; do asfaltowych należą ropy meksykańskie, kalifornijskie, część bakinijskich. Ropy karpackie należą do typu mieszanego. Ropy aromatyczne są znane w Majkopie /Kaukaz północny/, na wyspie Borneo.

Bardzo ważnym z przemysłowego punktu widzenia jest fakt że węglowodory, tworzące ropę naftową, mają różny punkt wrzenia. Podnosząc więc stopniowo temperaturę nagrzewania można wydzielić z ropy poszczególne składniki. Na tym i polega destylacja ropy naftowej w tzw. rafineriach naftowych.

Zwykle wyróżniają trzy zasadnicze grupy destylatów:

- 1/ Wrzące do temperatury 150°C i dające benzynę i produkty zbliżone.
- 2/ Wrzące do temperatury $150-300^{\circ}\text{C}$ przy czym otrzymuje się naftę służącą do palenia w lampach.
- 3/ Wrzące do temperatury ponad 300°C , dające tzw. pozostałość.

Najcenniejszą składową częścią tej pozostałości są smary różnego rodzaju.

Te trzy grupy produktów naftowych otrzymują się z różnych rop w stosunkach ilościowych bardzo różniących się. Ropy tzw. lekkie o nieznacznym ciężarze gatunkowym dają więcej benzyny i mało pozostałości, ropy ciężkie - odwrotnie.

Fizyczne właściwości ropy naftowej.

Barwa ropy jest na ogół zielonkawa z odcieniem od żółtego do brunatnego i prawie czarnego. Są znane jako wyjątki bardzo lekkie ropy o zabarwieniu czerwonawym, lub też bezbarwne tzw. białe. Tego rodzaju ropy są spotykane w Kłęczanach i Starej Wsi w obszarze jasielskim, zaś na Kaukazie w Surachanach około Baku.

Ciekłość rop jest różna w jednej i tej samej ropie, zmienia się ona w zależności od temperatury. Niektóre ropy są tak gęste, że bez uprzedniego podgrzewania nie mogą być przepompowywane przez rury. Ta sama ropa zmienia swą ciekłość pod wpływem powietrza. W zetknięciu z tym ostatnim traci ona lżejsze składniki, a częściowo utlenia się, co

Wreszcie gazy ziemne powstają w podobny sposób jak i inne bituminy. Znajdują się one w skałach różnego wieku. O nich wyłącznie będzie mowa poniżej.

Gazy te możemy podzielić na dwie zasadniczo grupy:

- 1/ Gazy tworzące samodzielne złoża i
- 2/ Gazy występujące w tych samych złożach co i ropa naftowa.

Przykładem samodzielnymi złożami gazowymi są: złoża w Daszanie pod Lwowem, złoża gazowe w Rumunii, złoża w południowej Rosji i in.

Co do gazów, występujących wspólnie z ropą naftową, to prawie każde złożo naftowe posiada gaz ziemny w mniejszej lub większej ilości. Należy przy tym rozróżniać następujące dwa wypadki:

- a/ Gazy są rozpuszczone w ropie naftowej, odgrywają przy tym jak zobaczymy poniżej wybitną rolę przy jej eksploatacji. Są one wydobywane wspólnie z ropą naftową.
- b/ Gazy tworzą samodzielne skupienia w najwyższych częściach złóż; naprzykład wzdłuż osi antykliny i mogą być wydobywane samodzielnie szybami gazowymi, wówczas, gdy jednocześnie niższe części złoża są eksploatowane szybami naftowymi /fig. 12/.

Gaz ziemny jest zwykle mieszaniną kilku lotnych węglowodorów. Główną rolę odgrywa przy tym metan CH_4 , stanowiący najczęściej ponad 80% całej mieszaniny.

Niektóre gazy ziemne zawierają jako domieszkę szlachetny gaz hel. Gazy niektórych pól Ameryki Północnej zawierają 1 - 1.34% helu i rozpoczęto tam normalną eksploatację tego gazu.

Hel jest bardzo ważnym surowcem dla celów lotniczych. Jest on tylko 2 razy cięższy od wodoru i ma tę zaletę, że jest niepalnym. Jest więc najodpowiedniejszym gazem do napełniania balonów.

Nasze gazy zawierają helu poniżej 0.05% na objętość, nie może więc być mowy o wydobywaniu z nich tego cennego pierwiastka.

Gazy mogą być albo tzw. suche i zawierać tylko metan i etan C_2H_6 , albo też są to mokre gazy i zawierają, prócz wspomnianych jeszcze i pewną ilość cięższych węglowodorów.

Gazy suche tworzą zwykle złoża samodzielne. Gazy te służą na opał i dla oświetlania i nie mogą być skraplane, skąd pochodzi ich nazwa. Gazy mokre są związane z polami naftowymi i służą jako surowiec do otrzymywania płynnej gazoliny.

Gazolina jest więcej lotna i palna niż benzyna, utrzymywana z ropy naftowej. Jest to więc płyn przy samodzielnym użyciu dość niebezpieczny. Natomiast przez zmieszanie gazoliny z cięższymi produktami naftowymi otrzymuje się materiał pędny zupełnie odpowiedni do użycia.

Pe skropleniu cięższych węglowodorów w postaci gazoliny pozostaje tzw. odgazolinowany gaz, który służy tak samo jak i suchy gaz do celów opałowych.

Co do naszych złóż, to Daszawa daje gazy suche, zaś w obszarze jasielskim /Roztoki i in./ gazy są mokre.

A s f a l t.

Asfalt występuje w związku z ropą naftową, ma barwę brunatną czarną; czyste odmiany mają barwę czarną, połysk tłusty.

Ciężar gatunkowy czystego asfaltu waha się w granicach 0.920 - 1.200. Prócz czystych asfaltów spotykany często skały /przeważnie wapienne/, nasycane substancją asfaltową.

Węglowodory, z których jest złożony asfalt należą przeważnie do serii naftenów.

Czysty asfalt występuje w przyrodzie w postaci złóż różnego rodzaju. Bardzo często złoża tworzą się na wyciekach rop asfaltowego typu. Ropy te ulegają na powierzchni utlenieniu, następuje potem polomeryzacja i utworzenie cięższych węglowodorów. W wyniku tego wszystkie tworzą się na wyciekach wszystkie formy przejściowe od lepkiej, ciągnącej się półpłynnej masy do twardego krucho go asfaltu. Obecnie złoża tego rodzaju występują na Eufracie oraz w postaci jezior asfaltowych na wyspie Trinidad, oraz w Meksyku.

Innego typu złoża tworzą rodzaj pokładów i są znane około jeziora Martwego w Palestynie i w innych punktach.

Wreszcie złoża asfaltu mogą wypełnić szczeliny w skałach i tworzą wtedy rodzaj żył. Takie złoża występują w niektórych punktach Stanów Zjednoczonych.

Częściowo asfalt może być otrzymywany sztucznie przy destylacji rop naftenowych pewnego typu.

Asfalt ma zastosowanie w technice ze względu na swą nieprzepuszczalność dla wody /asfaltowanie dróg/, oraz wskutek swego złego przewodnictwa ciepła i elektryczności.

O z o k e r y t /w o s k z i e m n y/.

Ozakoryt jest ciałem stałym, złożonym z mieszaniny stałych węglowodorów serii parafinowej. Znajduje się on w związku z ropą naftową typu parafinowego. Ciężar właściwy waha się w granicach 0.845 - 0.950. Punkt topności 50 - 60° C.

Złoża ozokerytu wypełniają zwykle szczeliny w utworach, leżących nad złożami ropy parafinowej. Są to więc złoża typu żył.

Utworzenie ozokerytu można wytłumaczyć ulotnieniem się z ropy lekkich węglowodorów przy zmniejszonym ciśnieniu gazowym wskutek powstania wspomnianych szczelin.

U nas najwięcej znanym jest złożo ozokerytu w Borysławiu. Poza tym występuje u nas ozokeryt w Staruni, Dźwinia-czu, Truskawcu. Następnie szereg złóż znajduje się w Rumunii, wreszcie znany jest ozokeryt na wyspie Czoleken na morzu Kaspijskim.

Na fig.13 widzimy występowanie żył ozokerytu nad czołem tak zwanego głębokiego fałdu w Borysławiu, z którym są związane znane złoża naftowe.

Pochodzenie ozokerytu z ropy naftowej potwierdza się w Borysławiu przez znalezienie w głębszych poziomach żył wosku o konsystencji rzadkiej jakby tworzącej przejście do płynnej ropy naftowej.

Widzimy również na rysunku /fig.13/ jak wygląda przeciętna żyła wosku ziemnego w Borysławiu. Szerokość takiej żyły wynosi najczęściej kilkadziesiąt centymetrów. Tylko grubość jednej żyły, tzw. głównej dochodzi czasem do 3 m.

Ropa naftowa podnosząc się taką żyłą unosi z sobą ułamki skał, ją otaczających. Dlatego też znajdujemy obecnie takie żyły, wypełnione ułamkami skał, zlepionymi przez wosk. Noszą one charakterystyczną nazwę "łepu". Wśród tego "łepu", a przeważnie około zewnętrznych ścian żył, spotykają się żyłki czystego ozokerytu.

Destylacja ozokerytu daje około 52% parafiny i pewną ilość lżejszych frakcyj. Ozokeryt przerabiają obecnie głównie na tzw. cerezynę, która zastępuje zwykły pszczeliny wosk i służy przeważnie do wyrobu świece.

L u p k i b i t u m i e z n e .

Łupki bitumicznymi nazywamy skały gliniaste-ilaste cienko uwarstwione i zawierające domieszkę substancji organicznej o charakterze bitumicznym. Jeśli zaś domieszka ta jest substancją węglową i składa się ze zwęglonych szczątków roślinnych, to taki łupek nazywamy węglowym.

Łupki bitumiczne nie zawierają ani ropy, ani gazu w stanie gotowym, lecz tylko materiał organiczny, nazywany "keragenem". Przy destylacji daje ten materiał różne produkty naftowe.

W krajach pozbawionych złóż naftowych jak Szkocja, Estonia i in. łupki bitumiczne mają poważne ekonomiczne znaczenie.

U nas w Karpatach występują łupki bitumiczne w olbrzymich ilościach. Tworzą one głównie charakterystyczny poziom tzw. łupków menilitowych, zaliczany do dolnego oligocenu. Niestety zawartość substancji bitumicznej jest w nich zbyt niska aby mogły one mieć znaczenie praktyczne. W wyjątkowych tylko wypadkach zawierają one ponad 4% substancji bitumicznej, wówczas gdy łupki nadające się do eksploatacji powinny je zawierać co najmniej 8 - 10%.

T e o r i a o r g a n i c z n e g o p o c h o d z e n i a r o p y n a f t o w e j .

Jest rzeczą teoryj, wyprowadzających ropę naftową i inne bituminy z substancji organicznej.

Pośród substancyj bitumicznych rozróżniamy dwie grupy:

- 1/ Czyste bituminy, do liczby których należą: ropa naftowa, gazy ziemne, wosk ziemny, asfalt.
- 2/ Pinebituminy czyli substancje, z których można wydzielić produkty bitumiczne tylko w drodze sztucznej destylacji. Należą tu łupki bitumiczne, oraz z grupy węglowej substancje bitumiczne znajdujące się w niektórych węglach, przede wszystkim oczywiście w omówionych bughodach i węglach keneleńskich.

Przyjmuje się, że pierwotny materiał z którego powstały bituminy jest to tzw. protobitumin.

Protobitumin składa się ze szczątków tak roślinnych jak i zwierzęcych. Należą tu przede wszystkim następująco składowe części tych organizmów: tłuszcze, białka, woski. Inne składowe części jak naskórek spor/kutikula/, smoła, substancje korkowe i in. odgrywają już rolę podrzędną. Pierwsze składowe części tj. tłuszcze, białka i woski noszą nazwę materiałów niestałych, zaś pozostałe stałych.

W protobituminie wszystkie wyliczone substancje nie uległy jeszcze dalej idącym chemicznym przeobrażeniom. Podobną substancję posiada na przykład wspomniany sapropel, tworzący się na dnie azjasijskich jezior.

Trwałe protobituminy pozostają przy krzepnięciu osadów tj. przy zamianie ich w pokłady dłuższy czas bez zmiany i ulegają i można je wydzielić dopiero przy pomocy sztucznie utrzymanej wysokiej temperatury. Są to właśnie te protobituminy, z których głównie powstają wspomniane pirobituminy, czyli łupki bitumiczne, węgle bitumiczne.

Co do niestałych protobituminów to ulegają one w utworach geologicznych dalej idącym zmianom. Zmiany te zależnie od warunków geologicznych mogą być doprowadzone do różnych stopni. Z najmniej stosunkowo zmienionych protobituminów powstaje częściowo kenagen łupków bitumicznych. Tego rodzaju substancje bitumiczne mogą być częściowo wydzielone z łupków przy pomocy rozpuszczenia ich w pewnych odczynnikach. Znajdu-

...jednak tylko w niektórych łupkach.

Wreszcie przy jeszcze dalej idących zmianach protobituminów, spowodowanych panującą w głębi ziemi temperaturą i przy odpowiednim składzie protobituminów otrzymuje się ropę naftową i gazy ziemne.

Ropa naftowa powstaje z materiału najbardziej niestałego. Tym materiałem pierwotnym są tłuszcze i białka /proteiny/, z których są złożone przeważnie najprostsze organizmy świata zwierzęcego jak na przykład fonaminifony, lub roślinnego, jak wodorosty.

Jak widzieliśmy węgiel tworzy się z innego materiału niemal wyłącznie roślinnego pochodzenia, przy tym należącego do roślin wyższego typu. Te węgle mogą czasem zawierać i związki bitumiczne, pochodzące z domieszki substancyj z których są złożone niższe organizmy.

Powstaje zagadnienie jak mogły się nagromadzić olbrzymie ilości materiału organicznego, potrzebnego dla utworzenia tak nieraz bogatych złóż ropy naftowej i gazu ziemnego.

Właśnie u najprostszych organizmów zwierzęcych i roślinnych obserwujemy nieraz i obecnie nagły rozwój życia. Zdarza się na przykład, że w morzu skupiają się w bardzo krótkim okresie czasu /kilkunastu, lub nawet kilku godzin/ olbrzymie ilości wodorostów i innych prostych form.

Obumierając nieraz równie nagle, jak i powstając, tworzą one olbrzymie masy materiału służącego następnie dla przetworzenia w protobitumin.

Jako czynniki, które mogą przyspieszyć nagromadzenie na dnie basenów wodnych tych szczątków organicznych, odgrywają swą rolę zmiany stopnia zasolenia wody przez zwiększenie dopływu wód słodkich, lub odwrotnie jego zahamowanie, następnie zmiana temperatury, lub wydzielenie H_2S . Wszystko to są warunki powodujące masowe wymieranie pewnych form, nie mogących przystosować się do zaszyłych zmian w ich środowisku.

Należy zaznaczyć w tym miejscu, że dawniej wyrażano nieraz wątpliwość co do organicznego pochodzenia ropy naftowej, lub gazu ziemnego ze względu na zaznaczający się często brak w odnośnych seriach skał skałeniowych szczątków tych form organicznych z których powstały te bituminy.

Jak widzieliśmy w odniesieniu do węgla nie było tych wątpliwości, wobec stwierdzenia tych szczątków i w samej masie węgla i w innych skałach sercj węglonóśnych.

Brak szczątków organicznych w seriach naftonośnych tłumaczy się właśnie tym, że jako materiał dla utworzenia ropy naftowej posłużyły najprostsze organizmy, które mogły nie pozostawić żadnych rozpoznawalnych szczątków.

Powinniśmy teraz jeszcze raz zresumować warunki utworzenia poszczególnych członów serii bitumicznej i serii węglowej.

Ropa naftowa i gaz ziemny powstają z najmniej stałych protobituminów, utworzonych z najprostszych organizmów, nagromadzonych zwykle w środowisku morskim.

Wosk ziemny i asfalt powstały jako wtórne produkty zmiany rop naftowych odróżnych typów.

Łupki bitumiczne utworzyły się z protobituminów więcej stałych i w środowisku, albo morskim, albo też czasem jeziornym.

Najbliższe serii bitumicznej członów serii węglowej, jak bogchedy lub węgle kanelskie powstały ze stałych protobituminów najczęściej w warunkach jeziornych.

Wreszcie zwykle węgle brunatne i kamiennie utworzyły się ze szczątków wyższych roślin, pochodzenia lądowego. Protobituminy o charakterze stałym występują czasem w nich w postaci domieszek. Mówi się wtedy o węglu brunatnym lub kamiennym o charakterze bitumicznym.

Należy jeszcze w tym miejscu zatrzymać się chwilę na zagadnieniu dlaczego z najmniej stałych protobituminów powstaje albo ropa naftowa albo też gazy ziemne. Sprawa ta nie jest ostatecznie wyjaśniona. Przyjmuje się, że część złóż gazowych powstała wtórnie ze złóż ropy naftowej, które uległy silnemu ciśnieniu. Mielibyśmy więc pewną analogię z węglom; tam pod wpływem co raz to silniejszego ciśnienia węgle przechodzą w chude a następnie w antracyt, tu ropa naftowa zamienia się na gaz ziemny.

Jako dowód można przytoczyć ten fakt, że tam gdzie w jednej i tej samej serii warstw /karbonu/ na dole występuje ropa naftowa i gaz, zaś w górze węgiel, jak to ma miejsce w Pensylwanii, takie powtarzanie obserwujemy w największej ściśniętych partiach karbonu, zmieniające antracyt, poniżej w serii naftonośnej widzimy występowanie gazów ziemnych; wówczas gdy pod zwykłymi węglami zalegają złoża ropy naftowej.

Jest jednak szereg złóż gazonośnych, których pokłady nie uległy silniejszemu ciśnieniu i powyższe tłumaczenie nie może być do nich zastosowane.

Teorie nieorganicznego pochodzenia ropy naftowej.

Zwolenników tych teorii spotykamy przeważnie pośród chemików /Mendielejew, Berthelot, Morssan/.

Mendielejew przyjmował, że woda w postaci oczywiście pary wchodzi w głębi ziemi w związki chemiczne ze znajdującymi się tam karbidami metali, tj. połączeniami metali z węglem

/C/. Chodzi przy tym przede wszystkim o karbidy żelaza.

Reakcja ta ma przebiegać według wzoru: $2\text{FeC} + 3\text{H}_2\text{O} = \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{C}_2\text{H}_6$.

Otrzymane węglowodory ulegają dalszym przemianom, przechodzą jedne w drugie i w rezultacie otrzymuje się ropa naftowa.

Na potwierdzenie teorii nieorganicznego pochodzenia ropy wskazują na wypadki spotkania ropy naftowej w skałach wybuchowych. Okazuje się jednak, że te wypadki mają miejsce zwykle tam gdzie skały wybuchowe, będąc jeszcze w stanie płynnym, przerywały w swej drodze ku górze otwory bitumiczne. Obserwujemy to na przykład w Szkocji. Odybła się więc tu w swoim czasie pod wpływem wysokiej temperatury naturalna destylacja łupków w paśmie przylegającym do wylanej lawy. W wyniku tej destylacji powstały pewne ilości ropy naftowej, które następnie wypełniły pustki w zastygłej skale wybuchowej.

Wskazuje się również jako na dowód słuszności tej teorii na fakt otrzymania ropy naftowej w drodze odnośnej reakcji chemicznej w laboratorium. Okazuje się jednak, że otrzymana ropa różni się od naturalnej niektórymi swymi właściwościami, przede wszystkim brakiem aktywności optycznej.

Drugi przykład związku między skałami wybuchowymi, a ropą naftową spotykamy w Meksyku: Tu jednak skały wybuchowe, przecinające serie roponośne, zdają się tylko sprzyjać nagromadzeniu ropy, powstałej uprzednio w tych skałach w drodze odnośnych procesów organicznych.

Cały szereg faktów geologicznych przemawia przeciw nieorganicznemu pochodzeniu ropy naftowej, przede wszystkim to, że w obszarach naftowych za bardzo rzadkimi wyjątkami, jak tylko co wspomniany Meksyk, brak jest skał wybuchowych.

Obecnie nieorganiczne pochodzenie ropy nie znajduje już prawie żadnych zwolenników.

Z e w n ę t r z n e o z n a k i z ł ó ż n a f - t o w y c h .

Chodzi tu przede wszystkim o wycieki ropy naftowej. Rozróżniamy przy tym następujące wypadki:

1/ Skały nasycone ropą naftową występują na powierzchni i noszą przy tym charakter porowaty /piaski, piaskowce i in./. W tym wypadku nafta nasycając skały, zabarwia je na kolor brunatny. Ropa naftowa gęstnieje, a nieraz i twardnieje. Można przy tym rozróżnić cały szereg form przejściowych od skał, z których się ropa sączy, do tak suchych /na powierzchni/, że nie posiadają one charakterystycznego zapachu i przy badaniu nie pozostawiają na papierze tłustych plam.

Bitumiczność skał w tym wypadku może być stwierdzona tylko przez działanie potężnymi odczynnikami, na przykład benzyną, która rozpuszcza zawarte w skale substancje bitumiczne i przy tym zabarwia się. Czasem można stwierdzić bitumiczność takiej skały drogą nagrzewania. Suche skały przy tym mięknieją, stają się plastycznymi i pachnącymi.

Wycieki naturalne są nieraz tak bogate, że zajmują na powierzchni znaczną przestrzeń, na kształt potoków lawy, nasycając przy tym czasem powierzchniowe utwory /czwartorzęd/ i stają się obiektem eksploatacji.

W krajach, w których odgrywa dużą rolę działalność wiatru /pustynie/, piaski i piaszki nasycane naftą, jako silnie scementowane i zlepione, nie ulegają naszym wychodom zjawiskom wymieni niżej w tak silnym stopniu, jak inne skały. W rezultacie poróżniają one tworzyć wyniosłości, nieraz w dość fantastycznych formach /fig.14/.

Intenzywność wycieków ropnych zależy w dużym stopniu od typu ropy naftowej. Wycieki lekkiej parafinowej ropy prędko się ulatniają i nie zostawiają większych śladów na powierzchni. Przeciwnie ropy asfaltowe, zwykle cięższe ulatniają się trudniej i wskutek tego tworzą na wychodach grubsze powłoki.

2/ Wycieki ropne ze skał ilasto-kupkowych noszą inny charakter. Wypokniają one drobne szczelinki, przecinające te skały, występują często wzdłuż płaszczyzn ułamania kupków. Tu nafta nie ma możliwości nasycić skałę i zapełnić się na powierzchni. Dlatego też widzimy w takich wypadkach na wychodach względnie świeżą ropę naftową, sączącą się bezpośrednio z głębszych poziomów.

3/ Do ostatniej grupy należą wychody ropy naftowej związane ze szczelinami uskoku rwi. Należą tu, jak już powiedzieliśmy, żyły wypełnione woskiem ziemnym, lub asfaltem, jako rezultat zapełnienia, a następnie stwardnienia wydzielającej się ropy.

4/ Nafta trafia również na powierzchnię w większej lub mniejszej ilości razem z materiałami wyrzucanymi przez tzw. wulkany błotne.

Wulkany te są często spotykane w różnych naftowych obszarach; jak na przykład na półwyspie Iponińskim - w okolicach Baku, na półwyspie Tamańskim /połn.-zachodni cypel Kaukazu/, w Turanie i in. Nie mają one nic wspólnego z prawdziwym wulkanizmem. Widocznym jest to już z niskiej temperatury wyrzucanego błota i braku w nim ułamków skał wybuchowych. Wulkany błotne tworzą się wskutek tego, że gazy ziemne, dążąc ku górze, powynają szczeliny, spotykają na swej drodze miękko ilaste i nasyczone wodą skały i unoszą utworzone błoto na powierzchnię, gdzie powstają z niego stożki błotne, na wzór stożków zwykłych wulkanów, tylko o znacznie mniejszych wymiarach.

5/ Zupełnie osobną kategorię tworzą wycieki ropy naftowej na powierzchni wód, znajdujących się w obszarach naftowych. W szeregu wypadków obserwujemy na powierzchni jezior, rzek,

źródła, wreszcie w studniach tłuste plamy, zmieniają się kolorami tęczy /irryzujące/, które są niczym innym, jak ropą naftową, która przedostaje się z niższych poziomów do tych zbiorników i tu, dzięki swemu niezmiernemu ciężarowi gatunkowemu, trafia na powierzchnię wód.

Plamy te można na pierwszy rzut oka pomieszać z ukazującymi się nieraz na powierzchni wód stojących tlenkami żelaza /rdza żelazna/. Odróżnia się je łatwo przez to, że plamy rdzy żelaznej można rozbić patykiem na poszczególne ostrokanciaste części, wówczas gdy w wypadku ropy naftowej te fragmenty złączą się wnet z powrotem w jedną tłustą plamę.

Gazy ziemne wydzielają się na powierzchnię głównie w dwóch postaciach

- 1/ Bezpośrednio z pokładów, lub też szczelinami. one wtedy, o ile występują w małych ilościach, dość trudne do stwierdzenia. Znaczniejsze wychody gazów nieraz zapalają się jak na przykład "wieczne ognie" w pobliżu Baku, które były w swoim czasie przedmiotem kultu religijnego miejscowej ludności.
- 2/ Łatwiej jest obserwować wychody gazów na powierzchni wody, gdzie tworzą one czasem całe wzgórza, jak by kipiącej wody. Jeśli wspólnie z gazem znajduje się ropa naftowa, to wydzielające się bańki gazu, pękając pozostawiają na powierzchni wody tłuste plamy naftowe.

Co do zewnętrznych oznak złóż naftowo-gazowych, to należy podkreślić, że w przeciwieństwie do złóż innych minerałów użytecznych intensywność tych oznak nie świadczy o zasobności złóż, a raczej odwrotnie o ich naturalnym wyczerpaniu przez trwające nieraz w ciągu geologicznych epok wycieki nafty i odgazowanie złóż.

Zbiorniki ropy, naftowej i gazu

Złożem naftowym nazywamy serię utworów wśród których znajdują się pokłady, zawierające ropę naftową wraz z towarzyszącym jej gazem ziemnym i wodą. Poza tym seria ta winna tworzyć odrębną jednostkę tektoniczną, dajmy na to jak wskazano na rysunku /fig.15/ antyklina.

Każdy poszczególne pokład w złożu, zawierający ropę, gaz lub wodę, nazywamy odpowiednio pokładem ropnym, gazowym lub wodnym. Jak widzimy na rysunku jeden i ten sam pokład może zawierać dwa lub nawet trzy wspomniane elementy.

Taki pokład nazywają również zbiornikiem. Zaś części zbiornika, zajęte przez ropę, gaz lub wodę noszą nazwę partyj ropnych, gazowych lub wodnych.

Skaly tworzące zbiorniki ropne lub gazowe muszą być z natury rzeczy porowate, aby mogły wchłonąć w siebie od-

powiednie ilości ropy, lub gazu. Wśród skał tych wyróżniamy dwie grupy: piaszczystą i wapienną.

Do grupy piaszczystej zaliczamy: piaski i piaskowce. Piaski tworzą złoża naftowe na Kaukazie, w Rumunii /pliocen/, w Ameryce południowej i środkowej i w szeregu innych krajów. Piaskowce słabo w cementowane tworzą zbiorniki naftowe w utworach kredowych i paleogeńskich w Karpatach. Z twardej, zbitych piaskowców są złożone paleozoiczne serie naftowe w Stanach Zjednoczonych.

W piaszczystym pokładzie mogą znajdować się części nie zawierający prawie wcale ani ropy, ani gazu ani wody. Tęgo rodzaju partie mogą powstać wskutek lokalnej zmiany charakteru pokładu na niezwykle drobnoziarnisty, zbity, nie zawierający por, w których mogłyby się skupić płyny lub gazy. To samo zjawisko może być spowodowane wypęknieniem por między mniejszymi ziarnami, przez bardzo drobne ziarna. Wreszcie może być i trzecia przyczyna, czyli tzw. cementacja pokładu tj. zapełnienie por przez jakiś utwór chemiczny, który osadził się albo z wody morskiej przy tworzeniu pokładu w postaci gipsu lub innych soli, albo też osadził się już później po utworzeniu pokładu z krążących w nim roztworów żelazistych, wapiennych lub innych.

Wreszcie nieraz z materiałem piaszczystym osadza się i materiał ilasty. Ten ostatni odgrywa czasem w pewnych częściach takiego pokładu rolę dominującą i robi go niezdolnym do wchłaniania płynów i gazów.

Wszystkie wspomniane zmiany w składzie pokładów ropośnych są nieraz przyczyną niepowodzeń przy eksploatacji złoża i są trudne do przewidzenia.

Wapienie są zbiornikami naftowymi w szeregu złóż, jak na przykład w formacji sylurwiskiej w Stanach Zjednoczonych, w utworach kredowych w Meksyku, następnie w Persji i Mezopotamii /w trzeciorzędzie/.

W wapieniach ich porowatość czyli zdolność akumulacji ropy i gazu zależy nie tyle od pierwotnych warunków ich tworzenia /sedymentacji/, co od późniejszych wtórnych zmian, którym te skały ulegają. Te zmiany mogą być dwójakiego rodzaju:

- 1/ Wapienie ulegają zwietrzeniu i rozyciu, wskutek czego powstają w nich pustki.
- 2/ Wapienie mogą być szczelinowate, przy czym szczeliny te są najczęściej pochodzenia tektonicznego.

Skały ilaste i łupkowe nie mogą być oczywiście odpowiednimi zbiornikami dla ropy naftowej i gazu. Czasem są w nich jednak spotykane drobne wycieki naftowe ze szczelin, piaszczystych ułamania itd. Wycieki te pochodzą najczęściej z otaczających skał ropośnych.

Porowatość skał roponośnych i ich nasycenie i wydajność.

Porowatość skał jest bardzo ważnym czynnikiem przy ocenie pól naftowych. Od stopnia tej porowatości zależy większa lub mniejsza zdolność skały do wchłonięcia w siebie odpowiednich ilości ropy naftowej.

Porowatością skały /właściwie stopniem porowatości/ nazywamy stosunek objętości wszystkich por w skale do objętości całej skały. Można ją określić ważąc suchą próbkę skały, a następnie tą samą próbkę nasyconą wodą. Różnica obu wag da nam wagę wody, wypełniającej pory w skale. Możemy w ten sposób określić objętość por, zaś znając ciężar właściwy skały obliczamy objętość całej próbki. Stosunek tych dwóch cyfr da nam porowatość skały.

Porowatość skał zależy od formy ziarn i ich różnorodności.

Przy ziarnach sferycznych jednakowej wielkości i ułożonych w układzie sześciennym porowatość jest największa. W tym wypadku nie zależy ona od wielkości ziaren. Albowiem sumaryczna objętość por będzie wynosić: $nd^3 - \frac{nd^3}{6} \cdot \frac{d^3}{d^3} = nd^3 \cdot 0.47$, gdzie n - ilość ziaren, a d - ich średnica. Ponieważ zaś d^3 i n są zawsze do siebie w stosunku odwrotnym, więc ta sumaryczna objętość będzie wielkością niezależną od wielkości ziaren. Zaś jej stosunek do objętości całej próbki czyli nd^3 będzie stałe wynosić 0.47 i to jest właśnie owa wspomniana maksymalna porowatość skały. Stosunki te widzimy przedstawione na fig.16.

Jeśli będziemy mieli układ jednakowych ziaren, przedstawiony na fig.17, to porowatość będzie już mniejsza.

Jak widzieliśmy porowatość dużo zależy od różnych dodatkowych czynników. Jest to przyczyną niejednakowej wartości nawet jednej i tej samej warstwy roponośnej. Tak na przykład porowatość tzw. piaskowca borysławskiego, będącego głównym poziomem naftonośnym w Borysławiu waha się w granicach 5,3 - 15,8%.

Co do porowatości innych skał to tzw. piaskowiec ciężkowicki odgrywający wybitną rolę w obszarze Jasielskim, posiada porowatość 23 - 25%. Porowatość różnych piaskowców w polach naftowych Stanów Zjednoczonych wynosi 7 - 39%, zaś piasków 14 - 41%.

Porowatość wapieni waha się zwykle w granicach 0,5 - 13,3%, lecz jak widzieliśmy dochodzi zwykle do tego liczno pustki wtórnego pochodzenia.

Co do wspomnianego powyżej sposobu określania porowatości według próbek skał wydobytych na powierzchnię, to należy zauważyć, że skały, leżące na znacznej nieraz głębokości i ulegające silnemu ciśnieniu nie zawsze wykazują te same właściwości fizyczne co ich próbki.

Nasyce niem skały nazywamy rzeczywiste wypełnienie por przez ropę naftową. Wchodzi przy tym w grę charakter por. Wśród tych ostatnich są nieraz tak drobne, że ropa która tam weszła nie może się potem wydzielić i tego rodzaju por przy eksploatacji nie mogą wchodzić w rachubę.

Nasyce nie skały zależy również od ciśnienia pod jakim płyn się znajduje. Przy niższym ciśnieniu może oczywiście wtłoczyć się do por większa ilość płynu.

Nasyce nie wynosi najczęściej 60 - 75% porowatości.

Wyda j n o ś c i ę zbiornika nazywamy jego zdolność do oddawania ropy naftowej, gdyż nawet przy większych porach zdarzają się przyczyny nie cząsteczek ropy i cząsteczek skały powodują, że część ropy pozostaje przy eksploatacji w zbiorniku i nie może być z niego wydobyta.

Wyda j n o ś c i ę wynosi przeważnie 50 - 75% nasyce nia, czasem zaś spada do 10%.

Wyda j n o ś c i ę dużo zależy od charakteru ropy. Dla ropy ciężkich, lepkich jest ona znacznie niższa, niż dla ropy lekkich. Duży wpływ wywiera na wydajność wielkość ziaren. Przy drobnych ziarnach sumaryczna powierzchnia ziaren w stosunku do objętości skały jest większa niż przy dużych ziarnach. Przez to odpowiednio zwiększa się siła przyciągnięcia cząsteczek ropy przez te ziarna, a więc tym mniejsza jest wydajność skały.

Jak zobaczymy poniżej, duży wpływ na wydajność skały wywierają gazy zawarte w ropie naftowej i inni czynniki, zwiększające tzw. ciśnienie złożone. Poważną rolę odgrywają przy tym również i metody eksploatacji.

Nad k ł a d z b i o r n i k a n a f t o w e g o lub g a z o w e g o.

Ku górze porowaty zbiornik musi być ograniczony skałą o charakterze nieprzepuszczalnym, które nie pozwala ropie i gazom podnosić się ku górze.

Wpływ tego nieprzepuszczalnego nadkładu jest bardzo duży, gdyż chroni on w mniejszym lub większym stopniu złożę od zniszczenia przez wpływ ropy i odgazowanie. Stanowi on również ochronę przed przenikaniem do złoża powietrza i utlenienia ropy naftowej. Jednocześnie taki nieprzenikliwy nadkład izoluje pokład naftonośny od znajdujących się nieraz powyżej poziomów wodonośnych i pozwala przy stosowaniu odpowiednich metod technicznych (kolumn, cementacji), jak się mówi, zamknąć wodę i nie dopuścić jej poza rurami do złoża naftowego.

Nieprzepuszczalny nadkład może być trójki rodzaju. Na fig. 18 widzimy jak leży on nad pokładem naftowym i spełnia do pewnego stopnia swe omówioną rolę. Nie izoluje on jednak zupełnie pokład, gdyż ten ma swój wylód na powierzchnię. Daleko lepszą izolacją będzie

w złożach przedstawionych na fig.19 i fig.41. W obu tych wypadkach pokład naftowy nie będzie miał wcale połączenia z powierzchnią.

Ogólnie biorąc, możemy porównać rolę nieprzepuszczalnego nakładu z korkiem, chroniącym złożo.

Granice zbiorników.

Granice zbiorników w kierunku ich upadu lub też biegu mogą być zależne od następujących czynników:

- 1/ Zmiana porowatości pokładu, przy czym ten ostatni może stopniowo stać się nieprzepuszczalnym /fig.20/.
- 2/ Soczewkowany charakter zbiornika, na przykład piaszczysta soczewka leży wśród ilków, ograniczających ją ze wszystkich stron /fig.21/.
- 3/ Zjawisko uskokowe, przerywające ciągłość zbiornika będą tworzyć jego naturalne granice jak to widzimy na fig.22.

Wodne poziomy w złożach naftowych.

Należy różnić: 1/ wodę w samym zbiorniku ropnym i 2/ wodę w osobnych pokładach, leżących nad, pod, lub między pokładami naftowymi.

Oba te wypadki przedstawione są na fig.15.

Jak zobaczymy poniżej, woda, znajdująca się w pokładach naftowych, odgrywa pod niektórymi względami rolę ujemną, pod innymi zaś dodatnią. Woda w samodzielnych pokładach jest zawsze czynnikiem ujemnym.

W rozdziale poświęconym wodom podziemnym ujrzymy, że wody te dzielą się na zwykłe wody, czyli tzw. szutrowe i na wody znajdujące się pod ciśnieniem, czyli tzw. artezyjskie. W złożach naftowych wypada mieć do czynienia niemal wyłącznie z tymi ostatnimi wodami.

Woda, znajdująca się w samym pokładzie naftowym nosi nazwę wody pokładowej - złożowej, czy też okalającej. Znajduje się ona czasem przy grubych i poziomo leżących pokładach w ich spągowej części, przeważnie zaś spotykamy ją w kierunku upadu pokładu naftonośnego; tworzy więc ona granicę produktywną części pokładu, skąd pochodzi nazwa wody okalającej /fig.12/.

Woda okalająca w miarę wyeksploatowywania ze złoża ropy naftowej i gazu zajmuje ich miejsce podnosi się w ten sposób ku górze i zatapia stopniowo pokład roponośny. To posuwanie się nie jest równomierne. Tak na przykład przy antyklinalnej budowie złoża w stronym skrzydle podnosi się szybciej niż w skrzydle łagodniej pochylonym /fig.23/.

Poza tym woda wykorzystuje zwykle kierunki najmniejszego oporu, posuwając się na przykład szybciej wzdłuż pownych szczelin uskokowych, jak to widzimy na mapce, przedstawiającej pewne siódło naftowe /fig.24/.

Przy tym nierównomiernym posuwaniu wody mogą się utworzyć w złożu naftowym nieduże partie, otoczone zewsząd, jak przez wody okalające.

Wpływ ujemny wody okalającej polega na tym, że zalowając złożo ogranicza czas jego eksploatacji, przy czym w ostatnich latach wydobywa się ropę z coraz to większą domieszką wody, co czyni eksploatację coraz mniej rentowną, szczególnie jeśli są jednocześnie obecne w większej ilości gazy, sprzyjające utworzeniu tzw. emulsji, tj. takiej mieszaniny wody i ropy naftowej, z której ta ostatnia już się nie wydziela na mocy różnic ciężarów gatunkowych, a separacja obu tych płynów wymaga nieraz kosztownych zabiegów technicznych.

Natomiast dodatni wpływ polega, jak zobaczymy nieco później, na tym, że znajdująca się w pokładzie pod ciśnieniem artezyjskim woda wyciska ku górze ropę i zwiększa w ten sposób wydajność atomów eksploatacyjnych.

Woda tworząca samodzielne pokłady wodonośne nad pokładami naftowym w razie przecięcia tych pokładów przez otwór wiertniczy przedostaje się poza rurami do pokładu naftowego, miesza się z ropą, wytwarza emulsję itd. słowem posiada wszelkie ujemne cechy wody okalającej, natomiast nie tylko nie podnosi wydajności otworów, jak ta ostatnia, lecz przeciwnie w wielu wypadkach wyciska ropę z najbliższego otoczenia otworów wiertniczych.

Dlatego też bardzo poważnym zadaniem przy eksploatacji złóż naftowych jest tzw. zamknięcie wód, tj. zalowanie lub zacementowanie przestrzeni poza rurami, dzielącej poziom naftowy od wodonośnego.

Przy eksploatacji złóż naftowych ma bardzo duże znaczenie w razie zatopienia złoża stwierdzenie z jakiej wody mamy do czynienia, czy z okalającą, czy też z któregoś samodzielnego pokładu, a w takim razie z jakiego. Przedostanie się wody z takiego pokładu do złoża naftowego wskutek braku zamknięcia, lub też wadliwego zamknięcia wody wpływa ujemnie na stan rzeczy nie tylko samej kopalni, lecz i sąsiednich kopalni. Dlatego też problem wodny w danym terenie naftowym odgrywa poważną rolę i jest zwykle badany i dozorowany przez specjalne komisje techniczne.

Aby stwierdzić pochodzenie wody, która została stwierdzona w danym otworze /szybie/ eksploatacyjnym, należy mieć charakterystyki możliwie wszystkich poziomów wodnych w danym terenie. Odnośnie badania spotykanych wód są zwykle prowadzone w następujących głównych kierunkach:

- 1/ Mierzy się ciśnienie wody w danym poziomie, czyli wysokość słupa wody w otworze po nawierceniu danego poziomu.

- 2/ Wykonuje się analizy chemiczne wód.
- 3/ Bada się budowę petrograficzną danego pokładu wodonośnego, korzystając przy tym z okruszków skał, wynoszonych na powierzchnię przez wydobywającą się w ten czy inny sposób wodę.

Wody występujące w złożach naftowych, są to na ogół słabsze lub silniejsze solanki różnego rodzaju, tj. zawierają rozpuszczone w sobie różne sole.

Zdania co do pochodzenia tych wód są podzielone. Przeważa obecnie zdanie, że mamy tu przeważnie do czynienia z wodą morską, która pozostała od czasu utworzenia pokładu. Nazywają ją "kupalną wodą morską".

Taka woda nie będzie ulegać wpływowi wód atmosferycznych, aż do czasu, gdy wskutek sfałdowania, oraz rozmycia powierzchni dany pokład wodonośny nie uzyska połączenia z powierzchnią. Wtedy rozpoczyna się krążenie w tym pokładzie wód atmosferycznych, które mogą w mniejszym lub większym stopniu zmienić pierwotny charakter takiej wody kupalnej. Woda o niezmiennym charakterze, może się zachować albo w bardzo głębokich pokładach, które nie odsłaniają się nigdzie na powierzchnię, albo też w soczewkach.

Ze składników metalicznych wody źrózł naftowych zawierają najczęściej sodu Na i potasu K. Z ziem alkalicznych są spotykane zwykle wapień Ca i magnez Mg.

Co do typów soli, to główną rolę odgrywają chlorowce. Siarczany występują w nieco większych ilościach bliżej powierzchni. Z głębokością ilość ich spada. Brak siarczanów w wodach, znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie z ropą naftową lub innymi bituminami jest tłumaczony redukcją siarczanów przez węglowodory.

Zaskakuje na uwagę obecność w niektórych wodach źrózł naftowych bromu i jodu. Składniki te zostały stwierdzone w wodach w Baku, w Rumunii i u nas w Iwonicy, Bóbrce, Pasiecznej.

Zwykłym towarzyszem wód naftowych jest siarkowodor H_2S . Może to być właśnie wynikiem wspomnianej redukcji siarczanów przez węglowodory. Stwierdzono, że zawartość H_2S wzrasta w miarę spadku ilości siarczanów.

C i ś n i e n i e w z b i o r n i k u r o p n y m.

Ciśnienie w zbiorniku, nie znajdującym się w eksploatacji zależy głównie od następujących czynników:

- 1/ Od ilości gazu w zbiorniku.
- 2/ Od głębokości zbiornika pod powierzchnią ziemi.
- 3/ Od charakteru petrograficznego skał.

Ciśnienie, zależne od głębokości i wywołane przez ciśnienie nacisku, nazywają ciśnieniem skalnym. Wpływ tego ciśnienia poza głębokością zależy od charakteru skały naftonośnej. W skałach zespolonych, jak piaskowce, wapienie wpływ tego ciśnienia jest nieznaczny i prawie się nie przenosi na zawarte w nich ropę, gaz, i wodę. W skałach nie zespolonych jak na przykład piaski, lub chociaż zespolonych, ale przez swą elastyczność podatnych na ciśnienie, jak na przykład łupki ciśnienie skalne przenosi się na zawarte w nich substancje i w chwili dowiercenia wypycha je w kierunku otworu.

Wydatnym źródłem ciśnienia są gazy, rozpuszczone w ropie naftowej, lub też znajdujące się ponad nią. Gazy te są główną energią, poruszającą ropę przy eksploatacji.

Ciśnienie gazowe w zamkniętym zbiorniku działa we wszystkich kierunkach. Są to warunki statyczne. Przy dowierceniu do takiego zbiornika i rozpoczęciu eksploatacji zaczyna się okres ciśnienia dynamicznego. Wtedy ciśnienie gazowe wypiera ropę do otworu, jako w kierunku najmniejszego ciśnienia.

Miarą ciśnienia przy danym otworze jest wysokość słupa płynu /ropy naftowej czasem z wodą/ w rurach danego otworu /fig.25/.

Ciśnienie w samym złożu musi być nieco wyższe, gdyż ma ono do przezwyciężenia opór tarcia w pokładzie przy ruchu ropy w kierunku otworu.

W ciągu całego okresu eksploatacji danego otworu należy dążyć do utrzymania odpowiedniego stosunku pomiędzy wydobywaną ropą, a ilością otrzymywanego przy tym gazu. Pozwala to na otrzymanie największej ilości ropy naftowej przy utracie minimalnej ilości gazu. Stosunek ten wyraża się zwykle w ilości m^3 gazu, przypadających na 100 kg wyprodukowanej ropy.

Zbyt duża ilość gazu wydobywająca się z otworu odgazowuje nieprodukcyjnie złożę naftowe i obniża przez to wydajność następnych otworów eksploatacyjnych.

Ciśnienie gazowe jest więc ważnym czynnikiem, wpływającym na wydajność złoża. Kiedy spadek ciśnienia przekroczy ponad minimum, wtedy ustaje ruch ropy w stronę otworu, lub otworów eksploatacyjnych i całe złożę, lub też pewne jego części przestają się nadawać do normalnej eksploatacji.

Stosuje się wtedy różne metody, mające na celu sztuczne zwiększenie ciśnienia gazowego i podniesienie w ten sposób stopnia wydajności złoża. Wtłacza się na przykład przez jeden lub parę otworów gaz pod ciśnieniem, co podnosi produkcję otaczających otworów eksploatacyjnych.

Woda okalająca typu artezyjskiego zajmując wyeksploatowane częściowo złożę, zmniejsza objętość pozostałej części zbiornika naftowego, wskutek czego zwiększa się w nim ciśnienie gazowe, co wpływa dodatnio na wydajność otworów eksploatacyjnych. W tym kontekście, jak wspomnieliśmy, pozytywna rola

wody okalającej.

Do liczby złóż naftowych, znajdujących się pod wybitnym wpływem okalających wód artezyjskich należy złożo w Bibi-Ejhanie w pobliżu Baku. Z liczby naszych złóż można do tego typu zaliczyć do pewnego stopnia Boryskaw.

Powstanie wysokiego ciśnienia wody okalającej w Bibi-Ejhanie tłumaczy nam następujący przekrój schematyczny przez to złożo /fig.26/.

N a g r o m a d z e n i e r o p y n a f t o w e j
i g a z u w z ł o ż u .

Gdy mówimy o złożach minerałów użytecznych o konstytucji stałej, to nie odróżniamy najczęściej zjawiska utworzenia samego minerału użytecznego od powstania złoża tego minerału. Należy to rozumieć w tym sensie, że złoża te zajmują w stosunku do skał otaczających ogólnie biorąc to samo położenie w którym się utworzył dany minerał. Ten ostatni może ulegać w swym złożu z biegiem czasu różnym zmianom. Widzieliśmy już jak torf zamienia się w węgiel brunatny, następnie w kamienny a wreszcie może z niego powstać antracyt, lecz położenie złoża w przestrzeni na ogół się nie zmienia. Podobnie jak zobaczymy poniżej przedstawia się na ogół sprawa z rudami. Wyjątek stanowią tzw. złoża napływowe, które powstały w drodze przeniesienia substancyj pewnego złoża na tzw. drugorzędne łóżyisko.

Nie wyklucza oczywiście to co powiedziano częstych przesunięć w przestrzeni złóż nieraz z otaczającymi skałami wskutek różnych procesów tektonicznych.

Inaczej przedstawia się sprawa z ropą naftową i gazem ziemnym. Minerale te ze względu na swą konstytucję są ruchliwe i pod wpływem różnych czynników mogą się przesunąć na mniejszą lub większą odległość od miejsca swego pierwotnego utworzenia, czyli innymi słowami od utworów, gdzie był nagromadzony pierwotny materiał organiczny /protobitumin/.

Co do tego, że ropa naftowa i gaz ulegają przesunięciom, nie ma obecnie prawie wątpliwości. Istnieje tylko duża różnica zdań co do stopnia tego przesunięcia i jego znaczenia dla utworzenia złóż naftowych. Należy rozróżnić następujące trzy możliwe rodzaje tych przesunięć:

- 1/ Przesunięcia w samym pokładzie, w którym się utworzyła ropa naftowa, lub gaz /fig.12/.
- 2/ Przesunięcia pewnej serii pokładów, tj. przesunięcia od pokładów, w których się ropa utworzyła do sąsiednich pokładów /fig.27/.
- 3/ Przesunięcia od jednej serii warstw do drugiej /fig.28/.

Powinniśmy teraz zatrzymać się na zagadnieniu tych sił, które wprowadzają w ruch ropę naftową, wraz z towarzyszącym

jej gazem ziemnym i wodą. Są to przeważnie te czynniki, które omówiliśmy w związku z ciśnieniem złożowym.

A więc ciśnienie nadkładu powoduje zmniejszenie objętości skał łatwiej ulegających temu ciśnieniu i wskutek tego wy ciśnienie z nich płynów i gazu w stronę skał więcej opornych na ciśnienie.

Następne dwa czynniki są to ciśnienie gazowe i ciśnienie wody okalającej.

Wszystkie te siły są jednak niedostateczne aby oddzielić znajdujące się w pokładach w stanie zniszczonym: ropę naftową, gaz ziemny i wodę, a to jest niezbędne dla utworzenia prawdziwych złóż.

Tu odgrywają główną rolę następujące dwa czynniki:

1/ Napięcie powierzchniowe, które jest wywołane przez wzajemne przyciąganie cząsteczek płynnej substancji. To powierzchniowe napięcie oddziałuje specjalnie wtedy, gdy płyn znajduje się w skałach o niezmiernie drobnych tzw. włoskowatych porach. W skałach tego rodzaju ruch płynów jest proporcjonalny do stopnia powierzchniowego napięcia. Ponieważ zaś powierzchniowe napięcie wody jest trzy razy wyższe od takiegoż napięcia w ropie naftowej, więc w skałach o porowatości włoskowatej, jak na przykład w ilach woda będzie odpowiednio ruchliwa i będzie wypierała ropę naftową.

Można więc przypuścić, że o ile znajdują się obok siebie w jakiejś serii pokład piasku z wodą i pokład ilu nasyczonego ropą naftową, to rozpocznie się ruch wody od piasku do ilu, zaś odwrotnie ropy od ilu do piasku.

2/ Drugą przyczyną rozdzielenia w złożu pierwotnej mieszaniny ropy, gazu i wody jest niejednakowy ciężar właściwy tych elementów.

Ta różnica wywiera swój wpływ tylko w skałach o normalnej porowatości, gdyż w skałach o porowatości włoskowatej płyny znajdują się, jak tylko co widzieliśmy pod wpływem powierzchniowego napięcia, anulującego działanie siły ciężkości. Co do gazu, to jest on zwykle rozpuszczony w ropie naftowej i stanowi z nią jedną ciecz. Zdolność ropy do rozpuszczania gazu ma jednak inne granice, nawet przy wysokim ciśnieniu; po ich przekroczeniu zaznacza się w skałach wydzielanie gazu w formie samodzielnego skupienia w najwyższej części złoża. Niżej występuje ropa naftowa, zaś najniżej gromadzi się woda okalająca. Najlepiej zaś ten schematyczny podział zaznacza się w złożu o budowie antyklinalnej /fig.12/.

T e o r y j a p o c h o d z e n i a z ł ó ż n a f t o w y c h .

Istnieje duża ilość teorii powstania złóż naftowych. Można je zgrupować w następujące trzy zasadniczo grupy:

1/ Teorie wtórnego pochodzenia. Według tych teoryj mamy w każdym obciążeniu naftowym jedną lub kilka seryj warstw pierwotnie bitumicznych tj. takich, które zawierają substancje bitumiczne już od początku ich usadzenia /sedymentacji/. Za takie skały przyjmuje się najczęściej bitumiczne łupki lub bitumiczne wapienie.

W późniejszych epokach geologicznych pod wpływem ciśnienia skał nadległych, oraz ciśnienia tektonicznego, wreszcie przy udziale wysokiej temperatury bituminy zawarte w wspomnianych łupkach, lub wapieniach zamieniają się w ropę naftową wraz z gazem. Substancje te, dążąc ku górze, spotykają słoje skał porowatych i nasycają je.

Niezbędnym warunkiem powstania złóż w myśl tych teoryj jest odpowiednie sfałdowanie warstw, które ma sprzyjać zamianie substancji pierwotnie bitumicznych w ropę naftową, zaś następnie już po wtórnym nasyceniu skał porowatych powoduje jak już widzieliśmy uprzednio rozdzielanie ropy naftowej, gazu i wody.

Ta teoria wtórnego pochodzenia złóż naftowych wywołują następujący szereg wątpliwości, nie pozwalających, w każdym razie, na ich powszechne zastosowanie:

- 1/ Temperatury, które mogły mieć miejsce w odnośnych seriach skał są przeważnie niedostateczne, aby ze skał, zawierających pierwotnie stałe bituminy, otrzymać ropę naftową.
- 2/ Nie spotykamy na ogół w przyrodzie skał, które można by było przyjąć za resztki skał pierwotnie bitumicznych już po wydzieleniu z nich węglowodorów, zamienionych w ropę naftową.
- 3/ W samym ruchu ku górze ropa naftowa musiała by nasycić otwory piaszczyste leżące najbliżej tych warstw, które możemy przyjąć za pierwotnie bitumiczne. Tym czasem nie są to właśnie najbliżej leżące serie piaszczyste są piaszczyste, a ropę spotykamy dopiero w następnych ku górze płaskach lub piaskowcach. Ciekawym jest przy tym, że czasem piaskowce, leżące pośród łupków bitumicznych nie zawierają żadnych śladów ropy naftowej. Przykładem mogą służyć u nas tzw. piaskowce kłiwickie, leżące pośród bitumicznych łupków menilótowych i nie zawierające w wielu punktach ropy naftowej.
- 4/ Trudno jest nieraz wytłumaczyć, jakimi drogami przedostawała się ropa naftowa wtedy gdy serie pierwotnie bitumiczne i obecne pokłady naftowe są przedzielone utworami ilastymi, a nie możemy stwierdzić istnienia w tych ostatnich jakichś szczelin.

Teorie pierwotnego pochodzenia złóż. Według tych teoryj znajdujemy obecnie ropę naftową w tych samych warstwach, w których się ona pierwotnie utworzyła.

Wpływu czynników tektonicznych niektórzy zwolennicy tych teoryj nie uznają prawie wcale. Inni twierdzą, że sfałdowanie sprzyja tylko podziałowi utworzonej pierwotnie

w danym pokładzie ropy, gazu i wody według ich ciężaru gą-
tunkowego, czyli mielibyśmy tu tylko do czynienia z przesu-
nięciem wewnątrz danego pokładu.

Teorie pierwotnego pochodzenia złóż ropy naftowej, szcze-
gólnie zaś te z nich, które ograniczają do minimum
wpływ późniejszych czynników tektonicznych, wywołują również
szereg zastrzeżeń, a mianowicie:

- 1/ Ropa naftowa według tych teorii tworzyła by się w skałach
piaszczystych, czyli osadzających się w płytkim ruchliwym
morzu, a więc przy łatwym dostępie tlenu z powietrza.
Warunki te nie były sprzyjające dla uchronienia materiału
organicznego przed przedwczesnymi procesami zniszczenia.
- 2/ Olbrzymia większość złóż naftowych i to złóż najbogat-
szych wykazuje ścisły związek z antyklinami i innymi
formami tektonicznymi.
- 3/ Stojąc ściśle na gruncie tej teorii trudno jest wytłuma-
czyć pewne nieregularności w rozmieszczeniu ropy nafto-
wej w pokładach, te mianowicie, które są niezależne od
jakich bądź zmian w charakterze samych skał. Na przykład
często jedno skrzydło antykliny zawiera ropę naftową, zaś
drugie jest nieproduktywne.

Teorie sedymentacyjno- /osadowo/ - diagenetyczne. Należy
tu na wstępie zaznaczyć, że diagenezą nazywamy zmianę pier-
wotnego, jeszcze nieskrzepłego osadu w zwięzłą skałę zbliżo-
ną do tych, które obecnie spotykamy.

Teorie te, które powstały w ostatnich czasach starają się
pogodzić do pewnego stopnia przeciwieństwa dwóch poprzednich
teorii. Twierdzą one, że płynna ropa naftowa tworzy się w ska-
łach ilastych z materiału organicznego, który trafia do nich
w okresie sedymentacji /osadzania/. Z tych skał ropa prze-
chodzi do sąsiednich skał piaszczystych, lub też napełnia
piaszczyste soczewki, znajdujące się w ilach, przesunięcia
te odbywają się właśnie w okresie wspomnianej diagenetyzacji skał.

Dopuszczają więc te teorie przesunięcia wewnątrz pewnej
serii skał.

Utworzenie złóż rozpada się więc przy tym jakby na dwa
etapy: jeden związany z sedymentacją, a drugi z diagenezą.
Stąd pochodzi zbiorowa nazwa wszystkich tych teorii.

Przy odbywającym się przejściu ropy z ilów do piasków
odgrywają swą rolę wspomniane już powyżej zjawiska włoskowa-
tości.

W myśl teorii sedymentacyjno- diagnostycznych późniejsze
wpływy tektoniczne odgrywają również swą rolę w ostatecznym
ukształtowaniu złóż.

Teorie te usuwają główną niejasność związaną z teoriami pierwotnymi pochodzenia złóż a mianowicie, że tworzenie ropy musiało się pierwotnie odbywać w utworach piaszczystych.

Wydają się te teorie najodpowiedniejszymi dla wytłumaczenia pochodzenia znacznej ilości złóż naftowych. Przy znaczącej się jednak mnogości typów tych złóż można również stwierdzić i taki wypadek, gdy okazały się odpowiedniejszymi teorie wtórnego, lub pierwotnego pochodzenia złóż.

Znaczenie budowy tektonicznej dla powstania złóż naftowych i ich konserwacji.

U złóż żadnych innych minerałów użytecznych tektonika nie odgrywa tak wybitnej roli jak w złożach naftowych lub gazowych.

Chodzi przede wszystkim o taką budowę /strukturę złoża/, która by uruchomiła wchodzące w skład złoża płyny i gaz i doprowadziła do ich rozdzielenia.

Już od dawna stwierdzono, że bardzo odpowiednią formą tektoniczną dla złóż naftowo-gazowych jest antyklina. Przez pewien czas uważano, że jest to niemal jedyna struktura naftowa, zasługująca na przemysłową uwagę. Poszukiwanie nowych złóż identyfikowano niejednokrotnie z poszukiwaniem antyklin naftowych.

Okazało się jednak później, że istnieje cały szereg złóż, nieraz bogatych, nie związanych z antyklinami, a posiadających inne formy strukturalne.

Barzo dużą rolę w złożach naftowo-gazowych odgrywają czynniki, konserwujące złoża, tj. chroniące je przed samozniszczeniem przez wycieki ropy naftowej i wydzielanie się gazów.

Już wspominaliśmy powyżej o roli, jaką odgrywa przy tym nieprzepuszczalny nadkład izolujący złożo od powierzchni. Przykładem tego, jakie znaczenie ma tego rodzaju nadkład, służą nam dwa obok leżące złoża kaukaskie: Staro-gróźnieńskie i Nowo-gróźnieńskie. Oba one mają prawie identyczną budowę i ich pokłady ropoносne są dzielone na 5 grup: 0, I, II, III, IV. Różnica, jak widzimy na fig. 29 polega na tym, że w złożu Staro-gróźnieńskim najwyższa grupa 0 jest odsłonięta na powierzchni, zaś w Nowo-gróźnieńskim leży na głębokości przeszło 400 m pod nieprzenikliwym nadkładem. W wyniku tego w pierwszym z tych złóż grupa ta jest nieproduktywną, zaś w drugim dała dość znaczne ilości ropy naftowej.

Prócz nadkładu analogiczną rolę mogą odgrywać, jak zobaczymy poniżej i inne czynniki, izolujące złoża, jak na

przykład wyklinowanie pokładu reponośnego, lub izolowanie jego od powierzchni przez uskoki, soczewkowaty charakter złożeń i in.

Amerykańscy geolodzy dają tym różnym izolacjom pokładów, nazwę "pułapek", uchwytujących ropę naftową w jej ruchu na powierzchni.

Klasyfikacja złóż naftowych, oparta na ich budowie tektonicznej.

Rozróżniamy z tego punktu widzenia następujące główne typy złóż.

I. Antykliny

1/ Duże pojedyncze antykliny

2/ Antykliny zwykłego typu

a/ Antykliny symetryczne

b/ Antykliny niesymetryczne

c/ Antykliny przewalone i skomplikowane przez nasunięcia

3/ Kopuły

a/ Zwykłe kopuły

b/ Kopuły /i antykliny/ diapirowe

c/ Słupy solne

4/ Antykliny i grzbiety pogrzebane.

II. Struktury rozmycia /erozyjne/.

III. Synkliny

IV. Złoża związane z niesfałdowanymi, jednostronnie pochylonymi warstwami /monokliny/.

1/ Monokliny zwykłego typu

a/ płasko leżące

b/ pochylone więcej stromo

c/ skomplikowane przez uskoki

d/ zamknięte przez pokrywy bituminów /asfaltów i in./

e/ Zamknięte przez niezgodnie ułożony nadkład

2/ Monokliny z wtórnym lekkim sfałdowaniem

a/ strukturalne tarasy,

b/ poprzecznie sfałdowane monokliny.

V. Złoże związane z uskokami.

VI. Złoże nie związane z żadną formą tektoniczną, a zależne wyłącznie od budowy petrograficznej skały.

Mało jest takich złóż, które odpowiadałyby ściśle pewnemu określönemu typowi strukturalnemu. Często mamy wpływ paru czynników. W takich wypadkach zaliczamy złoże do pewnej struktury, licząc się z tym co odegrało główną rolę przy nagromadzeniu ropy naftowej w danym złożu.

Przejdziemy teraz do rozpatrzenia wydzielonych powyżej poszczególnych form strukturalnych.

I. 1/ Duże pojedyncze antykliny.

Są to duże antykliny, obejmujące tysiące lub dziesiątki tysięcy km². Są to więc raczej obszary dużych wypiętrzeń warstw.

W antyklinach tego typu nie spotykamy często ciągłego złoża, występującego wzdłuż osi, jak ma to miejsce w zwykłych antyklinach. Złoże naftowe nagromadza się tu raczej w zależności od drugorzędnych struktur, zarysowujących się na tle takiego dużego, zwykle łagodnego wypiętrzenia. Wywierają też swój wpływ i lokalne zmiany w petrograficznym charakterze złóż. Znaczenie dużej antykliny polega na ogólnym uruchomieniu ropy naftowej i jej oddzieleniu od wody.

Najwięcej typowym przykładem antykliny tego typu jest wypiętrzenie Cincinnati w Stanach Zjednoczonych A.P., które ciągnie się w kierunku południowym od południowego brzegu jeziora Ezi. Ropa naftowa jest tu nagromadzona przeważnie w skałach wapiennych wieku syberyjskiego. Skupienia ropy są zależne głównie od wtórnego zwiększenia porowatości tych skał /dolomityzacja i wietrzenie/.

I. 2/ Antykliny zwykłego typu.

a/ Antykliny symetryczne. Ten typ antyklin charakteryzuje się, jak wiadomo, jednakowym mniej więcej opadem w obu skrzydłach. Przykładem takiego złoża może nam służyć Bibi-Eibat około Baku. Jest to brachiantyklina, której skrzydła są pochylone pod kątem 15° - 25°. Warstwy należą do pliocenu.

b/ Antykliny niesymetryczne, tj. z niejednakowymi upadami w obu skrzydłach. Jest to typ bardzo rozpowszechniony u nas, szczególnie na zachodzie w obszarze Jasielskim..

Należą tu antykliny: Bóbrka - Rogi, Potok, Grahonnicy, Wólka - Klinkówka i szereg innych złóż /fig. 30 i fig.31/.

Poziomy najniższe znajdują się tu przeważnie w serii piaskowców ciężkowickich, rzadziej w górnej kredzie.

c/ Antykliny przewalone i skomplikowane przez nasunięcia. Jest to typ rozpowszechniony u nas we wschodniej części obszaru naftowego. Należy tu przede wszystkim Borysław, a następnie i szereg innych złóż związanych z brzegiem Karpat, jak Rypne, Bitków i inne.

W Borysławiu odróżniamy tzw. element wglębny w postaci przewalonego, pochylonego dość łagodnie ku połudn.-zach. siodła i element nasunięty w postaci całego szeregu fałdów nasuniętych na element wglębny z południa.

Złoże naftowe Borysławia /fig.32/ będące naszym głównym złożem, jest związane prawie wyłącznie z elementem wglębnym. Najważniejszym poziomem naftonośnym jest tzw. piaskowiec borysławski, leżący tuż pod rogowcami, stanowiącymi dolną granicę serii menilitowej zaliczanej do dolnego aligocenu. Szereg nieregularnych skupień naftowych znajduje się niżej wśród utworów eocেনskich. Mniejszą już rolę odgrywiają wystąpienia naftowe w piaskowcu jamneńskim, zaliczanym do górnej kredy. Inne poziomy naftowe /warstwy menilitowe i wyżej leżące polenickie/ nie mają poważniejszego przemysłowego znaczenia.

W łakach solonośnych leżących nad czołem elementu wglębnego, znajdują się wspomniane już żyły ozokerytu.

I. 3/ K o p u ł y .

Kopuły, jak wiadomo, charakteryzują się opadem warstw na wszystkie strony. Bardzo często występują one na tle ogólnej antyklinalnej budowy warstw. Rozróżniają wśród kopuł kilka odmian:

a/ K o p u ł y z w y k ł e . Nieraz jest trudno przeprowadzić granicę między nieco wydłużoną /elipsoidalną/ kopułą, a krótką antyklina, tak że podział nosi tu nieraz charakter warunkowy.

Przykładem kopuły może służyć u nas złożo gazu ziemnego: Roztoki-Sobniów, na wschód od Jasła. Na Kaukazie możemy do tego typu zaliczyć złożo w Surachanach około Baku.

b/ K o p u ł y i f a ł d y t y p u d i a p i r o - w e g o . Są to kopuły i antykliny, w których skały, znajdujące się w jądrze fałdu, przebijają nadległe warstwy.

Jadro to jest w takich wypadkach zbudowane zwykle ze skał więcej plastycznych jak łupki, sól /w tym ostatnim wypadku nazywany taki fałd skupem solnym/.

Mamy przy tym szereg przejść od zwykłych antyklin, na których się zaznaczają tylko w jądrze stronsze upady, do prawdziwych fałdów diapirowych.

Fałdy diapirowe są bardzo rozpowszechnione na Kaukazie. Spotykamy je tam w okolicach Baku /Binagady, Putu/ oraz na półwyspie Tamańskim

c/ **S k u p y s o l n e** . Skupy solne są to fałdy diapirowe, w których sól, dzięki swej wybitnej plastyczności wydmwiga się ku górze, nieraz z bardzo znacznych głębokości /ponad 1.000 m/ i albo osiąga powierzchnię, albo też zbliża się ku niej. . .

W samym ruchu ku górze sól przerywa oczywiście nadległe warstwy.

Nagromadzenia ropy naftowej znajdują się zwykle w tych właśnie przerwanych przez skup solny warstwach. Nagromadzenie to jest spowodowane przez ogólne podniesienie warstw. Dochodzą do tego jeszcze dwa czynniki: Pierwsze: to pokruszenie przy ruchu soli ku górze tych właśnie warstw, z początku nadległych nad solą, a później po przerwaniu skupa, otaczających go. Zwiększa to oczywiście zdolność tych warstw do nagromadzenia większych ilości ropy. Drugi czynnik - o charakterze konserwacyjnym, polega na ścisłej izolacji odnośnych warstw przez masy solne od powierzchni.

W Europie należą do tego typu złoża w Hannoverze i w Rumunii, oraz już na pograniczu z Azją na obszarze Ambińskim /na północ od morza Kaspijskiego/.

Na fig.33 jest przedstawiony typowy skup solny w Hannoverze, zaś na fig.34 takiż skup solny w Rumunii.

W Hannoverze sól wieku peomskiego przerywa warstwy tryasowe, jurajskie, krédowe, a częściowo i trzeciorzędowe. Główne poziomy naftowe znajdują się w utworach środkowo-jurajskich, oraz w dolnej i górnej kredzie.

Należy jednak podkreślić, że na dużą ilość skupów solnych w Hannoverze tylko kilka posiada w swym otoczeniu złoża naftowe.

Pouczającym jest podany /fig.34/ przekrój przez typowy skup solny w Rumunii: Sól wieku miocénskiego przerywa utwory pliocénskie. W tym pliocenie główne po-

ziomy roponośne znajdują się w warstwach pontyckich P₁ oraz dacyjskich P₂. Warstwy pontyjskie - P₂ ze względu na swój ilasty charakter nie zawierają ropy naftowej. Zaś w najwyższej leżących utworach lewantyńskich - P₄ są spotykane tylko drobne ilości ropy.

Otóż jest ciekawe, że w warstwach pontyckich spotykamy ropę i na południe i na północ od skupa, zaś warstwy dacyjskie zawierają przemysłową ropę tylko w południowej stronie skupa, gdzie, jak widzimy z profilu, warstwy te są izolowane od powierzchni przez przechyloną w tym kierunku ścianę solny. Na północnej stronie skupa, gdzie warstwy dacyjskie są odsłonięte na powierzchni, zawierają one tylko nieznaczne ilości ropy.

To ogólne przechylenie skupów rumuńskich ku południowi jest spowodowane przez to że leżą one na południe od grzbietu Karpackiego, skąd idzie na nie ciśnienie tektoniczne.

Poza Europą znane są złoża naftowe, związane ze skupami solnymi, w południowej części Stanów Zjednoczonych A.P. w Luizjanie.

I 4/ Antykliny i grzbiety pogrzebane

Jak już sam tytuł wskazuje łączymy w tym typie tektonicznym dwie odmiany.

Antyklinami pogrzebanymi nazywamy antykliny ukryte na mniej lub więcej znacznej głębokości i nie zaznaczające się na powierzchni. Albowiem nadkład leży poziomo lub też jest bardzo słabo sfałdowany /fig.34, 35/.

Grzbiętami pogrzebanymi nazywają podziemne grzbiety, które ocalały przed rozmyciem /erozją/ w okresie ponownego ich zalania przez morze i osadzania skał nadległych.

W otoczeniu tych grzbietów były odpowiednie warunki do rozwoju świata organicznego, z którego w następstwie powstała ropa naftowa. Skały, tworzące grzbiety, w okresie swego odsłonięcia /przed powtórным zalaniem/, ulegały wietrzeniu, tworzyły nieraz gruz i stawały się wskutek tego odpowiednimi do wchłonięcia większych ilości ropy naftowej.

Charakter petrograficzny skał osadzonych nad takimi grzbiętami był z natury rzeczy niejednorodny. Nad wyniosłymi częściami takiego grzbietu osadzały się utwory płaszczyste, zaś nad terenowymi zagłębieniami skały ilaste. Wskutek tego cały ten nadkład ulegał w niższych swych częściach niejednorodnemu ciśnieniu ze strony wyżej leżących warstw. Powodowało to zniekształcenie tych utworów, w wyniku czego tworzyły się nie-

raz nad takimi pogrzebanymi grzbietami łagodne sfałdowania nadkładu, nie spowodowane czynnikami tektonicznymi. Powstało w ten sposób antykliny, w których piaski tworzyły izolowane partie przedstawiały również odpowiednie warunki do utworzenia pokładów naftonośnych.

Złoża związane z antyklinami i grzbietami pogrzebanymi są znane w środkowej części Stanów Zjednoczonych A.P. Ostatnio złoża tego rodzaju zostały spotkane na zachodnim zboczu Uralu.

Do odkrycia złóż tego typu przyczynił się w znacznej mierze rozwój badań geofizycznych.

Na fig. 36 widzimy profil schematyczny przez jedno ze złóż w Stanach Zjednoczonych, które jest związane z grzbietem pogrzebanym. Sam grzbiet jest złożony z granitów. Granity te w okresie gdy stanowiły suszę, zwietrzały i zamieniły się z powierzchni w piasek /debrytur/, który zakumulował w następstwie w sobie znaczne ilości ropy naftowej. Prócz tego ropa nasyciła wyżej leżące słabo sfałdowane utwory permskie.

II. S t r u k t u r y r o z m y c i a / e r o z y j - n e /.

Struktury te są wynikiem rozmycia /erozji/ przez wody bieżące pewnych warstw, najczęściej o charakterze ilastym. Powstałe w ten sposób zagłębienia na powierzchni tych warstw zostają wypełnione przez osady /charakteru rzeczno- /, wśród których odgrywają dużą rolę gruboziarniste piaski. Tworzą się wydłużone soczewki piaszczyste wyciągnięte w kierunku biegu dawnej rzeki. Soczewki te zostają nasycone ropą naftową z otaczających skał bitumicznych. Amerykańscy geolodzy dają takim złożom charakterystyczną nazwę "sznurowadeł do butów".

Na fig. 37 jest przedstawione złożo tego typu, znajdujące się w Majkopie na Kaukazie. Zostały tu rozmyte drobno-aligocieńskie iły tzw. iły foraminiferowe. Po wypełnieniu soczewek przez piasek cała ta seria została przykryta przez wyżej leżące górnoaligocieńskie łupki majkopskie, będące pod względem charakteru petrograficznego odpowiednikiem naszych dolnoaligocieńskich łupków menilitowych.

Izolowane doskonale soczewki wchłonęły znaczne ilości ropy naftowej i wykazały znaczną przemysłową wydajność, która jednak z biegiem czasu dość szybko spadała.

Struktury tego rodzaju są również dość rozpowszechnione i w środkowej części Stanów Zjednoczonych A.P.

III S y n k l i n y .

Ropa naftowa występuje w synklinach dość rzadko. Spotykamy ją tam w następujących wypadkach:

- 1/ Jeśli w pokładowanym złożu nie ma wody otaczającej, to ropa może wypełnić nie tylko antykliny, lecz i synkliny. W tych wypadkach bywa czasem nawet tak, że antykliny są wypełnione przez gazy ziemne, zaś synkliny przez ropę naftową.
- 2/ W złożach bardzo słabo pokładowanych, w których nagromadzenie ropy naftowej zależy głównie od składu petrograficznego skał, przy czym właśnie może na obszar synkliny wypaść skała o wykształceniu piaszczystym, wówczas gazy w antyklinach będzie ona nosić charakter ilasty.
- 3/ W utworach intensywniej sfaldowanych spotykamy ropę w synklinach wówczas, gdy te ostatnie stanowią tylko drugorzędne komplikacje na tle ogólnej antyklinalnej budowy terenu. Przykładem tego może służyć złożo w Póbrce, gdzie widzimy podwójną antyklinę przedzieloną synkliną, w której piaskowce ciężkowickie są również naftonośne /fig.38/.

IV M o n o k l i n y .

Monoklinalne zaleganie spotykamy na przykład często w zboczach słabo zaznaczonych dużych naftowych antyklin. Przykłady tego rodzaju spotykamy w Stanach Zjednoczonych A.P. /antyklina Cincinnati i in./. Należą tu niektóre kubańskie złoża naftowe /północny Kaukaz/.

Nagromadzenie ropy naftowej zależy w monoklinach w dużej mierze od wtórnych deformacyj. Rozróżniamy przy tym następujące typy.

IV.1/ M o n o k l i n y z w y k ł e g o t y p u .

- a/ M o n o k l i n y p ł a s k i e . Jeśli upady są poniżej pewnego minimum, to nie ma powodu do rozdzielania ropy i wody w pokładzie i utworzenia złoża. Pożemy co najmniej zaobserwować, o ile pokład jest gruby, nagromadzenie w spągowej części pokładu wody, zaś w stropowej ropy naftowej.
- b/ M o n o k l i n y s i l n i e j p o c h y l o n e . Ujemną cechą tych złóż w czystej ich formie jest ich odsłonięcie na powierzchni i wskutek tego samozniszczenie złóż przez wycieki ropy i odgazowanie /fig.39/.

W lepszych nieco warunkach będą monokliny trzech następujących typów, a mianowicie:

- c/ M o n o k l i n y s k o m p l i k o w a n e p r z e z

u s k o k i . Jak widzimy na fig.22 część pokładu "a" leżąca poniżej uskoku będzie izolowana od powierzchni /szczególnie jeśli skały otaczające pokład będą miały charakter ilasty/, a więc będzie posiadać warunki do nagromadzenia ropy naftowej.

- d/ Monokliny zamknięte przez pokrywy bitumiczne. Jeśli ropa nosi wybitnie asfaltowy charakter to nad wychodem pokładu nagromadza się jak już widzieliśmy zagipsowana ropa, lub asfalt, często zmieszane z powierzchniowymi okruciami skał. Tworzy się w ten sposób nad pokładem, jakby strop, który izoluje w danym wypadku ropę od powierzchni i zatrzymuje dalsze jej wyciekanie, jak to widzimy na fig.40.
- e/ Monokliny, zamknięte przez niezgodnie ułożony nieprzepuszczalny nadkład /fig.41/. W tym wypadku analogicznie do poprzedniego złoża będzie chronione przed samozniszczeniem.

IV 2/ Monokliny z wtórnym sfałdowaniem.

- a/ Monokliny ze strukturalnymi tarasami. Strukturalnymi tarasami nazywamy te części monoklinalnie pochyłonych pokładów, których pochylenie jest bliskie zera /fig.42/.

Wskutek tego następuje pewne zatrzymanie ropy w jej ruchu ku gorze i nagromadzenie w dość nieraz obfite złoża. Formy te są znane w niektórych tworach naftowych Stanów Zjednoczonych A.P.

- b/ Monokliny wtórnie sfałdowane. Jest to typ poniekąd zbliżony do poprzedniego. Wzbogacenie w ropę następuje wzdłuż osi wtórnych antyklinalnych sfałdowań.

V Złoża związane z uskokami.

Uskoki, przecinające skały roponośne, kruszą je i wskutek tego szczeliny uskokowe są wypełnione tymi okruciami skał i mogą wchłaniać z otaczających skał większe ilości ropy naftowej. Ropa ta będzie oczywiście dążyć taką szczeliną do góry, dając wzdłuż niej liczne wycieki. O ile więc nie będzie jakichś szczególnych warunków, które by powstrzymały te wycieki /pokrywa asfaltowa/ to będą to złoża raczej ubogie /fig.43/.

VI Złoża nie związane z żadną strukturą.

Będą to złoża typowo pierwotnego pochodzenia. Przykładem ich będą skupienia ropy w poziomo leżących pokładach, które się utworzyły w związku z lokalnymi warunkami w okresie osadzenia /sedymentacji/ skał.

Geologiczno-geograficzne rozmieszczenie złóż naftowych.

Co do wieku skał zawierających ropę naftową, to dają się wydzielić następujące trzy serie: 1/ Utwory obejmujące okres czasu od syluru i do dolnego karbonu; 2/ Warstwy mezozoiczne, głównie jurajsko-kredowe i 3/ trzeciorzęd - przeważnie neogen. Złoża wieku paleozoicznego spotykamy głównie w Stanach Zjednoczonych A.P. /Pensylwania i środkowa część kraju/. Złoża mezozoiczne odgrywają względnie skromną rolę. Należą tu złoża w Hannoverze, niektóre złoża związane z Karpatami złoża w Embie /północny brzeg morza Kaspijskiego/, Leksyk.

Do trzeciorzędu należą złoża Kaukaskie, przeważna część złóż Karpackich, w Azji złoża Iranu i Iraku, oraz archipelagu Malajskiego. W Ameryce północnej - Kalifornia. Następnie olbrzymia większość złóż południowo-amerykańskich.

Około 52% światowej produkcji ropy naftowej dają złoża trzeciorzędowe, 8% złoża mezozoiczne i 42% utwory paleozoiczne.

Złoża naftowe są związane zwykle z utworami płytkiego morza, gdzie się osadzały również skały piaszczyste, a więc mogące zakumulować większe ilości ropy.

W warunkach przybrzeżnych mogły się najlepiej rozwijać inne mikroorganizmy, które dały materiał do utworzenia ropy. Wreszcie w tychże warunkach najłatwiej było o zmiany w stopniu zasolenia wody, jej temperatury itd. co wszystko mogło powodować masowe wymieszanie i nagromadzenie tych organizmów.

Co do położenia geologiczno-geograficznego złóż naftowych, to olbrzymia ich większość przy tym właśnie najbogatszych występuje nie wewnątrz grzbietów górskich, a na przedgórzach, lub też w obszarach zanurzenia grzbietów i ich zanikania. Spowodowane jest to przez silne sfałdowanie warstw wewnątrz grzbietów górskich, następstwem czego jest znów zniszczenie lub w każdym razie zubożenie istniejących tam złóż. Tym czasem w przedgórzach, lub w rejonach zanurzeń grzbietów, fałdy są łagodne, co sprzyja konserwacji złóż.

Dlatego też na przykład najbogatsze złoża Europy są związane z przedgórzem Karpat /południowa Rumunia/, albo też przedgórzem Kaukazu /złoża gruzińskie/, albo wreszcie występują one na zanurzeniu grzbietu Kaukaskiego /obszar Bakiński/.

Podobnie bogate złoża Iranu i Iraku są związane z przedgórzami pewnych grzbietów, wchodzących w skład dużego pasma

górskiego zaczynających się na zachodzie Alpami a kończących się na wschodzie Himalajami. Pasma to utworzyło się ostatecznie ku końcowi epoki trzeciorzędowej. Karpaty i Kaukaz są tylko pewnymi ułamkami tego dużego systemu górskiego.

W Ameryce cały szereg złóż związany jest z przedgórzami grzbietów, wchodzących w skład pasma Andów i Kordylierów. Należą tu złoża Kalifornii i następnie Meksyku, i wreszcie większość złóż południowej Ameryki.

W złożach paleozoicznych trudniej jest nieraz ustalić ten związek z przedgórzami pewnych grzbietów, ze względu na to, że te ostatnie, jako powstałe w odległych epokach geologicznych ulegają z biegiem czasu zniszczeniu przez rozmycie /erozję/.

Co do złóż naftowych, związanych z utworami paleozoicznymi, to należy podkreślić ciekawą okoliczność że wszystkie one należą do obszarów bardzo słabo sfałdowanych, które od czasu ułożenia warstw ulegały tylko bardzo słabym wpływom tektonicznym. W obszarach paleozoicznych silniej sfałdowanych, a więc takich, które ulegały w szeregu epok geologicznych ciśnieniu tektonicznemu złoża naftowe powinny były ulec zniszczeniu.

Przykładem takich bardzo sfałdowanych obszarów z paleozoiczną ropą służą wspomniane już powyżej wypiętrzenia Cincinnati, znajdujące się również w Stanach Zjednoczonych wypiętrzenie Ozark, słabo pochylone złoża w Pensylwanii i in.

Światowe zasoby ropy naftowej i jej wydobycie.

Zasoby ropy naftowej ze względu na specyficzne właściwości jej złóż są trudne do obliczenia. Główną rolę wśród tych trudności odgrywają: nieregularność złóż, wspólne występowanie w złożach ropy naftowej z wodą, wreszcie ruchliwość ropy naftowej, zmieniającej z biegiem czasu i eksploatacji swe położenie w odnośnych seriach skał.

Te zasoby, które dają się obliczyć są zwykle nieznaczne w stosunku do wydobycia i zabezpieczają go w skali światowej na lat dwadzieścia kilka.

Tak wykonane ostatnio obliczenia zasobów wyrażają się w wysokości 6,5 - 9,0 miliardów ton, wówczas gdy światowe wydobycie stale wzrastając wyniosło w latach ostatnich 270 - 280 milionów ton rocznie.

Ten stan rzeczy wymaga od przemysłu naftowego intensywnych robót poszukiwawczych, w celu odkrywania coraz to nowych terenów ropocząnych.

Od długiego szeregu lat pierwsze miejsce co do produkcji zajmują Stany Zjednoczone A.P. Drugie miejsce wypada Rosji. W ostatnich latach rozwinęło się znacznie wydobywanie w Wenezueli.

Według danych z 1938 r. podział wydobywania między poszczególne kraje przedstawia się w sposób następujący:

	Wydobywanie w milionach ton:	% światowego wydobywania:
St. Zjednoczone A.P.	164.0	60.5
Rosja	29.8	11.0
Wenezuela	27.4	10.1
Iran	9.3	3.6
Indie Holenderskie	7.2	2.7
Rumunia	6.8	2.5
Meksyk	5.2	2.0
Irak	4.2	1.5
Kolumbia	3.0	1.1
Inne kraje	13.6	5.0
	271.0	100.0

W liczbie tych "innych krajów" znajdowała się w tym roku i Polska z jej wydobywaniem, wynoszącym około 0,5 miliona ton, co stanowiło 0.18% światowej produkcji.

II. Z Ł O Ż A S O L I .

Wśród złóż soli rozróżniamy dwie zasadnicze grupy: sól zwykłą i sole potasowe /ściślej biorąc potasowo-magnezo-we/.

Pod względem geograficzno-geologicznym oba te rodzaje soli są ściśle ze sobą związane, natomiast z gospodarczego punktu widzenia ich eksploatacja stanowi odrębną gałęź przemysłu górniczego.

Wydobycie soli zwykłej datuje się od zamierzchłych czasów. Zaś przemysł soli potasowych rozwinął się dopiero w ostatnich latach kilkudziesięciu, dostarczając tak ważnych nawozów potasowych.

W y s t ę p o w a n i e s o l i .

Sole spotykamy w przyrodzie w dwóch postaciach:

- 1/ Jako składowe części wód powierzchniowych, tj. mórz i słonych jezior.
- 2/ W utworach geologicznych różnego wieku. Tu należy znów rozróżniać:
 - a/ Pokłady soli i
 - b/ podziemne wody słone, czyli tzw. solanki naturalne.

Woda morska zawiera przeciętnie około 3,5% różnych soli, w tym średnio 78% chlorku sodowego /NaCl/, reszta przypada na chlorek magnezowy /MgCl₂/, siarczan magnezu /MgSO₄/, siarczan potasu /K₂SO₄/, chlorek potasu /KCl/, siarczan wapnia /CaSO₄/ i inne.

Sól w wodzie morskiej nie jest jednostajnie rozdzielona. Zawartość jej zależy od dopływów wód słodkich, od parowania, od koncentracji przez odcięcie części morza. Zawartość soli zmienia się nawet w granicach jednego i tego samego morza. Zawartość ta wzrasta z głębokością.

Sumaryczna objętość soli w wodzie morskiej wynosi 21,2 milionów km³. Sól ta wywarzona z wody morskiej mogła by otoczyć całą skorupę ziemską warstwą grubości 40 metrów.

Słone jeziora dają się podzielić na dwa typy:

- 1/ Jeziora, które powstały przez ich odcięcie w ten czy inny sposób od morza. Tak na przykład jezioro Aralskie było kiedyś połączone z morzem Kaspijskim zaś te

ostatnie, będące również w gruncie rzeczy jeziorem było ongiś połączone z morzem Czarnym.

- 2/ Jeziora, które utworzyły się w bezodpływowych zagłębieniach na powierzchni ziemi. Tu sól gromadzi się w drodze wyługowywania z otaczających skał zawierających sól przez wody powierzchniowe.

Przy odpowiednich warunkach klimatycznych, w postaci silnego parowania, roztwór solny w odciętych zatokach morskich, oraz w słonych jeziorach różnego rodzaju dochodzi do stopnia nasycenia i sól zaczyna się osadzać.

W utworach geologicznych sól osadzała się w ubiegłych epokach geologicznych w sposób podobny do tylko co wspomnianego. Ten właśnie rodzaj występowania soli będzie przedmiotem dalszego szczegółowego omówienia.

O g ó l n e w a r u n k i u t w o r z e n i a z ł ó ż s o l n y c h .

Tworzyły się więc pokłady soli w odciętych zatokach morskich, lub w jeziorach. Sól jest spotykana we wszystkich prawie formacjach geologicznych. W Europie złoża soli są najwięcej rozwinięte w górnej części formacji permskiej w tzw. cochsztynie, oraz w trzeciorzędzie w piętrze miocénkim.

Powstanie złóż soli w epoce permskiej w Europie tłumaczy się tym; że klimat był wówczas w tej części świata wybitnie suchy, co sprzyjało koncentracji soli i jej osadzaniu. W Azji, jak już wiemy, były w tym okresie czasu zgoła inne warunki, które powodowały potężny rozwój roślinności i utworzenie w następstwie złóż węglowych.

Występowanie licznych złóż soli w miocenie może być wytłumaczone przez to, że miały wtedy miejsce silne zaburzenia tektoniczne, co powodowało częste zmiany w granicach między morzami, a lądami. To zaś sprzyjało utworzeniu głęboko wciętych zatok morskich i oddzielaniu słonych jezior.

Do formacji permskiej należą w Europie słynne złoża solne w Niemczech środkowych /Staufurt i in./, oraz złoża w Poznańskim. Należy też tu szereg złóż rosyjskich /Bachmat, Salikamsk i in./. Z miocenem są związane nasze złoża Podkarpackie.

W Ameryce Północnej głównie poziemy solne znajdują się albo w tychże utworach permskich /Texas, Louisjana, Kenczas i in./, albo też w sylurze /Pensylwania, Ohio, Michigan, Ontario/.

M i n e r a ł y s o l n e .

W podanym poniżej spisie wymieniamy w porządku alfabetycznym główne minerały, spotykane w złożach solnych.

Anchydryt	CaSO_4
Gips	$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
Kainit	$\text{KCl} \cdot \text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Karnalit	$\text{KCl} \cdot \text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
Langbenit	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{MgSO}_4$
Polinalit	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 2\text{CaSO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$
Sól zwykła /kamienna/	NaCl
Sylwin	KCl
Sylwinit	Mieszanka sylwinu ze zwykłą solą i innymi solami.

W złożach soli zwykłej spotykamy często domieszkę soli potasowo-magnezowych, oddziałujących w takim wypadku ujemnie na jakość soli. Odwrotnie w złożach soli potasowych występuje nieraz i sól zwykła, stanowiąca albo odrębny, obiekt eksploatacyjny, albo też wydobywana wspólnie.

Co do złóż soli potasowych, to spotykamy zwykle mieszaninę różnych soli potasowo-magnezowych, przy czym najczęściej jedna z nich odgrywa dominującą rolę.

We wszystkich złożach solnych spotykamy warstwy anhydrytów i gipsów.

Przy osadzaniu soli różnych typów odgrywa dominującą rolę ich niejednakowa rozpuszczalność. Przy czym ze wzrostem temperatury rozpuszczalność wszystkich soli /za wyjątkiem anhydrytu/ zwiększa się.

Na ogół można przyjąć, że najmniejszą rozpuszczalność posiadają anhydryty i gipsy, następnie idą sole zwykłe, zaś najłatwiej rozpuszczalnymi, szczególnie przy wyższych temperaturach są sole potasowo-magnezowe.

Tworzenie się złóż soli według teorii Ochsenins'a /teoria zapory/.

Teoria ta polega na przypuszczeniu, że od morza lub dużego słonego jeziora oddzieliła się wcięta głęboko w ląd zatoka. Dzieli ją od pozostałej części morza; lub jeziora zapora, która mogła powstać albo z materiału, naniesionego przez rzeki, albo też została wydzwignięta przez ruchy tektoniczne.

Najprościej i najprędzej nastąpiło by osadzenie soli, gdyby taka zapora sięgała ponad powierzchnię wód, tj. gdyby izolacja była kompletna. Lecz w takim wypadku była by trudną do wytłumaczenia znaczna nieraz grubość pokładów soli /szczególnie zwykłej/, sięgająca często kilkudziesięciu i więcej metrów. Taka ilość soli mogłaby się utworzyć chyba przy niezmiernie dużej głębokości oddzielonego zbiornika wodnego, co znów przeczy obecnie obserwowanym zjawis-

kom tego rodzaju.

Dlatego też w myśl teorii Ochseninsa zapora jest na ogół podwodna, a więc tylko utrudnia, a nie uniemożliwia całkowicie ruch wody z morza do zatoki i odwrotnie. Ruch ten odbywa się ponad zaporą. Poniżej zaś jej poziom odbywa się w zatoce osadzanie soli /Fig.44-a/.

Z początku osadzają się trudno rozpuszczalne związki żelaziste i wapienne, następnie idą najłatwiej osadzające się z liczby soli anhydryty, potem zaś pokłady soli zwykłej. Co do soli potasowych to ich zagęszczone roztwory zostają prądem wyniesione do morza, zaś ponad nimi nad zaporą będzie napływać do zatoki świeża woda morska z której osadza się sól zwykła, a w pewnych warunkach i anhydryt /Fig.44-b/.

Tylko w tych wyjątkowych wypadkach, gdy zapora osiągnie powierzchnię wody, następuje osadzenie soli potasowych /Fig.44-c/.

Mamy więc w doprowadzonym do końca cyklu sedymentacyjnym następującą kolejność soli, licząc od dołu: 1/ anhydryt /gips/, 2/ sól zwykła, 3/ sole potasowo-magnezowe.

Osadzanie soli kończy się przez sedymentację osadów nanoszonych przez rzeki, przekładające sobie drogę do zatok. Decydującą rolę powinny przy tym odgrywać ily, chroniące następnie złoża przed rozmyciem.

W jednej i tej samej zatoce może się powtarzać parę cykli sedymentacyjnych. W utworzonych w nich złożach będziemy obserwować parokrotnie powtórzenie wspomnianej kolejności warstw solnych.

Z ł o ż a s o l i z w y k ł y c h i s o l i
p o t a s o w y c h .

Jak widzimy z teorii powstania złóż solnych, sole potasowo-magnezowe mogą powstać tylko przy specjalnie szczęśliwym zbiegu okoliczności. W razie zaś ich utworzenia ulegają one daleko łatwiej późniejszemu wyługowaniu i zniszczeniu. Dlatego też złoża tych soli są bezporównania rzadsze od złóż soli zwykłej.

Należy wspomnieć, że często dochodzi tylko do tak słabego zagęszczenia roztworu, że mogą się utworzyć tylko samodzielne złoża anhydrytu i gipsu, bez domieszki nawet soli zwykłej.

W t ó r n e z m i a n y w z ł o ż a c h s o l -
n y c h .

Już po utworzeniu złóż solnych i przykryciu ich przez gruby nieraz nadkład sole pierwotnie osadzone poczynają pod

wpływem wysokiej temperatury ulegać zmianom. Powstają wtedy w wodzie połączenia prostszych soli potasowo-magnezowych, sole o więcej skomplikowanej budowie.

Bardzo często obserwowanym zjawiskiem jest utworzenie w górnej części złoża solnego znajdującej się w pobliżu powierzchni, tzw. "czapy gipsowej". Czapa ta tworzy się wskutek wykugowania przez wody powierzchniowe soli zwykłych, a tym bardziej potasowych, wskutek czego pozostają na miejscu tylko znajdujące się tam w postaci przerostów i różnego rodzaju domieszek najtrudniej rozpuszczalne gipsy, tworzące przerosty i różnego rodzaju domieszki.

T y p y z ł ó ż s o l n y c h .

Należy rozróżniać dwa zasadnicze typy złóż solnych: a/ leżące normalnie wśród innych skał osadowych i b/ występujące w postaci tzw. słupów solnych.

W złożach normalnego typu serie solne, wykazują nieraz znaczną miąższość, składające się z dużej liczby pokładów soli zwykłej lub soli potasowych.

Miąższość poszczególnych pokładów osiąga czasem kilkadziesiąt metrów. Pokłady te są zwykle bardzo nieregularne i zmieniają swą miąższość, wyklinowują się lub łączą się ze sobą. Są one przedzielone najczęściej iłami, piaskowce odgrywają rolę podrzędną.

Spotykamy niejednokrotnie pokłady soli silnie zanieczyszczone iłem. Przy dalej idącym zanieczyszczeniu mamy już do czynienia właściwie z iłami solnymi. W takich iłach znajdują się często bryłki solne. Tego rodzaju utwór nazywamy u nas na Podkarpaciu "zubren".

Grupy solne były już omówione w paru słowach w związku ze złożami naftowymi. Główną przyczyną ich powstania jest nadzwyczajna plastyczność soli. Siły działające przy tym na masy solne mogą być dwojakiego rodzaju: a/ boczne ciśnienie w związku ze sfałdowaniem utworów solonośnych i warstw nadległych, b/ ciśnienie pionowe ze strony skał leżących nad złożem solnym /Fig.45/.

I w jednym i w drugim wypadku sól wyciska się ku górze. W tym ruchu wyzyskuje ona najsłabsze punkty w nadkładzie. Tego rodzaju punktami mogą być na przykład skrzyżowania uskoków, przecinających się poprzecznie.

W słupach solnych sól zostaje wydzwignięta na powierzchnię, lub też pod powierzchnię ze swego normalnego położenia na głębokości 1.000 i więcej metrów.

Światowe zasoby soli i wydobywanie

Sól zwykła jest jednym z najwięcej rozpowszechnionych minerałów użytecznych. Mało jest krajów, które by nie posiadały swych złóż soli. W Europie do liczby tych ostatnich zaliczamy kraje skandynawskie i nadbałtyckie.

Światowe zasoby soli zwykłej są obliczone okrągło na 1.000 bilionów ton. Są to zasoby olbrzymie, jeśli je zestawimy z produkcją, która w r.1935 wyniosła również w skali światowej 32 milionów ton.

Wydobycie to przedstawiało się według krajów w tymże 1935 r. w sposób następujący /w tysiącach ton/:

1/	Stany Zjednoczone A.P.	7.262
2/	Rosja	4.362
3/	Niemcy	3.401
4/	Anglia	2.747
5/	Chiny	2.642
6/	Indie Brytyjskie	1.979
7/	Francja	1.812
8/	Włochy	1.154
9/	Polska	515
	Pozostałe kraje	6.046.

Wspomnijmy że statystyka ta obejmuje nie tylko wydobywanie soli kamiennej lecz również i sól otrzymany w szeregu krajów z wody morskiej, lub w drodze eksploatacji słonych jezior.

Z europejskich złóż soli kamiennej najwięcej znane są złoża środkowo-niemieckie, których głównym ośrodkiem jest Staszfurt. Poza tym znane są słupy solne w Hannoverze. Słupy solne występują również i w Pozańskim /Inowrocław i in./.

Duże znaczenie dla nas posiadają złoża soli zwykłej wyciągnięte wzdłuż brzegu Karpat, poczynając na zachodzie od Wieliczki i jej okolic. Dalej ku wschodowi leży złożo Bochni. Po dłuższej przerwie spotykamy znów posuwając się wzdłuż brzegu Karpat sól w Lacku pod Dobromilem. Następnie ciągnie się szereg salin /Drohobycz, Dolina, Bolechów, Kosów i in./.

Wszystkie te podkarpackie złoża są związane, jak już wspominaliśmy z miocenem i tworzą normalnie leżące, aczkolwiek silnie pofałdowane serie.

Najwięcej znanymi z liczby wyszczególnionych złóż są oczywiście Wieliczka i Bochnia.

Wieliczka posiada bardzo skomplikowaną budowę, złożoną z trzech, nasuniętych na siebie fałdów przy czym ogólny upad

warstw jest południowy. Wyróżniane są tu trzy gatunki soli, noszące charakter poziomów stratygraficznych. Najwyżej leży tzw. sól zielona, tworząca nieraz bryły znacznych rozmiarów, lecz występująca i w postaci pokładów. Następnie mamy poziom soli "spiżowej" w postaci nieraz bardzo grubych pokładów, lecz jest ona nieco zanieczyszczona. Wreszcie najniższy leży poziom soli "szybikowej" - najlepszej w całym złoże.

Wskutek wspomnianego przefalldowania wszystkie te poziomy parokrotnie się powtarzają.

Złoże w Bochni posiada serię solonośną stromo wydzwigniętą. Zdania co do charakteru tego wydzwignięcia są podzielone, dawniej widziano w nim stromą antyklinę. Obecnie przeważa zdanie że mamy tu normalne ułożenie warstw stromo pochyłonych ku południowi.

Sól występuje w postaci parometrowych nieregularnych, wyklinowujących się pokładów, jak to widzimy na Fig.46.

Zasoby soli potasowych w skali światowej są również dość znaczne - w wysokości ponad 37 miliardów ton w przeliczeniu na zawarty w tych solach K_2O będącą zawsze wskaźnikiem wartości tych soli. Jeśli zestawimy tą cyfrę z cyfrą światowego wydobycia, które wynosiło w r. 1936 2,4 miliona ton /również w przeliczeniu na K_2O / to zobaczymy że produkcja jest zabezpieczoną na długi szereg lat.

W przeciwieństwie jednak do soli zwykłej złoże soli potasowych są zgrupowane tylko w kilku krajach.

Te zasoby znajdują się w dwóch krajach: w Niemczech i w Rosji.

W Niemczech sole potasowe występują w tymże środkowym obszarze co i sole zwykłe. W Rosji są one związane z zachodnim zboczem Uralu.

U nas złoże soli potasowych znajdują się we wspomnianym już podkarpackim obszarze, gdzie tworzą rozległy rejon między Stebnikiem na zachodzie, a okolicami Kałusza na wschodzie. Są tu czynne trzy kopalnie: Stebnik, Kałusz i leżący w pobliżu tej ostatniej kopalni Hołyn.

W Stebniku przeważają sole siarczanowe w ich liczbie kainit, polihalit, lanbeinit. W Kałuszu i Hołyniu odgrywają główną rolę chlorki przede wszystkim w postaci sylminitu.

Na Fig.47 mamy przedstawiony przekrój przez złoże w Kałuszu.

III. Z Ł O Ż A R U D .

O g ó l n e p o j e ć i e o r u d a c h i i c h z ł o ż a c h .

Rudą nazywamy taką mineralną substancję z której można przy danym stanie techniki hutniczej otrzymać w czystym stanie znajdujące się w niej metale. Przy czym to wydobywanie metali jest z ekonomicznych punktów widzenia opłacalne.

Zaznaczamy w tym miejscu, że w polskim języku używa się często zamiast słowa "ruda" nazwę "kruszec".

W skład danej rudy może wchodzić albo jeden metal, albo też parę. W tym ostatnim wypadku należy rozróżniać następujące możliwości:

1/ Celem przeróbki hutniczej jest tylko jeden metal, zaś inne odgrywają rolę podrzędną, a przeto nie zasługują na ich wydzielenie. Takie domieszki mogą być czasem szkodliwe, jak na przykład domieszka cynku do rud żelaznych, czasem zaś odwrotnie mogą być pożyteczne jak domieszka manganu do rud żelaznych.

2/ Przedmiotem produkcji hutniczej jest parę znajdujących się w rudzie metali. Przykładem tego jest dajmy na to srebronośna galena, lub złoto występujące jako domieszka w rudach miedzi. Typową zaś rudą tego typu jest ruda płonna /Fahlerz/, w skład której wchodzi w różnych ilościowych kombinacjach: miedź, srebro, arsen, antymon.

3/ Rudy różnych metali występują samodzielnie lecz są tak zmieszane ze sobą w złożach, że muszą być wydobywane wspólnie i oddzielane następnie od siebie w drodze przeróbki mechanicznej. Typowym przykładem tego rodzaju występowania są rudy cynku i ołowiu a częściowo i srebra. Dla tego też mówimy zwykle o rudach cynkowo-ołowianych, lub srebrno-cynkowo-ołowianych.

Złożem rudnym nazywamy skupienie rud, które powstało w sposób naturalny i zajmuje w przyrodzie, ściślej biorąc, w skorupie ziemskiej pewną określoną przestrzeń. Musimy przy tym podobnie jak i w stosunku do złóż innych minerałów użytecznych zrobić to zastrzeżenie, że za złoża przyjmujemy takie skupienie rudy, które może być obecnie lub w bliższej przyszłości przedmiotem górniczej eksploatacji.

Przy opisie każdego złoża rud należy w większym stopniu niż w stosunku do innych złóż dążyć do wyjaśnienia pochodze-

nia złoża. Tylko ustalenie tego może pozwolić na należyta ocenę złoża i na jego racjonalną eksploatację.

Utworzenie złóż rudnych i ich klasyfikacja.

Pierwotnym źródłem metali i ich związków, wchodzących w skład rud, jest rozplawiona magma, znajdująca się w głębi ziemi. Zależnie od sposobu w jaki wydzielają się z tej magmy poszczególne rudy, tworzące następnie złoża ustalamy różne typy złóż rudnych, co znów służy do klasyfikacji tych ostatnich.

Klasyfikacja ta była dawniej opierana raczej na zewnętrznych formach złóż, mówiono o złożach pokładowych, żylnych, o wtrąceniach rud w skały itd. Z biegiem czasu poczęto coraz więcej posługiwać się pierwotnymi warunkami w jakich się złoża tworzyły, opierając na przykład taki podział złóż na temperaturze, przy której się pewna część złóż tworzyła.

Przy tej klasyfikacji, którą tu podajemy, uwzględnimy do pewnego stopnia i warunki tworzenia i formy zewnętrzne, które złoża przy tym utrzymały.

Dzielimy złoża rud na następujące siedem grup:

Złoża magmatyczne. Rozplawiona magma znajdująca się w głębi ziemi przedstawia taką mieszaninę minerałów, będących najróżnorodniejszymi związkami krzemicznymi. Zastygając magma, zależnie od obecności tych czy innych minerałów, tworzy skały różnych typów, którym dajemy ze względu na ich pochodzenie ogólną nazwę skał wybuchowych. Skały te, jak wiadomo, są złożone z różnych minerałów.

Magma, znajdująca się w głębi ziemi, ma mniej więcej jednolity charakter. Podnosząc się ku górze, magma zmienia swój charakter. Traci ona przede wszystkim szereg lotnych składników w postaci pary wodnej, CO_2 , HCl , SO_2 i innych. Następnie poczynają w magmie w miarę obniżenia temperatury wykryształizowywać się składniki najłatwiej ją nasycające. Tak że zmienia ona stopniowo swój charakter, aż wreszcie zastyga cała magma.

Kolejność i skład wydzielających się z magmy minerałów zależy od ilości odnośnych składników w tej magmie, ich rozpuszczalności, od temperatury i od ciśnienia. Kolejność ta jest mniej więcej następująca: Najwcześniej wydzielają się rudy i inne drugorzędne co do ilości składowe części magmy. Potem idą krzemiany, przede wszystkim alinoin, następnie pinokseny i amfibole, skalenie i wreszcie czysty kwarc. Ten porządek wydzielania minerałów pozwala nam wnioskować do pewnego stopnia w jakich częściach zastygłej

magmy możemy się spodziewać tych czy innych minerałów. Tak na peryferycznych częściach możemy oczekiwać najłatwiej się krystalizujących minerałów tj. rud i więcej zasadowych krzemianów. Środkowe zaś części są bogatsze w krzemionkę. Tego rodzaju zróżnicowanie zastygłej magmy na część peryferyczną, zasadową i środkową więcej kwaśną może być szczególnie dobrze obserwowane w niedużych względnie masach skał wybuchowych.

We wspomniany sposób mogą się wydzielić z pierwotnej magmy więcej zasadowe części zawierające w sobie nieraz i większe skupienia rud, które nazywamy złożami rud typu magmatycznego.

Tak powstają złoża następujących rud:

- 1/ Złoża samorodnej platyny wśród najczęściej zasadowych skał typu aluminowego /penydotyty/.
- 2/ Utlenione rudy w postaci żelaziaka chromowego, również w penydotytach i serpentytach, magnetytu w gabnach i niektórych odmianach sylników.
- 3/ Siarczki miedzi, niklu i innych metali również w penydotytach i serpentytach.

Ze złóż tych mają poważne przemysłowe znaczenie złoża pierwszych dwóch grup.

Złoża rud typu magmatycznego wydzielają się więc z rozplawionej magmy jednocześnie z innymi skałami, w których się one następnie znajdują. Są więc to złoża, jak się mówi "syngenetyczne" w stosunku do umieszczających je skał.

Na Fig.48 mamy przedstawione plan i profil jednego ze złóż omawianego typu jak to złożo siarczku niklu, występującego wspólnie z siarczkiem żelaza w Meinkjær w Norwegii.

Widzimy serię skał osadowych /kupków/ bardzo starego /przedkambryjskiego/ wieku, przeciętych wylewem skał wybuchowych typu zasadowego. Rudy tworzą skupienia podobne do pokładów na granicy między skałami wybuchowymi i osadowymi.

Widzimy więc, że w złożach magmatycznych rudy znajdują się najbliżej swego pierwotnego źródła, bo w granicach zastygłej skały wybuchowej.

Złoża kontaktowo-metamorficzne. W tym typie złóż rudy tworzą się w pasmie kontaktu /zestąpienia/ rozplawionej magmy ze skałami przerywanymi przez nią przy jej wylaniu.

Rudy tworzą się przed ostatecznym ochłodzeniem i skrzepnięciem magmy. Są one czasem spotykane w samej zastygłej mag-

nie, ale częściej w skałach przemywanych przez magmę.

Utworzenie się złóż rud może być spowodowane oddziaływaniem wyższej temperatury rozplawionej magmy na te skały, w większym jednak stopniu przez reakcje chemiczne między magmą, a skałami przez nią przecinanymi. Dużą rolę odgrywają przy tym gazy, wydzielające się z magmy i trafiające do tych skał.

Utworzenie złóż dużo zależy od charakteru skał, przemywanych przez magmę. Najodpowiedniejszymi do utworzenia złóż kontaktowo-metamorficznych są skały typu wapiennego.

Ponieważ skały przecinane przez magmę ulegają wpływowi wysokiej temperatury i w pobliżu tego przecięcia metamorfizują się /zmieniają swój charakter/, więc złoża rud znajdujące się zwykle wśród skał tego rodzaju nazywamy kontaktowo-metamorficznymi.

Złoża tego typu są oczywiście epigenetyczne /późniejsze co do pochodzenia/ w stosunku do skał przemywanych przez magmę.

Złoża mają z natury rzeczy formę dość nieregularną. Na Fig.49 mamy przedstawiony schematyczny przekrój przez złożo kontaktowo-metamorficzne. Widzimy jak skała wybuchowa metamorfozuje wszystkie przylegające do niej skały o charakterze kupańsko-wapienno-kwarcytowym. Rudy tworzą się jednak tylko wśród skał wapiennych w ich częściach przylegających do kontaktu ze skałą wybuchową.

W postaci złóż kontaktowo-metamorficznych występują najczęściej magnetyty, rzadziej hematyty, następnie cholekopyty oraz rudy cynkowo-ołowiane.

Złoża kontaktowo-metamorficzne są już w nieco dalszym związku ze skałami wybuchowymi niż magnetyczne. W każdym jednak razie mogą one występować tylko w bezpośredniej bliskości z tymi skałami.

Złoża następnych trzech grup mają tą wspólną cechę, że powstały one przeważnie przy udziale krążących w głębi ziemi wód zmineralizowanych. Wody te rozpuszczają w sobie związki metaliczne, znajdujące się w skałach wybuchowych. Tego rodzaju wody są często związane z działalnością wulkaniczną, mającą miejsce w głębi ziemi i stanowią jeden z przejawów zawierania tej działalności.

Wody te są zwykle nagrzane, czyli tzw. termalne. W swym ruchu ku górze wykorzystują one szczeliny różnego rodzaju, przenikają w głąb spotykanych po drodze skał porowatych a przy odpowiednim składzie chemicznym tych ostatnich wchodzą z nimi w reakcje chemiczne.

W niektórych złożach łączność tych zmineralizowanych wód z działalnością wulkaniczną jest jasną. W większości jednak wypadków ustalić ten związek jest trudno, wobec tego, że wody odbywają nieraz daleką wędrówkę od obszaru w którym zostały zmineralizowane do miejsc, gdzie wytworzyły one skupienia rud.

Wszystkie powstałe w ten sposób złoża są epigenetyczne w stosunku do skał je owieńczających.

Wśród tych złóż możemy wyróżnić trzy typy, które przyłączymy do opisanych już powyżej typów złóż magmatycznych i kontaktowo-metamorficznych.

Zaznaczamy, że w niektórych wypadkach mogą do pewnego stopnia przyczynić się do wytworzenia złóż i gazy, wydzielające się z magmy, podobnie jak to widzieliśmy w stosunku do złóż kontaktowo-metamorficznych, tego rodzaju pochodzenie złóż nazywamy pneumatolitycznym.

3. Złoża żyłne. Pod względem geologicznym rudne żyły są to szczeliny, przecinające skały i wypełnione substancją, zawierającą rudę. Takie rudne żyły przedstawiają sobą mniej lub więcej nieprawidłowe płyty, pochylone pod różnymi kątami i wykazujące znaczną zmienność co do grubości i kierunku. Żyły często wyklinowują się.

Rozróżniamy żyły proste /Fig.50/, przedstawiające sobą wypełnienie jednej tylko szczeliny i żyły złożone /Fig.51/ zawierające całe pasma cienkich mniej lub więcej równoległych żyłek. Między tymi żyłkami występują zwykle ułamki tych skał, które żyła przecina.

Miażdżość prostych żył rzadko kiedy przekracza 1 m. Miażdżość żył złożonych sięga czasem 100 m.

Żyły jak proste, tak i złożone występują zwykle seriami, przy czym ilość ich w jednym obszarze przekracza czasem 1.000. W zależności od miejscowych warunków geologicznych żyły tworzą albo serie równoległe /Fig.52/, albo promieniaste /Fig.53/, albo wreszcie przecinają się w postaci siatki /Fig.54/. W tym ostatnim wypadku należy rozróżniać serie nie wykazujące określonych kierunków, albo też serie, w których żyły posiadają jakies dwa wzajemnie krzyżujące się kierunki, jak to widzimy właśnie na Fig.54. Czasem może być takich kierunków trzy, lub więcej.

W żyłach, podobnie jak w pokładzie rozróżniamy rozciągłość /bieg/ i upad. Żyłami stromo pochylonymi nazywamy te, które posiadają upad 70° - 90° , zaś poziomo pochylonymi o upadzie poniżej 70° . Na ogół żyły są w porównaniu z pokładami stromo pochylone; przeważnie ponad 40° .

Długość żył w kierunku ich biegu jest różna. Żyły cynkowo-ołowiano-srebrne we Freiburgu posiadają długość 1 - 8 kilometrów. Najdłuższą ze wszystkich żył jest żyła z kwarcem złotonośnym w Sierra Nevada w Kalifornii; ciągnie się ona na 112 kilometrów, co prawda z pewnymi przerwami.

Co do głębokości, do której sięgają żyły rudne, mamy mniej danych, gdyż w olbrzymiej większości żył roboty górnicze nie osiągnęły w kierunku głębokości ich zakończenia i były zatrzymane z powodu trudności technicznych, lub też nieopłacalności głębszej eksploatacji.

Najgłębsze roboty osiągnęły w żyłach rudonośnych Przybramm 1.300 m.

Teoretyczne rozważania doprowadzają do wniosku, że otwarte szczeliny, w których mogą krążyć mineralne roztwory, znajdują się tylko do głębokości 3.000 - 4.000 m. Głębiej szczeliny pod wpływem ciśnienia skał powinny się zamknąć. Ale niezależnie od tego na głębokościach nawet mniej znacznych woda pod wpływem bardzo wysokiej temperatury powinna się rozłożyć na swe składowe części i nie być może w możliwości osadzenia odnośnych rud.

Żyły trą zwykle skały osadowe w poprzek ich biegu, znacznie rzadziej w kierunku rozciągłości.

Szczeliny, tworzące żyły, mogą powstać albo przy ochładzaniu skał wybuchowych, albo też przy procesach tektonicznych, wskutek związanego z nim ciśnienia na skały.

Co do przyczyn, wywołujących osadzanie rud i innych substancji, wypełniających żyły, to w większości wypadków pierwszym procesem tworzenia jest następujący: 1/ Wydzielenie cudośnych substancji z rozplawionej magmy; 2/ utworzenie szczelin; 3/ utworzenie zmineralizowanych roztworów; 4/ cyrkulacja tych roztworów wzdłuż szczelin i osadzanie z roztworów rudnych minerałów.

W pewnych wypadkach mogą przy tym odgrywać rolę i wydzielające się z magmy gazy.

W postaci żył występują najczęściej następujące rudy: cynkowe, cynkowo-ołowiano-srebrne, srebrno-złote, złotonośne kwarcy, rudy miedzi.

W żyłach znajdujemy zwykle prócz substancji rudnej wypełnienia głównie w postaci kwarcu i jego odmian, oraz węglanów jak kalcyt, dolomit, magnezyt i in. Obecności w żyłach, szczególnie złożonych, ułamków skał przecinanych przez żyły, już wspominaliśmy powyżej.

4. Złoża impregnujące skały, lub w ogóle wypełniające w nich wszelkie pustki. Złoża tej grupy powstają w ten sposób, że roztwory mineralizujące trafiają do pewnych skał i wypełniają w nich pory i różne pustki. Złoża te zachowują zwykle zewnętrzną formę skał, które wypełniają /skał zwykle osadowych/. Dlatego też są te złoża trudne nieraz do odróżnienia od złóż osadowych. Różnica polega przede wszystkim na tym, że złoża nie są związane w skałach z pewnymi poziomami stratygraficznymi /charakteryzującymi się dajmy na to przez pewny specjalny zespół femaistyczny/. Natomiast rozmieszczenie rud jest zależne od budowy skał, przy czym są skrzętnie wykorzystywane pustki. Dlatego też do utworzenia złóż tego typu dobrze się nadają pokłady potrząskane wskutek różnych przyczyn.

Od złóż kontaktowo-metamorficznych różnią się one brakiem jakiego bądź związku ze skałami wybuchowymi.

Do grupy tej należą głównie siarczki różnych metali, przede wszystkim żelaza, miedzi, niklu. Zaś szczególnie dużą rolę odgrywa omawiany typ wśród złóż siarczku rtęci /cynobru/.

Na Fig.55 mamy przekrój przez najmniej znane złożo cynobru w Almaden w Hiszpanii. Widzimy jak cynober wypełnia pewne ławice w piaskowcu, szczególnie w pobliżu nieprzepuszczalnych łupków, których sąsiedztwo sprzyjało krążeniu roztworów.

5. Złoża metasomatyczne. Złoża te powstają wtedy, gdy roztwory, dążące ku górze spotykają na swej drodze podobnie jak w poprzednim typie skały zawierające pory i pustki i poczynają krążyć w tych skałach. Specyficzność zjawiska metasomatozy polega na tym, że związki chemiczne, tworzące te skały są łatwiej rozpuszczalne niż związki metaliczne znajdujące się w roztworze. Następuje wtedy wymiana. Do roztworu przechodzą substancje skalne, zaś związki metaliczne osadzają się na ich miejscu.

Proces ten nosi nazwę metasomatozy, a powstające w ten sposób złoża są nazywane metasomatycznymi..

Do utworzenia złóż tego typu najlepiej się nadają skały wapienne i dolomityczne, czyli łatwo rozpuszczalne, szczególnie w wodach zawierających CO₂. Dolomity są o tyle lepsze od wapieni, że noszą więcej porowaty charakter, a więc są bardziej odpowiednie do krążenia zmineralizowanych roztworów. Bywa czasem tak że początkowo wapienie zamieniają się w dolomity, a już następnie w tych ostatnich tworzą się złoża metasomatyczne.

Budowa złóż jest z natury rzeczy nieregularna. Rozmieszczenie rud jest zależne od charakteru petrograficznego skał, dużą rolę odgrywają przy tym jak i w poprzednim typie wszelkie szczeliny i innego rodzaju pustki. Wpływają również dodatnio

wszelkie czynniki sprzyjające intensywniejszemu nagromadzeniu i krążeniu roztworów mineralizujących, jak nieckowata budowa warstw, obecność w spagu pewnych seryj warstw nieprzepuszczalnych, przecięcie niecek na ich skrzydłach przez uskoki itd.

Najczęściej spotykamy w postaci złóż metasomatycznych rudy cynkowo-ołowiane, następnie zaś tlenki żelaza i manganu.

Od poprzedniej grupy złoża metasomatyczne różnią się, tem że powstają one w drodze wzajemnego oddziaływania między skałami wmieszczającymi, a roztworami mineralizującymi, wówczas gdy złoża impregnacyjne powstają przez zwykłe nasycanie i osadzanie.

Na Fig.56 widzimy przykład złoża metasomatycznego w postaci złoża rud cynkowo-ołowianych na Sardynii. Jak widzimy skupienia rud tworzą nieregularne gniazda w skałach typu wapienno-dolomitycznego. Możemy zaobserwować że rudy gromadzą się w stropie wodnieprzepuszczalnych łupków.

Na Fig.57 mamy jedno z metasomatycznych złóż hematytu w Anglii. Tu rudy zajmują górną część pokładu wapiennego. Dolna część pozostała nie zmetasonatyzowana ze względu na jej ilasty charakter.

W odróżnieniu od poprzedniego przykładu widzimy, że tu ruda nie tworzy nieregularnych skupień jak w przypadku rud cynkowo-ołowianych, a zastępuje całkowicie skałę, przyjmując do pewnego stopnia charakter pokładowy.

6. Złoża rud osadowych. Do tej grupy zaliczamy rudy, które utworzyły się jako osady z roztworów związków metalicznych w wodzie morskiej, lub czasem jeziornej. Noszą więc one jakby charakter skał osadowych.

Ten typ złóż jest, jak widzieliśmy, zwykły dla niemetalicznych złóż minerałów użytecznych, jak węgle, ropa naftowa, sole i in. Co się zaś tyczy surowców metalicznych, to ten sposób powstania stwierdzany niemal wyłącznie tylko u rud żelaznych i manganowych.

Najczęściej spotykana forma złoża tego typu jest pokład, choć czasem spotykamy i inne formy jak na przykład gniazda. Występują również nieraz rudy w postaci konkrekcji. Te ostatnie jednak są związane zwykle z pewną warstwą w serii utworów geologicznych i tworzą znów jakby pokład; złożony ze skały płonnej z tkwiącymi w niej konkrekcjami, jak to widzimy na Fig.58.

Nie zawsze dany pokład jest rudonośny w całej swej rozciągłości. Może on w zależności od lokalnych zmian w wa-

runkach osadzania /sedymentacji/ zubożeć pod względem zawartości metali o tyle, że nie będzie już odpowiadać pojęciu o rudzie, może wreszcie całkowicie zamienić się w skałę płonną.

Pokłady rudy mogą się powtarzać wielokrotnie wśród pokładów pewnej serii, którą w takim wypadku nazywamy rudonośną; tak jak powyżej wyróżnialiśmy serie węglonośne, naftonośne, lub solanośne.

Charakterystyczną cechą każdego złoża osadowego jest oczywiście jego ścisły związek z pewnym określonym poziomem stratygraficznym. Tak mówimy na przykład o rudonośnym poziomie w oligocenie lub innym piątce. Odnosi się to zwykle do dużego obszaru; nie zaś do lokalnych skupień rudy w pewnych seriach warstw, jak to widzieliśmy w złożach, należących do innych typów.

Osadowe złoża rud są oczywiście syngenetyczne w stosunku do skał je otaczających. Razem z tymi ostatnimi ulegają one potem różnego rodzaju dyslokacjom tektonicznym, zostają porażdowane, przecięte uskokami itp.

Pokładowa forma występowania złóż osadowych rud nie zawsze występuje w czystej formie. Obserwujemy, podobnie zresztą jak i w innych osadowych złożach /węgla, soli itp./, zgrubienia pokładów, ich ścienienia, lub nawet całkowite wykliniowanie się. Mówimy w takich wypadkach o soczewkach rudnych.

Czasem znów substancja metaliczna osadza się na rozrytej powierzchni jakiejś serii warstw i tworzy w znajdujących się tam zagłębieniach tzw. gniazda rud /Fig.59/.

Utworzenie złóż osadowych rud w pewnych stratygraficznych seriach skał tłumaczy się usilnym znoszeniem w pewnym okresie geologicznym do danego zbiornika wodnego /do części morza, lub do jeziora/ odnośnych rozтворów metalicznych.

Na Fig.57 widzimy przekrój geologiczny przez osadowe złoża rud żelaznych w obszarze częstochowskim. Widzimy tu wśród łków jumajskich 2 pokłady żelaziaka ilastego, a nad nimi 2 warstewki, wypęknione sferosyderytami.

Złoża rud osadowych mogą być rozdzielone na dwie grupy:

- 1/ Złoża znajdujące się wśród normalnych utworów osadowych i
- 2/ złoża zmetamorfizowane, które uległy wraz z zawierającymi je skałami osadowymi silnemu ciśnieniu tektonicznemu, co zmieniło ich pierwotną strukturę.

Wśród należących do typu złóż osadowych rud żelaznych i manganowych spotykamy złoża i jednej z tylko co wspomnianych grup i drugiej.

Co do procesów, dzięki którym powstają rudy osadowe, to pewne światło rzuca na nie obecnie obserwowany sposób powstawania rud darniowych. Rudy te tworzą się w błotnych nizinach, w zagłębieniach, wypełnionych przez wodę.

Ruda darniowa jest to jak wiemy limonit $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ z dużą zawartością fosforu i manganu. Złoża tej rudy są zwykle cienkie, rzadko kiedy osiągają 1 metr.

Powstają one z żelazistych roztworów, które tworzą się w drodze roznycia skał zawierających w swym składzie żelazo. Tak z pokładu pirytu FeS_2 tworzy się siarczan żelaza FeSO_4 . Następnie zaś przez oddziaływanie wód powierzchniowych z CO_2 na skały, zawierające w swym składzie żelazo, powstają węglany żelaza FeCO_3 .

Na utworzone w ten sposób związki żelaza oddziałuje tlen powietrza, zamienia je w trudno rozpuszczalne tlenki, które z początku gromadzą się na powierzchni wód stojących, tworząc tzw. rdzę żelazną, następnie zaś opadają na dno zbiornika i w ten sposób powstają rudy darniowe.

Podobnie mogła powstać w ubiegłych epokach geologicznych część osadowych rud żelaznych i manganowych, będących tlenkami tych metali.

Jeśli procesy odbywały się bez dostępu powietrza na przykład w morzach, lub głębokich jeziorach, to związki żelaza nie utleniały się a osadzały w postaci syderytu.

Dzięki tworzeniu się rud syderytowych odgrywa dużą rolę zdolność niektórych substancji do osadzania z roztworów pewnych innych składników. Nazywa się to "adsorbacją". Niektóre substancje drobno-łlaste posiadają zdolność tą w wysokim stopniu. Otóż przy tworzeniu się takich łąw osadzające się cząsteczki, wydzielają z roztworów znajdujące się tam substancje żelaziste i w wyniku tego tworzą się pokłady syderytu, zmieszanego z łąw, czyli tzw. żelaziaki łąste.

Jest to ruda bardzo rozpowszechniona w obszarach częstochowskim, świętokrzyskim, a poniekąd i w karpackim.

Czasem wypadające z roztworu substancje żelaziste nie rozdziela się równomiernie, a koncentrują dokoła pewnych ośrodków, którymi są bardzo częste na przykład pewne skamieniałości. Tego rodzaju skupienia noszą nazwę konkrecyj.

Należy wspomnieć na tym miejscu o rudach oolitowych, tj. złożonych z drobnych otoczonych ziaren. Tworzą się one w wodzie, znajdującej się w ruchu. Związki żelaza osadzają się przy tym około pewnego ośrodka, na przykład ziarenka piasku. Ośrodki te są razem z wodą w ciągłym ruchu, aż dopóki wskutek swego ciężaru nie opadną na dno.

7. Złoża napływowe. Złoża te powstają wskutek wietrzenia i burzenia starych złóż. Woda unosi powstałe okruchy i następnie osadza je, tworząc nowe złoża, leżące, jak się mówi na drugorzędym łóżysku.

Rozróżniamy przy tym złoża z materiału okruchowego zcementowanego i luźne masy napływowe.

- 1/ Złoża zcementowane powstały w dawnych epokach geologicznych przed trzeciorzędem.
- 2/ Złoża luźne utworzyły się nie wcześniej jak w trzeciorzędzie, przeważnie zaś w epoce czwartorzędowej.

W tworzeniu złóż napływowych należy rozróżniać następujące cztery etapy:

- a/ Zniszczenie starszego złoża przez mechaniczne wietrzenie.
- b/ Rozsortowanie materiału okruchowego, unoszonego przez wody.
- c/ Nagromadzenie tego materiału w złoża.
- d/ Ewentualne zcementowanie ułożonego materiału /w złożach przedtrzeciorzędowych/.

W postaci złóż napływowych możemy spotykać tylko rudy, posiadające następujące cechy:

- 1/ Trudno ulegające rozpuszczeniu w wodzie, gdyż w przeciwnym wypadku mogły by być uniesione aż do morza.
- 2/ Trudno ulegające zmianom chemicznym, a więc pozostające w stanie pierwotnym przy transporcie wodnym.
- 3/ Posiadające znaczny ciężar gatunkowy. Ten ostatni warunek jest niezbędny z punktu widzenia należytego odsortowania materiału i oddzielenia ciężkich cząstek rudnych od lekkiego materiału skalnego, unoszonego przez te same wody bieżące.

Postawionym powyżej warunkom odpowiadają najlepiej dwa szlachetne metale rodzime: złoto i platyna, zaś z tlenków - tlenek cyny SnO_2 czyli tzw. kasyteryt.

Przy wietrzeniu trafiają do mas napływowych cząsteczki metalu nawet bardzo drobno rozsiane w skale, tworzącej złoża pierwotne. Przy wspomnianym transporcie następuje koncentracja tych cząstek wobec ich dużego ciężaru gatunkowego w dolnej części mas napływowych, na granicy ze skałą podścielającą.

Wskutek tego bywa często tak, że złoża pierwotne w danej miejscowości nie mają znaczenia praktycznego, zaś pochodzące z ich rozmycia złoża napływowe, wskutek tego naturalnego procesu koncentracyjnego mogą się stać objektem eksploatacji.

Na Fig. 60 widzimy schematyczny przekrój przez jeden z obszarów złotonośnych w Klondajku /pogranicze Stanów Zjednoczonych A.P. i Kanady/.

Rozróżniamy tu trojakiemu rodzaju masy napływowe:

- a/ Leżące wysoko ponad doliną i utworzone w okresie pliocenu. Są one głównym objektem eksploatacyjnym.
- b/ Występujące w postaci drobnych nieregularnych tarasów w zboczu dolin. Powstały one już w okresie czwartorzędowego i są pozostałością po dawnej dolinie rzecznej.
- c/ W obecnej dolinie rzecznej znajdują się najniższe złotonośne masy napływowe.

O ile chodzi o złoża, związane z dolinami rzeczными, to występują one wzdłuż tej ostatniej, zaś złóż pierwotnych w postaci dajmy na to złotonośnych żył kwarcowych powinniśmy poszukiwać w górnym biegu takiej rzeki.

Czasem jednak złoża napływowe nie występują wzdłuż dolin rzecznych, a tylko wyłącznie w jednym zboczu doliny w porzek tej ostatniej.

Złoża te powstają również z wietrzenia złóż pierwotnych, nie są jednak unoszone przez wody, a pozostają w zboczu. Są one przy tym często zmieszane z produktami wietrzenia innych skał, występujących w tym zboczu, jak to widzimy na Fig. 6h.

W t ó r n e z m i a n y r u d w z ł o ż a c h.

Zmiany te powstają pod wpływem wód atmosferycznych, przenikających z powierzchni ziemi i przesączających się przez złoża w głąb aż do spoczenia tzw. wód gruntowych.

Jeśli złoża, jak to przeważnie bywa, leży częściowo ponad zwierciadłem tych wód gruntowych, to możemy w nim wyróżnić następujące trzy poziomy:

- 1/ Górny poziom ulegający procesom wietrzenia i utlenienia.
- 2/ Średni poziom, gdzie się odbywa koncentracja, czyli cementacja rud. Poziom ten znajduje się w pobliżu zwierciadła wód gruntowych.
- 3/ Dolny poziom z pierwotnymi, niezmiennymi rudami leży poniżej tego zwierciadła wód gruntowych.

W poziomie utlenienia pod wpływem znajdujących się w wodach atmosferycznych tlenu i CO₂ większość rud zamienia się w tlenki i węglany różnych metali.

Wobec tego że we wszystkich prawie rudach znajdują się, jako domieszki, związki żelaza, głównie w postaci siarcz-
ków żelaza, te ostatnie utleniają się w pobliżu powierzchni w wodne tlenki żelaza, które są trudno rozpuszczalne a więc pozostają przeważnie na miejscu. Związki innych metali po ich utlenieniu jako łatwiej rozpuszczalne pozostają w roztworze i opuszczają się w głąb złoża.

W ten sposób następuje zwykle w najwyższej części złoża, niezależnie od jego pierwotnego charakteru wzbogacania w tlenki żelaza, tworzące tak zwaną "czapę żelazną". Daje się ona łatwo rozpoznać wskutek swego brunatnego, a czasem czerwonego zabarwienia.

Wspomniane utlenione związki innych /poza żelazem/ metali opuszczają się do poziomu cementacji, gdzie wchodzi w reakcje chemiczne ze znajdującymi się poniżej poziomu wód gruntowych siarczkami. W wyniku tych reakcyj tworzą się albo siarczki mniej zasobne w siarkę, a przeto zawierające więcej metalu, albo też metale rodzime.

W ten sposób w tym środkowym poziomie w pobliżu zwierciadła wód gruntowych, następuje koncentracja rud wtórnego pochodzenia; bogatszych pod względem zawartości metali, więc w rezultacie poziom ten jest często najbogatszym w całym złożu.

Jak zobaczymy poniżej, istnieją pewne specyficzne rudy, charakteryzujące ten poziom.

W trzecim poziomie, leżącym poniżej poziomu wód gruntowych, rudy, pozostają niezmiennione. Są to przeważnie siarczki.

Jak się przedstawia schematycznie podział złoża na poziomy widzimy na Fig. 62.

Mamy tam przedstawiony przekrój przez pewną część znanego złoża miedzionośnego pirytu w Rio Tinto w Hiszpanii. Rudę pierwotną jest właśnie ów miedzionośny piryt z nieznaną do-

mieszką złota i srebra. W poziomie utlenienia utworzyła się gruba "czapa żelazna" ze śladami tylko miedzi. Poziom cementacji jest najbogatszy w miedź, tu również stwierdzono największą domieszkę złota i srebra.

W praktyce spotykamy się nieraz z odchyleniami od tego schematu. Mogą one być głównie dwojakiego rodzaju.

1/ Jeśli w jakimś obszarze rudonośnym wietrzenie i znoszenie tego materiału wietrzeniowego postępuje bardzo szybko w porównaniu z opisanymi chemicznymi procesami, którym ulegają rudy, to w pewnych wypadkach niemal bezpośrednio na powierzchni będziemy mieć rudy pierwotne.

2/ Jeśli poziom wód gruntowych w porównaniu z ubiegłymi okresami czasu podniósł się, to możemy poniżej jego zamiast oczekiwanych rud pierwotnych spotkać rudy poziomu cementacji.

Prze gl ą d n a j w a ż n i e j s z y c h r u d i i c h z ł ó ż .

Złóża złota. Główną rudą złota jest piryt, zamieniający w sobie większy lub mniejszy procent złota. Poza tym złoto występuje w postaci rodzimej. Znacznie rzadziej spotykamy rudę, będącą połączeniem złota, a częściowo i srebra z tellurem.

O ile złoto występuje wspólnie z pirytem, to nie daje się ono odróżnić na oko i można je odkryć tylko przy pomocy analizy chemicznej.

Najbogatsze złóża złota w tej liczbie i rodzimego spotykamy zwykle w poziomie cementacji. W poziomie utlenienia znajduje się go zwykle mało.

Złóża złota należą prawie wyłącznie do następujących trzech typów: 1/ Złóża w postaci żył; 2/ złóża impregnacyjne; 3/ złóża napływowe.

W żyłach minerałem wypełniającym poza złotem i pirytem jest zwykle kwarc.

Co do złóż impregnacyjnych to przemysłowe znaczenie posiadają niemal jedynie złóża w Południowej Afryce, gdzie wyjątkowo bogate skupienia złota impregnują tzw. zlepieniec. Witmatersrandu. Wiek tych zlepieńców jest karboński. Pochodzenie tych złóż nie jest jeszcze dostatecznie wyjaśnione.

Napływowe złóża złota odgrywają dużą rolę. Zwykle z początku w nowym obszarze złotonośnym odkrywają i eksploatują te właśnie złóża. Dopiero później odkrywają żyły złotonośne.

Za minimalną zawartość złota w złożu nadającym się do eksploatacji przyjmuje się parę gramów na 1 tonę wydobywanego materiału. W złożach napływowych to minimum może przy dogodnych warunkach eksploatacji obniżyć się do ułamka grama na 1 tonę.

Światowa produkcja złota wynosiła ostatnio około 1.100 ton rocznie. Pierwsze miejsce zajmowała przy tym Południowa Afryka, potem szły Rosja, Kanada i Stany Zjednoczone A.P.

Złoża platyny. Znana jest właściwie tylko platyna rodzima. Zawiera ona zwykle domieszkę żelaza i tzw. minerałów platynowych /irydium, osmium i in./ tak, że zawartość metalu platyny wynosi zwykle 70 - 96%.

Tu rozróżniamy pierwotne złoża platyny i wtórne.

Pierwotne należą do typu magmatycznego i są związane z silnie zasadowymi skałami oliminowymi /dunity/.

Złoża eksploatowane należą do typu napływowych. Są to przeważnie platynonośne piaski pochodzenia rzeczno-górnego. Zawartość platyny wynosi zwykle parę gramów na 1 t piasku. Światowe wydobycie platyny wynosiło ostatnio około 6 t rocznie.

Głównymi krajami-producentami były Rosja /Ural/ i Kolumbia. W ostatnich latach zwróciły na siebie uwagę złoża w Kanadzie i południowej Afryce.

Złoża srebra, cynku i ołowiu. W całym szeregu złóż rudy tych trzech metali są tak ściśle z sobą związane, że powinniśmy je omówić wspólnie.

Najgłówniejsze rudy srebra są następujące:

Srebronośne: galena, blenda cynkowa, piryt.

Srebro rodzime.

Argentyt /Błyszcz srebra/ Ag_2S

Srebronośna ruda płonna /tetnaldryt/, będąca połączeniem miedzi i srebra głównie z artenem i antymonem.

Stefanit Ag_2SbS_4 .

Najbogatsze rudy srebra znajdują się w pasmie cementacji.

Najgłówniejsze rudy ołowiu są następujące:

Galena PbS

Cerusyt $PbCO_3$

Anglezyt $PbSO_4$

Galena występuje w poziomie rud pierwotnych i w poziomie cementacji. W tym ostatnim jest ona zwykle specjalnie wzbogacona w srebro. W poziomie utlenienia przechodzi galena w cerusyt i anglezyt. Na ogół jednak galena ulega utlenieniu znacznie trudniej, aniżeli towarzyszące jej w złożach pierwotnych siarczki cynku i żelaza. Dlatego też i w poziomie utlenienia spotykamy nieraz galenę wśród galmanów i limonitów.

Najgłówniejszymi rudami cynku są:

Blenda cynkowa /sfaleryt/ ZnS /zawiera często żelazo i kaden/.
Smitsonit $ZnCO_3$
Kalamin $Zn_2 \cdot SiO_4 \cdot H_2O$.

Mieszanka smitsonitu i kalaminu z limonitem, a częściowo i galeną nosi nazwę galmanu.

Poziom cementacji nie ma charakterystycznych dla niego rud cynkowych; tylko blenda cynkowa, podobnie jak galeny, wzbogaca się również w tym poziomie w srebro. Wobec znacznej zwykle domieszki do blendy pirytu nad złożami cynkowo-ołowianymi tworzy się nieraz wyraźna "czapa żelazna". Charakterystycznymi dla poziomu utlenienia są poza tym galmany.

Obecność dużych ilości smitsonitu i galmanu jest charakterystyczna dla złóż typu metasomatycznego.

Złoża rud srebrno-cynkowo-ołowianych należą w znacznej większości do następujących dwóch typów: żylnego i metasomatycznego.

Specjalnie ważnym jest tu typ metasomatyczny.

W złożach tego typu spotykany najczęściej jako domieszka wspomniany piryt /markasyt/. Charakterystycznym dla złóż metasomatycznych jest częste występowanie bardzo drobnoziarnistej blendy cynkowej /tzw. blendy skorupowej. Jej poszczególne koncentryczne warstewki posiadają różne odcienie w zabarwieniu w zależności od mniejszej lub większej zawartości żelaza.

Do typu metasomatycznego należą między innymi i znane złoża na Śląsku oraz w pobliżu Olkusza. Głównym poziomem rudonośnym są tu dolomity środkowego tryasu.

Rudy cynku i ołowiu, a częściowo i piryt tak nieraz przerastają się nawzajem, że przed użyciem ich w hutach muszą być poddane przeróbce mechanicznej, aby je od siebie oddzielić w postaci tzw. koncentratów.

Ustalić minimalne zawartości cynku i ołowiu w rudach cynkowo-ołowiowych nadających się do eksploatacji jest trudno ze względu na ich wspólne występowanie, oraz na zwykłą domieszkę srebra. Przyjmuje się w złożach metasomatycznych za takie minimum 10% Zn, przy paru procentach Pb. Przy specjalnie dogodnych warunkach eksploatacji minimalna zawartość cynku spada do paru procent.

Według danych za r. 1914 wszystkie wydobyte w tym roku w Niemczech srebrno-cynkowo-ołowiowe rudy zawierały przeciętnie: 10.84% Zn, 3.59% Pb, przy zawartości srebra w wysokości 100 - 250 g na 1 tonę wydobytej rudy.

Światowe wydobycie rud srebra /w przeliczeniu na zawarte w nich czyste srebro/ wyniosło w 1937 r. - 8.300 t. Przy czym na pierwszym miejscu stał Meksyk, a na drugim Stany Zjednoczone A.P.

Wydobycie rud cynku i ołowiu w 1936 r. /również w przeliczeniu na zawarty w rudach metal/ wyniosło: cynku 1,686.000 t, zaś ołowiu 1,470.000 t. Na pierwszym miejscu co do wydobycia tych metali stały Stany Zjednoczone A.P., na drugim Australia. Na dalszych miejscach znajdowały się: Meksyk, Kanada, Niemcy.

Rudy miedzi. Głównymi rudami miedzi są:

Miedzionośny piryt / FeS_2 / i magnetopiryt / Fe_3Sn_4 /.

Miedź rodzima.

Chalkopiryt CuFeS_2 .

Chalkozyn, albo błyszcz miedzi Cu_2S

Tetnaedryt /ruda płonna-Fahlerz/ .. $\text{M}_2\text{M}_2\text{O}_7$, gdzie M-miedź, lub srebro, N-arsen, lub antymon.

Kupryt /czerwona ruda miedziana/ Cu_2O

Malachit $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu} / \text{OH} /_2$

Azuryt $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu} / \text{OH} /_2$.

Jako główne rudy pierwotne występują zwykle: miedzionośny piryt, lub magnetopiryt, nieco rzadziej chalkopiryt, miedź rodzima. W miedzionośnym pirycie zawartość Cu waha się w granicach: 0 - 4%.

Wobec bardzo łatwej rozpuszczalności miedzi, tworzą się łatwo z rud pierwotnych - wtórne. Charakterystycznymi rudami poziomu cementacji są głównie: chalkozyn, ruda płonna, czasem miedź rodzima.

W przeciwieństwie do złóż złota, które w poziomie utlenienia zwykle uboższą złoża miedzi, związane z tym poziomem są nieraz bogate. Głównymi rudami są tu: kupryt /szczególnie bogata ruda, zawierająca do 88% Cu/, malachit, azuryt, częściowo miedź rodzima. Wszystkie te rudy są łatwo rozpoznawalne ze względu na swe jaskrawe zabarwienie.

Złoża rud pierwotnych są często znacznie uboższe od złóż w poziomach cementacji i utlenienia.

Wobec tego, że wśród pierwotnych rud miedzi odgrywają dużą rolę te, które zawierają dużo żelaza /chalkopiryt, miedzionośne: piryt i magnetopiryt/, powstaje zwykle na powierzchni dużo tlenków żelaza, ponieważ zaś jednocześnie rudy miedzi wskutek łatwej rozpuszczalności są unoszone przez wody powierzchniowe, więc w wyniku tego wszystkiego tworzy się zwykle nad złożami miedzianymi gruba "czapa żelazna".

Taka "czapa żelazna" staje się nieraz przedmiotem samodzielnej eksploatacji jako złoża rudy żelaznej. Tego rodzaju wypadek mamy u nas w złożu Miedzianej Góry pod Kielcami.

Złoża rud miedzi należą do wszystkich prawie typów za wyjątkiem złóż napływowych, gdzie rudy nie mogą się utrzymać ze względu na swą łatwą rozpuszczalność.

Największe przemysłowe znaczenie posiadają złoża magmetyczne, następnie zaś impregnacyjne i żyłne.

W złożach typowo magmatycznych rudą jest zwykle miedzionośny magnetopiryt, niekiedy piryt. W złożach tego typu daje się szczególnie zauważyć zubożenie z głębokością.

W postaci impregnacji i innych wtrąceń rudy miedzi nasycają skały osadowe. Najwięcej znanymi złożami tego typu są miedzionośne łupki w Marsfeldzie w Niemczech i miedzionośne piaskowce na zachodnim zboczu Uralu. Wspomniane łupki i piaskowce są wieku permskiego.

W złożach tych przeciętna zawartość Cu wynosi około 3%.

Złoża miedzi w postaci żył należy rozdzielić na dwie grupy:

- 1/ Żyły, w których miedź występuje wspólnie z innymi rudami i nie odgrywa przy tym głównej roli.
- 2/ Żyły, w których rudy miedzi stanowią ich główne bogactwo.

Pierwszy typ żył jest więcej rozpowszechniony. W żyłach tego rodzaju wskutek łatwej rozpuszczalności rud miedzi oddzielają się one w poziomie utlenienia od innych rud i tworzą następnie w poziomie cementacji główne wypełnienie żył, wówczas gdy głębiej spotykamy w żyłach przeważnie pierwotne siarczki innych metali, jak na przykład blenda cynkowa, lub galena.

Żyły drugiej grupy tj. takie w których miedź tworzy główną zawartość występują względnie rzadko, natomiast należą do żył wyjątkowo bogatych.

Przykładem tego rodzaju żył są słynne złoża w Montana i z okolic Wyższego Jeziora w Stanach Zjednoczonych. W Montanie występują siarczki miedzi /dużą rolę odgrywa chalkozyn/, w pobliżu Wyższego Jeziora mamy do czynienia z miedzią rodzimą.

Jako dolną granicę opłacalności żył miedzianych należy przyjąć zawartość miedzi około 2%.

Światowe wydobycie rud miedzi w r-1936 wyniosło w przeliczeniu na znajdującą się w nich miedź około 1,700.000 ton.

Pierwsze miejsce co do wydobycia zajmowały Stany Zjednoczone /32%/, następne miejsce zajmowały kolejno: Chile, Kanada, Rodezja, Kongo Belgijskie.

Rudy cyny. Główną rudą jest tlenek cyny, czyli tzw. kasyteryt SnO_2 .

Złoża należą niemal wyłącznie do dwóch typów: żylnego i napływowego.

Światowe wydobycie wyniosło w r.1936 w przeliczeniu na zawartą w rudzie cynę: 180.000 ton, z czego 37.5% przypadło na Wschodnie Indie Brytyjskie, zaś 16.8% na sąsiednie Indie Holenderskie. Na dalszych miejscach pod względem wydobycia stoją: Boliwia, Siam, Chiny, Nigeria, Belgijskie Kongo i in.

Rudy rtęci. Główną rudą rtęci jest cynober HgS .

Złoża należą niemal wyłącznie do typu impregnacyjnego, przy czym roztwory nasycają albo skały z pochodzenia porowate, albo też pokruszone przez późniejsze przyczyny natury tektonicznej.

Światowa produkcja rtęci wyniosła w 1935 r. około 3.500 t, przeszło 2/3 tej produkcji otrzymano w Europie z trzech źródeł: Almaden w Hiszpanii, Idria we Włoszech i w Nikitowce w południowej Rosji. Poza tym eksploatowano rudy rtęci w Stanach Zjednoczonych i w Meksyku.

Rudy żelaza. Najwięcej znanymi są następujące rudy:

- Magnetyt Fe_3O_4
- Hematyt /rozróżniany dwie odmiany: błyszcz żelaza i żelaziak czerwony/ .. Fe_2O_3
- Limonit $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$
- Syderyt FeCO_3
- Żelaziak ilasty będący mieszaniną syderytu z iłem.

Najbogatszą rudą jest magnetyt, który zawiera w czystej postaci ponad 72% Fe. Następnie idą kolejno: hematyt, limonit, syderyt, żelaziak ilasty.

Zawartość żelaza we wszystkich tych rudach zależy dużo od różnych zanieczyszczeń. Za minimalną cyfrę żelaza w rudach nadających się do eksploatacji, przyjmuje się 27-28%.

Ponieważ tlenki żelaza są dość stałymi związkami, przeto ulegają one z trudem wtórnym zmianom. Na ogół więc w złożach magnetytu, hematytu i limonitu nie ma wtórnego wzbogacenia, lub w ogóle jakich bądź dalej idących zmian w poziomach utlenienia i cementacji.

Czasem w wyższych poziomach złóż magnetytu lub hematytu spotykamy przejście do limonitu. Jest to związane z pewnym zubożeniem złoża co do zawartości Fe.

Złoża syderytu zachowują się całkiem inaczej. W pobliżu powierzchni zamieniają się one w limonit, lub czasem w hematyt. Wtedy stwierdzamy tam wzrost zawartości Fe.

Znaczna część złóż limonitu powstaje właśnie w drodze utlenienia pierwotnych rud syderytowych. Charakterystyczną cechą limonitu utworzonego w ten sposób jest jego porowata struktura, która powstaje wskutek tego, że limonit zajmuje mniejszą objętość niż syderyt, który się w niego zamienił.

Żelaziak ilasty zachowuje się przy wietrzeniu podobnie jak syderyt.

O złożach limonitu, tworzących się jako czapa żelazna nad innymi rudami innych metali, zawierających w swym składzie żelazo, już mówiliśmy powyżej.

Ubogie syderyty, żelaziaki ilaste, a częściowo i limonity mogą być wzbogacone przez prażenie w specjalnych piecach /prażakach/. Poddaje się temu procesowi rudy o zawartości żelaza do 40% i podwyższa zawartość żelaza w rudzie syderytowej o około 30%.

Najważniejsze z przemysłowego punktu widzenia złoża rud żelaznych należą do dwóch typów: magmatycznego i osadowego. Mniejsze znaczenie posiadają złoża kontaktowo-metamorficzne i metasomatyczne.

Złoża magmatyczne są związane ze skałami wybuchowymi typu zasadowego lub przejściowego. Rudy w tych złożach są przeważnie magnetytem z zawartością Fe 60 - 70%. Złoża tworzą nieregularne nagromadzenia, nieraz dużych rozmiarów.

Najwięcej znane złoża tego typu znajdują się w Szwecji, jak znakomite złoża Kirunawara i Hellimara, występuje ten

typ złóż i w przylegających obszarach Norwegii.

Znane są również magmatyczne złoża magnetytu i na Uralu, a mianowicie: Góra Magnitnaja /Magnitogorsk/, Wysokaja, Błagodaj. Złoża uralskie stanowią już pod pewnymi względami przejście do typu kontaktowo-metamorficznego.

Wśród złóż osadowych rud żelaznych wyróżniamy kilka grup, a więc przede wszystkim, jak już wspominaliśmy, wydzielamy

- 1/ Złoża wśród normalnych skał osadowych i
- 2/ złoża wśród skał zmetamorfizowanych.

W pierwszej grupie możemy znów wydzielić następujące trzy podgrupy:

- a/ Podgrupa powierzchniowych złóż rud żelaznych, związanych ze współczesnymi /alluwialnymi/ utworami. Są to przede wszystkim tzw. rudy darniowe.

Przedstawiają one sobą brunatną masę, zwykle porowatą. Jest to limonit z różnymi domieszkami, wśród których na pierwszym miejscu należy postawić: krzemionkę, fosfor i mangan. Wskutek dużej zawartości fosforu rudy te mogą być używane tylko w hutach, stosujących tzw. proces Thomasa, przy czym fosfor przechodzi do zużła, z którego się potem otrzymuje tomasynę, będącą cennym nawozem fosforowym.

Zawartość żelaza w eksploatowanych rudach darniowych waha się w granicach 30 - 40%.

Złoża rud darniowych pokrywają nieraz znaczne przestrzenie w obszarach błotnistych. Miąższość ich jest zwykle nieduża, nieprzekraczająca jednego metra.

U nas rudy te są znane w szeregu punktów, głównie w obszarach rzecznych Wisły, Sanu i innych rzek.

Do tejże podgrupy rud powierzchniowych należą i tzw. rudy jeziorne, tworzące się na dnach jezior. Tego typu rudy są najczęściej znane w Szwecji, Finlandii i Rosji północnej.

- b/ Do drugiej podgrupy należą złoża rud aolitowych. Ziarna aolitowe przedstawiają sobą albo syderyt, albo żel żelazny brunatny, rzadziej czerwony. Spotykają się czasem aolity złożone z krzemianów żelaza /tzw. rudy szamozytowe/; wartość tych ostatnich jest obniżona przez dużą zawartość krzemionki, co utrudnia proces hutniczy.

Najwięcej znanymi złożami rud aolitowych w Europie są tzw. rudy "Minette", występujące w Lotaryngii i przylegających obszarach. Są to rudy dość ubogie o zawartości żelaza

30 - 40%. Jednak ze względu na znaczne zasoby i regularność złóż przedstawiają one bardzo dużą wartość. Spotykamy tu pokłady o grubości 1 - 13 metrów wśród utworów środkowo-jurajskich.

Na Fig.63 jest przedstawiony profil złóż minettowych z dziesięciokrotnym przewyższeniem skali pionowej w stosunku do skali poziomej.

Drugim znanym złożem tego typu w Europie jest złożo w pobliżu Kerzi na Krymie. Występuje tu cały szereg pokładów grubości 5 - 10 mtr. Ruda przedstawia sobą żelaziak brunatny o budowie grubo-aolitowej. Zawartość Fe: 34 - 42%. Ruda ze względu na swą sypką konsystencję wymaga brykietowania.

c/ Osobną grupę stanowią żelaziaki ilaste, będące naszą najczęściej spotykaną rudą żelazną. Głównym obszarem ich występowania u nas jest północno-wschodnie zbocze Gór Świętokrzyskich. Tworzą tu one szereg poziomów wśród miejscowych utworów tryasowych i jurajskich. Mniejsze bez porównania znaczenie posiadają rudy występujące tu wśród utworów paleozoicznych.

Złoża rud ciągną się szerokim pasmem w ogólnym kierunku z połudn.-wschodu ku północnemu-zachodowi, tj. zgodnie z biegiem grzbietu Świętokrzyskiego. Występują one z pewnymi przerwami, poczynając od okolic Ostrowca na południu, przez Starachowice, Jastrzab i aż do rzeki Pilicy. Na południe od tej rzeki pasmo rudonośne w związku z zanurzeniem grzbietu zajmuje szeroki obszar w granicach powiatów: Końskie i Opoczna.

Głównym poziomem rudonośnym są tu rudy, leżące na granicy tryasu i jury w tzw. warstwach liasowych. Są to żelaziaki ilaste o zawartości Fe 29 - 32%. Ich cechą ujemną prócz niskiej zawartości żelaza jest duża ilość krzemionki, sięgająca 15%. Są to więc tzw. rudy "kwaśne", wymagające przy procesie wielkopiecowym większej ilości żupników zasadowych.

Rudy liasowe występują w postaci szeregu cienkich warstewek, które łączą w dwie serie. Główną rolę odgrywa dolna seria, o sumarycznej grubości warstewek rudy, wahającej się w granicach 0.25 - 0.60 m. Ogólna miąższość tej serii wraz z przerostami wynosi 1.30 - 2.00. Wobec tego cała ta seria może być odbudowywana jednocześnie jednym przodkiem.

Rudy występują w ilach bardzo drobno-ziarnistych, które noszą charakterystyczną miejscową nazwę "ciaglicy".

Na Fig.64 jest podany przekrój tej serii według danych

z kopalni "Perłowej" w pobliżu Starachowic.

Ponad żelaziakami ilastymi, głównie wśród utworów jurajskich występują żelaziaki brunatne /limonity/. Powstały one przeważnie jako produkt utlenienia pierwotnych syderytów. Najmniej znane złoża tych limonitów znajdują się na północno-wschód od Starachowic.

Złoża rud żelaznych w Świętokrzyskim są odbudowywane zwykle do głębokości 30 - 40 m; rzadko kiedy roboty osiągają 50 - 60 m.

Przyjmuje się, że przeciętnie w miejscowych terenach rudonośnych wypada na 1 m² powierzchni 0.5 t rudy. Ogólne zasoby obszaru Świętokrzyskiego wynoszą 60 - 65 milionów ton.

Żelaziaki ilaste, zbliżone swym typem do tylko co opisanych występują również w obszarze Częstochowskim. Różnica polega na tym że w Częstochowskim prócz ławic żelaziaka, spotykamy również i sferosyderyty.

Osadowe rudy żelaza wśród skał zmetamorfizowanych są najczęściej znane w południowej Rosji w Arzywym Rogu. Złoża są związane z archaicznymi utworami, złożonymi z łupków krystalicznych i kwarcytów. Pokłady rudy mają miąższość: 5 - 20 m. Pokłady te tracą często w swym biegu charakter rudy i przechodzą w kwarcytowe łupki o nieznacznej zawartości żelaza.

Rudą jest żelaziak czerwony /hematyt/ o zawartości Fe 50 - 70%.

Metasomatyczne złoża rud żelaznych podobnie jak i inne złoża tego typu są związane ze skałami typu wapiennego. Z roztworów żelazistych, które tam trafiły utworzył się w pierw syderyt. Następnie wyższe poziomy odnośnych złóż zamieniają się zwykle w limonity, lub hematyty.

Najwięcej znane złoża tego typu znajdują się w Bilbao w Hiszpanii.

U nas mamy złożę syderytu metasomatycznego pochodzenia w Rudkach na wschód od Kielc.

Roztwory żelaziste podniosły się też z głębi ziemi przez szczeliny, związane z dyslokacją o kierunku zbliżonym do południowego. Ruda utworzyła się w wapieniach i dolomitach środkowego dewonu. Szczegółowiej zatrzymamy się na złożu w Rudkach nieco poniżej przy opisie występujących w tymże złożu pirytów. Tam też podamy przekrój przez złożę /Fig.65/.

Pod względem wydobycia rud żelaznych odgrywają główną rolę w Europie: Szwecja i Norwegia, Niemcy, Rosja, Hiszpania.

Rudy manganowe. Najwięcej rozpowszechnionymi rudami manganowymi są następujące:

Piroluzyt	MnO_2
Psihometan	$\text{MnO}_2 \cdot \text{MnO}$ z domieszką BaO i K_2O , oraz H_2O
Manganit	$\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Radonit	MnSiO_3
Rodochrozyt	MnCO_3

Najbogatszymi i najczęściej eksploatowanymi rudami manganu są tlenki. Rodonity i rodochrozyty są uboższe co do zawartości Mn. W wyższych poziomach przechodzą one w tlenki.

Rudy manganowe są ściśle związane z żelaznymi. Związek ten przedstawia się w dwojakiej postaci:

- 1/ Pod względem geologicznym zaznacza się on częstym wspólnym występowaniem tych rud, przy czym mamy nieraz do czynienia z mieszaniną tych rud w jednym i tym samym pokładzie.
- 2/ Pod względem gospodarczym około 90% produkcji rud manganowych jest zużywane w hutnictwie żelaznym dla ulepszenia gatunków stali.

Główne złoża rud manganowych należą do typu osadowego, przy czym podobnie jak rudy żelaza są one związane albo z normalnymi seriami osadowymi, albo też z utworami zmetamorfizowanymi.

Najważniejsze złoża Europy leżą wśród normalnych skał wieku trzeciorzędowego. Są to złoża w Cziatury na Kaukazie, oraz w Nikopolu nad dolnym biegiem Dniepru. Zawartość Mn w tych złożach wynosi 40 - 45%.

Wśród skał zmetamorfizowanych znajdują się złoża manganu w Brazylii i Indiach Brytyjskich.

U nas rudy manganowe występują w dwóch obszarach:

- 1/ W okolicach Jasła i Sanoka spotykamy we fliszu karpacim głównie wieku eocenckiego cienkie nieregularne warstewki, w których rodochrozyt znajduje się wspólnie z syderytem. Dotąd nie znaleziono tu złóż o wartości przemysłowej.
- 2/ Duże zainteresowanie wywołało odkrycie rud manganowych w Czywczynie w dorzeczu Czarnego Czeremosza. Tutaj rudy są związane z serią utworów zmetamorfizowanych. Rudy składają się głównie z radonitów i rodochrozytów. Tlenków manganu jest tu mało. Złoże nosi bardzo nieregularny

larny charakter, a poza tym jest ono bardzo trudno dostępne. Nie może więc ono mieć większego praktycznego znaczenia.

Rudy innych metali służących do uszlachetnienia stali. Są to rudy chromu, wolframu, niklu, kobaltu, molibdenu i in.

Wspomnijmy tu w kilku słowach o pierwszych trzech z liczby wymienionych rud.

Jedyną rudą chromu, mającą przemysłowe znaczenie jest chromit o wzorze $FeO \cdot Cr_2O_3$. Ruda ta jest związana z silnie zasadowymi skałami wybuchowymi, w których tworzy złoża typu magmatycznego. Są również znane i złoża typu napływowego.

Pierwsze miejsce pod względem wydobycia chromonitu zajmowała ostatnio Rodezja /Południowa Ameryka/. W Europie są znane złoża w Grecji i Rosji.

Co do rud wolframu to praktyczne znaczenie mają następujące dwie:

Wolframit $mFeWO_4 + nMnWO_4$
Szeolit $CaWO_4$.

Złoża tych rud należą do dwóch typów: żylnego i napływowego.

Rudy wolframu występują często wspólnie z rudami cyny w tzw. "kwaśnych" skałach wybuchowych, jak granity i skały zbliżone.

Okolo 65% światowego wydobycia przypada na Chiny. W Europie na pierwszym miejscu stoi Portugalia.

Nikiel występuje najczęściej jako domieszka do magnetopiryty, rzadziej do pirytu. Zawartość niklu waha się przy tym zwykle między 2 - 5%.

Najbogatsze złoża należą do typu magmatycznego i znajdują się w Kanadzie, następnie zaś w Norwegii /Fig.48/.

Rudy aluminium. Główną rudą aluminową jest boksyt o wzorze chemicznym $Al_2O_3 \cdot 2H_2O$. Poza tym zawiera zwykle boksyt sporo tlenków żelaza i krzemionkę. Zawartość Al_2O_3 wynosi zwykle 60 - 70%.

W miarę spadku zawartości Al_2O_3 a wzrostu pozostałych składników przechodzi boksyt w gliny różnego rodzaju.

Złoża boksytu spotykamy w następujących trzech postaciach:

- 1/ Jako produkt wietrzenia i zamiany wapienia. Tworzy on w tym wypadku nieduże i nieregularne złoża.
- 2/ Jako produkt wietrzenia i zamiany skał wybuchowych bogatych w skalenie, jak na przykład bazalty i niektóre odmiany sylnitów.
- 3/ Boksyt występuje również w związku z latenytem. Latenyt jest produktem wietrzenia skał w warunkach klimatu tropikalnego.

Złoża obu ostatnich typów noszą również dość nieregularny charakter.

Boksyty, oraz inne pokrewne minerały, nadające się do utrzymywania aluminium zwróciły na siebie przemysłową uwagę dopiero w ostatnich dziesięcioleciach w związku z wzrostem zapotrzebowania na aluminium.

Najwięcej znane europejskie złoża boksytu znajdują się w południowej Francji, następnie zaś we Włoszech, Dalmacji, Rosji. W Ameryce są one znane w Stanach Zjednoczonych i Gujanie.

Ogólna światowa produkcja boksytu w 1936 r. wyniosła 2,7 miliona ton. Produkcja aluminium w tymże roku wyniosła 366,5 tysięcy ton.

IV. ZŁOŻA SUROWCÓW MINERALNYCH NIEENERGETYCZNYCH NIESOŁNYCH I NIEMETALICZNYCH.

Do grupy tej zalicza się cały szereg surowców mineralnych, o mniejszym stosunkowo do poprzednio opisanych, znaczeniu ekonomicznym.

Z ich liczby wspominamy tylko o trojakiemu rodzaju surowcach: 1/ Surowce siarkowe, 2/ Fosforyty i 3/ Surowce ceramiczne.

1/. Surowce siarkowe.

Do grupy tej należy zaliczyć jako samodzielne surowce: siarkę rodzimą i piryt /markasyt/ i magnetopiryt FeS_2 . Poza tym znaczne ilości siarki są otrzymywane jako produkt uboczny z siarczku miedzi, chalkopiryty i z blondy cynkowej, oraz z galeny.

Wspomniane trzy samodzielne minerały siarkowe są nazywane czasem rudami siarkowymi, lecz jest to nieścisłe, gdyż

w rezultacie ich przeróbki otrzymuje się nie metal /Fe/, a surowiec niemetaliczny. Słuszniej byłoby nazwać piryt rudą żelaza, gdyż po wyprażeniu siarki pozostałość czyli tzw. wypalki pirytowe są używane są w hutnictwie żelaza.

Złóża siarki rodzimej można rozdzielić na dwie grupy:

- 1/ Powstałe jako produkt działalności wulkanicznej, przy czym siarka osadza się w kraterach wulkanów, albo też powstaje ze źródeł, występujących w obszarach wulkanicznych i zawierających związki siarki. Złóża te nie odgrywają większej przemysłowej roli.
- 2/ Siarka może występować wśród skał osadowych, przy czym może ona powstawać, albo w drodze przemiany w pewnych warunkach szczątków organicznych, albo też co ma częściej miejsce w drodze wtórnej zmiany gipsu, pod wpływem węgla C, lub metanu CH₄.

Do tego typu należy większość eksploatowanych złóż.

W Europie największe złóża siarki znajdują się na Sycylii, zaś w Ameryce w Luizjanie.

U nas jest również znany szereg złóż siarki, związanych z gipsem. Są one wyciągnięte wzdłuż północno zachodniej granicy Podkarpacia, poczynając od Swoszowic pod Krakowem, dalej ku północnemu-wschodowi mamy Posadzę, Czarkowy i jeszcze parę drobniejszych złóż. Złóża te spotykamy wśród utworów miocenskich.

Żadne z naszych złóż nie było w ciągu ostatnich paru dziesięcioleci eksploatowane.

Złóża pirytu. Złóża te należą głównie do typów: magmatycznego, metasomatycznego; występują one również w postaci impregnacji, oraz złóż żylnych i osadowych.

Najbogatszym złóżem świata jest Rio Tinto w Hiszpanii. Złóże to należy do typu magmatycznego. Jest ono znane jednocześnie jako złóże miedzi, gdyż miejscowy piryt jest miedzionosny.

Poza tym liczne występowania pirytu w różnych punktach są związane ze złóżami rud cynkowo-ołowianych, typu metasomatycznego i żylnego.

Jedynie znane u nas poważniejsze złóż pirytu znajduje się w Rudkach na wschód od Kielc. O złóżu tym wspominaliśmy już powyżej w związku z występującymi tam również syderytami.

Piryt wypełnia żyłę, przecinającą miejscowe utwory dewońskie i syluryjskie, i biegnącą w kierunku zbliżonym do południowego. Żyła ta jest szczeliną uskokową zrzucającą wscho-

dnia część terenu w stosunku do zachodniej. Żyła jest pochylona ku wschodowi pod kątem około 45°.

Szerokość żyły w jej górnej części sięga kilkunastu metrów. Z głębokością zęża się, została ona prześlędzona wierceniami na głębokość przeszło 100 metrów.

Na wschód od tej żyły w wapieniach i dolomitach środkowo dewońskich znajduje się wspomniane złożo syderytu metasomatycznego pochodzenia. Tworzy tu ono szereg nierregularnych wtrąceń i jest dotąd względnie mało zbadane.

Przyjmuje się, że początkowo przyszkły szczeliną żelaziste roztwory, które utworzyły syderyty, nieco zaś później nastąpiło wypełnienie szczeliny pirytem. Piryt trafił przy tym w postaci wtrąceń do części złoża syderytowego, przylegającego bezpośrednio do szczeliny, co oczywiście obniżyło wartość rudy.

Nad pirytem, a częściowo i nad syderytem utworzyła się czapa żelazna w postaci limonitu, a w nieznacznej części i hematytu; ten ostatni występuje tu częściowo w postaci miękkiej gliniastej odmiany, noszącej nazwę hematytowej śmietany.

Przekrój przez złożo pirytu i syderytu w Rudkach widzimy na Fig.65.

Z ł o ż a f o s f o r y t ó w

Są rozróżniane dwa minerały będące związkami fosforowymi: apatyt i fosforyt.

Apatyt jest pochodzenia nieorganicznego i wchodzi w skład bardzo wielu skał. Skład jego jest $3Ca_3P_2O_8 \cdot CaCl_2$; bardzo często część chloru jest zastąpiona przez fluor.

Apatyt zawarty w skałach jest głównym źródłem fosforu znajdującego się w glebach i niezbędnego dla życia organicznego.

Spotykamy również i aparyt występujący samodzielnie i tworzący wówczas zwykle żyły w skałach wybuchowych, jest on wtedy eksploatowany i przerabiany na sztuczne nawozy fosforowe.

Daleko częściej spotykamy fosforyt, który ma ten sam skład chemiczny co i aparyt, jest tylko zwykle zanieczyszczony przez domieszki wapienne, gliniaste i krzemionkowe.

Fosforyty są pochodzenia organicznego i powstają w morzu, najczęściej płytkim z organizmów zwierzęcych, zawierających w sobie dużo fosforu.

Są to więc złoża osadowego pochodzenia. Są one związane z utworami syluru, dolnego dewonu. Znane są również i w formacji kredowej, należą tu i nasze złoża. Najbogatsze jednak złoża występują w trzeciorzędzie. Należą tu przede wszystkim złoża: Tunisu, Algieru i Marokka, zaś w Ameryce Północnej złoża Florydy.

Fosforyty występują zwykle w postaci pokładów, przy czym często w takim pokładzie mamy konkretje fosforytowe, połączone z lepiszczem zawierającym również pewną domieszkę substancji fosforowej.

Wartość złoża fosforytowego określa się zawartością w nim P_2O_5 , przy czym aby miało ono praktyczne znaczenie, ta ostatnia powinna wynosić nie mniej jak około 10%.

U nas najwięcej znanym obszarem fosforytowym jest dorzecze Dniestru /Nieczmiska, Niżniów/. Nie są tu one jednak nigdzie eksploatowane ze względu na dość niską zawartość P_2O_5 /Fig. 66/. Poza tym występują fosforyty wzdłuż środkowego biegu Wisły, najwięcej znanym i eksploatowanym jest tu złożo w Rachowie około Annapola /Fig. 67/.

Z ł o ż a s u r o w c ó w c e r a m i c z n y c h .

Do liczby surowców ceramicznych zaliczamy przede wszystkim następujące dwie grupy: a/ Glinki ogniotrwałe, czyli Kaoliny i b/ materiały krzemionkowe.

Glinki ogniotrwałe. Złoża ich tworzą się wskutek wietrzenia skał, zawierających w swym składzie Al_2O_3 . Są to przede wszystkim skały wybuchowe, wśród których należy postawić na pierwszym miejscu granity. Powstają też glinki i na drodze wietrzenia wapieni.

Utworzony kaolin albo pozostaje na miejscu wietrzenia skał, albo też jest znoszony przez wody i osadzany na drugorzędny łozysku.

Formami występowania złóż są albo soczewkowate pokłady, albo też wypięknienia gniazd.

U nas znane są glinki ogniotrwałe w okolicach Krzeszowic /Linów, Grójec/, występują one w najniższej części miejscowych utworów jurajskich.

Większe praktyczne znaczenie ma drugi obszar występowania w rejonie Świętokrzyskim. Są tu one spotykane w dwóch poziomach w tryasie w górnej części piętra lestrego piaskowca /röt/, oraz w liasie. Pierwsze są znane głównie na obszarze: Parkowa, Suchedniowa, zaś drugie występują na południu w okolicach Ostrowa, zaś dalej ku północy w pobliżu Opoczna.

Kaoliny służą do wyrobu fajansu i porcelany, otrzymuje się z nich również tzw. ogniotrwałe cegły szamotowe.

Materiały krzemionkowe występują głównie w postaci kwarcytów. Aby kwarcyty nadawały się do otrzymywania z nich ogniotrwałej cegły tzw. dynasowej powinny one zawierać nie mniej jak 97,5% SiO_2 i muszą być możliwie drobnoziarniste.

U nas kwarcyty występują w dużych ilościach w środkowej części Gór Świętokrzyskich /Zagnańsk i in./.

Laboratoryjnie stwierdzono, że część tych kwarcytów nadaje się do wyrobu materiałów dynasowych.

---ooo00ooo---

ERRATA.

Strona	Góry	Wiersz od Do	Napisano	Powinno być
2		21	luksyty	boksyty
2		21	unanowe	uranowe
2		15	na	w*
2		2	-en	cen
4	13		kanstobiulitów	kaustobiolitów
4	14		kansto	kausto
4	19		w	u
6	18		mniej	więcej
6		4	osobnej	osnowie
7		15	ae..ne	aeralne
7		14,11,6,	anaeralnych	anaeralne
9	4		trzyosowego	tryasowego
9	5		Uttach	Oltach
9		11	późniejszych	poszczególnych
10		20,19	aenobnych	aerobnych
10		5	sapropetowe	sapropelowe
11	4		sapropetawe	sapropelowe
11	15		sapropetu	sapropelu
12		11		głównie spory.
12		1	clary	clarus
13		17	jednak	jednej
13		13	stignaryj	stignarij
13		1	drobnym	drobny
16	1		starszych	stalszych
16	6		na	w
17	4,6		Konkunje	konkrecje
18	5		panaliczne	paraliczne
18	8		panalicznych	paralicznych
18	12		panalicznego	paralicznego
18		24	panalityczne	paraliczne
18		23,21,19,14,9,	panalitycznych	paralicznych
18		3	środką danych	śródlądowych
19		18	Zakresem	Z okrese
19		1	w Miechowie	W miocenie
21		1	CnH _{2n-2}	CnH _{2n+2}
22	3,10	16	CnH _{2n-2}	CnH _{2n+2}
22		10	nazwiemy	weźmiemy
23	16		na	w
23		21	ancmetyczne	aromatyczne
24	5		talmol	toluol
27		21	pslomeryzacja	polimeryzacja
28		5	keragenem	kerogenem
29		12		wykreślić i ulegają
29		3	kanagen	keragen
30	1		się jednak	się one jednak
30	9		fonaminifeny	fonaminifery
31	12		ułomy	człony
31		4	Morssan	Moissan
33	14		wymieniania	wywiewania
34	15		ona	. Są one
37	7		niższym	wyższym
37		11	utlenienia	utlenieniem
37		4	na nad	na zgodnie nad
39	20		atomów	otworów

Strona	Wiersz od góry	do %u	napisano	powinno być
42		6	Przesunięcia pewnej	Przesunięcia wewnątrz pewnej
43	10		zniszczonym	zmieszanym
55		19	inne	liczne
55		16	wymieszanie	wymieranie
55		4	gruzieńskie	groźnieńskie
56	4		ułamami	członami
56		23	bardzo	słabo
59		9	Stahfurt	Stasfurt
60	1		anhydryt	anhydryt
60	2		CaSO ₄ .2H ₂ O	CaSO ₄ .H ₂ O
60	3		KCL.MgSO ₄ .HO	KCL.MgSO ₄ .3H ₂ O
60	4			KCL.Mg Cl ₂ .6H ₂ O
60	5		Langbenit	Langbeinit
60	6		Polinalit	Polihalit
60		16	Ochsensa	Ochseniusa
62	2		wedzie	drodze
62	10		wykreślić od	"tworzące domieszki".
64		4	sylminitu	sylwinitu
65		19	plonna	plowa
66		4	alinoin	oliwin
66		3	pinokseny	pirokseny
67	15		aliminowego	oliwinowego
67	15		penydotyty	perydotyty
67	17		penydotytach	perydotytach
67	17		gabnach	gabrnach
67	18		sylników	syenitów
67	19		penydotytach	perydotytach
67	20		serpentytach	serpentytach
67		16	umieszczających	wmieszczających
68	1		przezywanych	przerywanych
68		23	metamorfozuje	metamorfizuje
68		6	zawierania	zamierania
69	8		owieńczających	wmieszczających
70	19		może	więc
78	18		zamieniający	zawierający
78		6	Witwatersrabdu	Witwatersrandu
79	15		oliminowymi	oliwinowymi
79		19	plonna	plowa
79		10	tetnaledryt	tetraedryt
79		9	srtenem	arsenem
80	11		kaden	kadm
80	15		galena	gliną
81		19	plonna	plowa
81		20	Tetnaedryt	Tetraedryt
81		8	plonna	plowa
82		17	Marsfeldzie	Mansfeldzie
88	4		Psihometan	Psilomelan
88	6		Radonit	Radonit
90	5		sylnitów	syenitów
93	15		Nieczmiskach	Niezwiskach
93		8	Minów	Mirów
93		2	Parkowa	Paszkowa
93		1	Ostrowa	Ostrowca

Strona	Wiersz od góry	od dołu	Napisano	Powinno być
47	6		na	ku
48		14	syberyjskiego	syluryjskiego
48		8	opadem	opadem
49	2		Grahomnica	Grabownicy
49	4		najniższe	naftowe
49	20		aligocenu	oligocenu
49	25		polenickie	polonickie
49		13	opadem	opadem
50	8		Putu	Putu
50	11		poemskiego	permskiego
51	1		neotyckich	meotyckich
51	6		neotyckich	meotyckich
51		5	plaszczyste	piaszczyste
52	16		debrytur	detrytus
52		11	drobno	dolno
52		10	aligoczeńskie	oligoczeńskie
52		8	górnooligoczeńskie	górnooligoczeńskie
53	19		fig.38	fig.30
54	9		zagipsowana	zagęszczona
54		17	tworach	terenach.

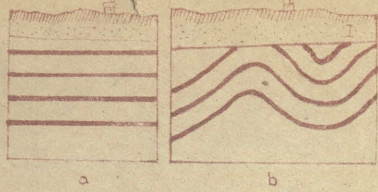


Fig. 1



Roslinność Plankton
Tort Sapropel

Fig. 2

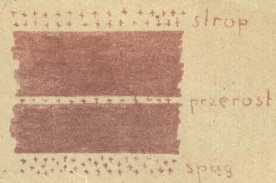
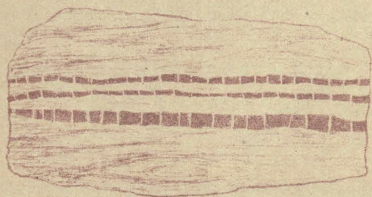
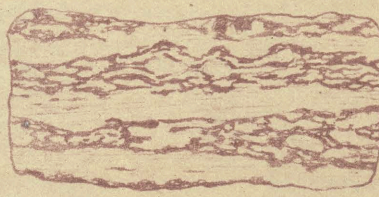


Fig. 7



Węgiel pasemkowy
(ciężne pasemka z pianowymi szczelinami)

Fig. 4



Węgiel pasemkowy pod mikroskopem
(Jasne pasemka-witryt, ciemne-daryt)

Fig. 5

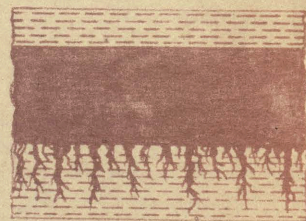


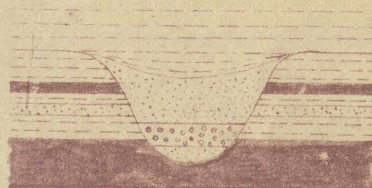
Fig. 6



węgiel piaskowiec
tupki - łopieniec

Dynogenetyczne rozmycie pokł. węgla

Fig. 8



Epigenetyczne rozmycie pokł. węgla

Fig. 9



Rozszczenie pokładów

Fig. 10

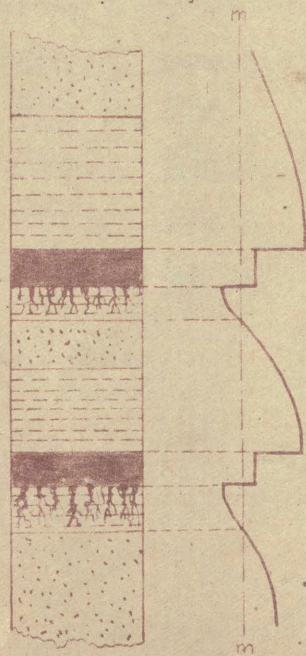


Fig. 11

węgiel
tupki
tupki-stamariowy
piaskowiec



żyła wosku ziemnego w Borystawiu

Fig. 13

Pokład naftosny tworzy wyniosłość na rle kształt sąsiednich

Fig. 14

Schemat tworzenia serii węglowej

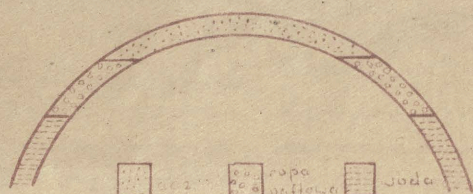


Fig. 12



Seria pokładów

z górnym ropą naftową i wodą

Fig. 15

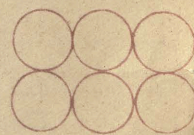


Fig. 16

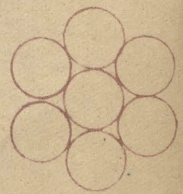


Fig. 17



- ☉ pokład naftonosny
- ▨ pokład wędrosny
- ▩ pokład nieprzepuszczalny

Fig. 18



- ▨ pokład nieprzepuszczalny
- ☉ pokład naftonosny

Fig. 19



- ▨ piasek nasycony ropą naft.
- ▩ piasek gliniasty z śladami ropy
- ▨ ił

Fig. 20



- ☉ piasek z ropą naftową
- ▨ ił

Fig. 21

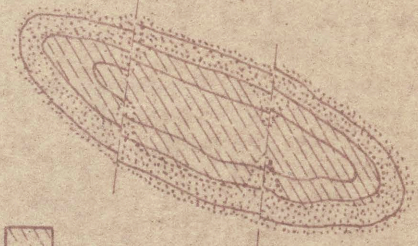


Fig. 22



Fig. 23

Zasięg wody okalającej w złożu.



- ▨ ropa naftowa
- ☉ woda

Fig. 24

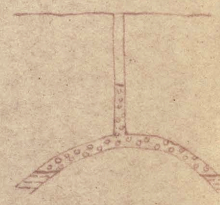


Fig. 25

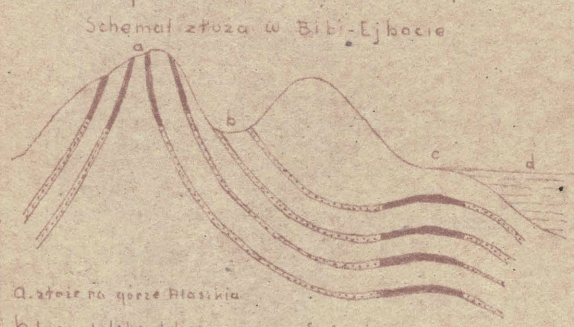


Fig. 26

- a. złoże na górze Hłaskia
- b. Jasadolska dolina
- c. złoże Bibi-Ejbat
- d. zatoka merska, częściowo zasypana

Sejka pionowa przesunięta w stosunku do poziomej

Przekrój przez kopalnię Rogi



- ☉ tufki menilitowe
- ▨ warstwy krosznieńskie
- ▨ piasek tufki (główny poziom)
- ▨ piaskowce ciężkowickie

Fig. 30



- Schematy obszarów
- a. Staro-Grozański
- b. Nowo-Grozański

Fig. 29

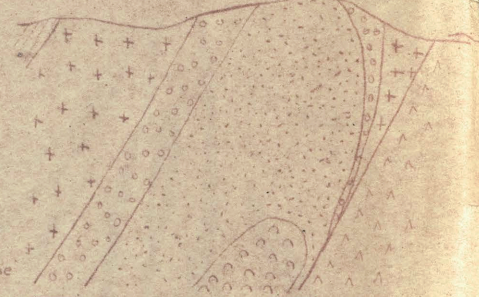
Przekrój przez złoże w Borystawiu



- ▨ piaskowce jamnenskie
- ▨ pocen
- ▨ warstwy inoceramowe
- ▨ warstwy solonośne i palenik
- ☉ tufki menilitowe
- ▨ Poziomy naftonosny (piaskowiec boryst.)
- ✕✕ złyty azokenty

Fig. 32

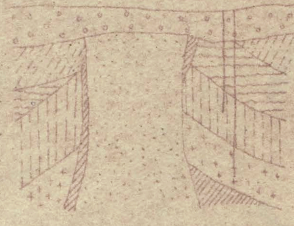
Przekrój przez kopalnię Hólka-Klimkówka



- ▨ piaskowce elekrowickie
- ▨ warstwy hieroglicfowe
- ☉ tufki menilitowe
- ▨ warstwy palenickie
- ▨ kreda

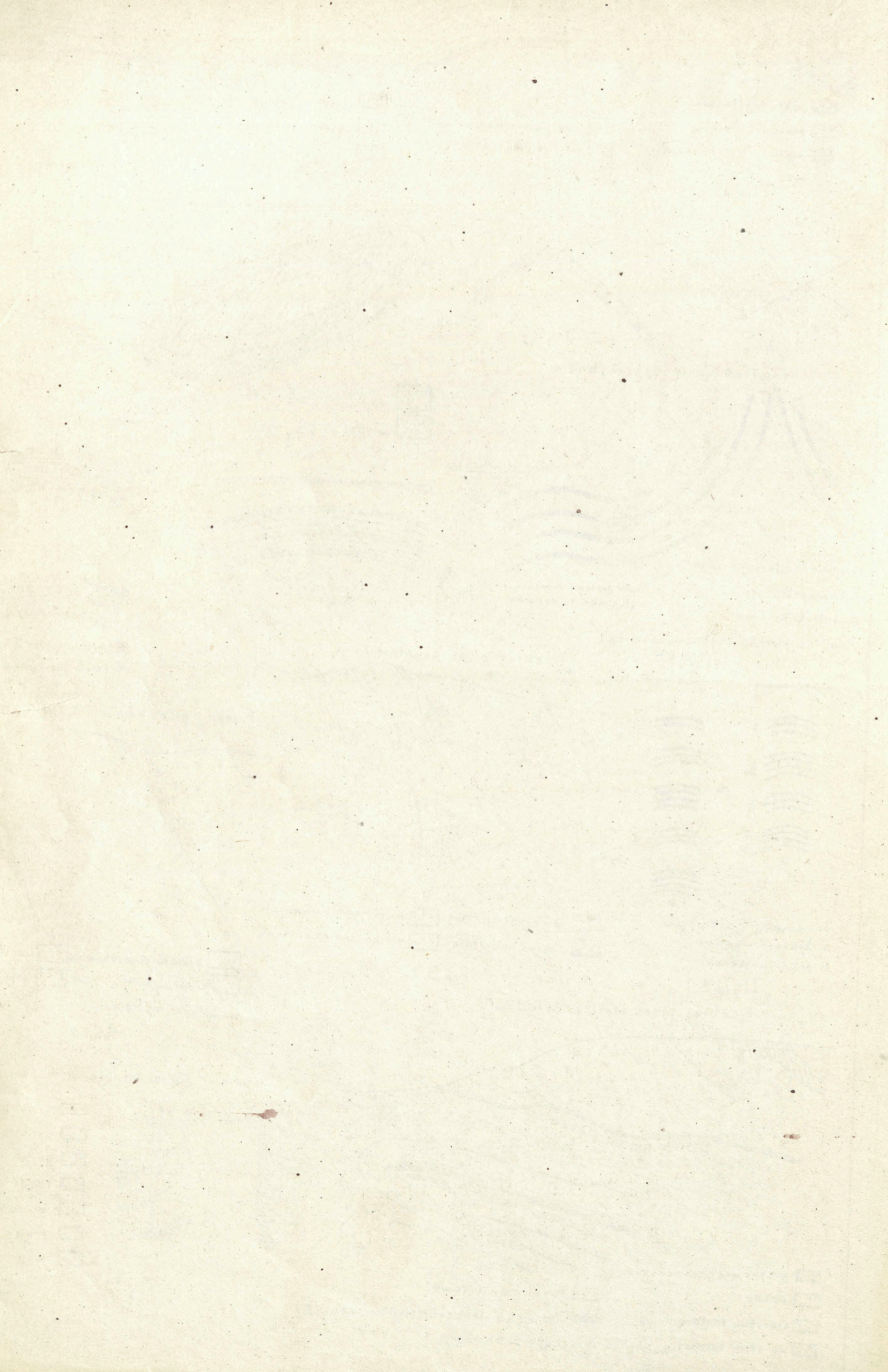
Fig. 31

Schemat stupa solnego w Hannoverze



- ☉ czwartorzęd
- ▨ sól cechsztyńska
- ▨ górna kreda
- ▨ trzeciorzęd
- ▨ dolna kreda
- ▨ tryas
- ▨ jura

Fig. 33



stupa solnego w Rumunii



- sól imacynska
- wapienie miocenyckie
- piaski paryżskie
- wapienie dacyjskie
- wapienie karantynskie

Fig. 34

Antyklina pogrzebana



Fig. 35

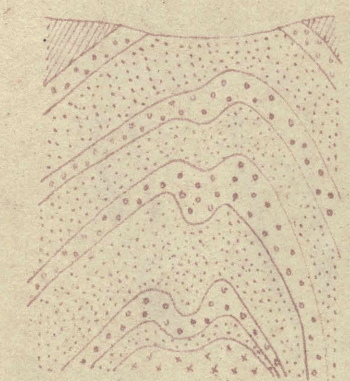
Głębokość pogrzebana



- granit
- granit z pokrywami piasek
- skały permijne

Fig. 36

Fig. 39



Nagromadzenie ropy naftowej w zapadlisku międzywarstwowym

- łupki
- łupki melilitowe
- poponozny piasek ciekawicki
- kreda

Fig. 42

Fig. 38

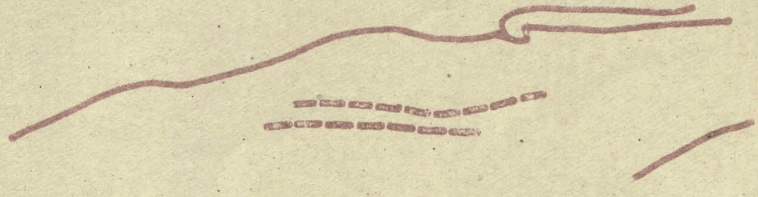
Poszczególne etapy powstania zbiórki soli według teorii zapory



- sól potasowo-magnezowa
- sól kamienna
- Gipsy i wapień węglany wapnia i tlenki żelaza

Fig. 44

Przekrój przez serię solonośną w Katuszu



Skala 1:12000

- pokłady sylwiniu
- — — Kainitu

Fig. 47

złóżce miokopskie



Fig. 40

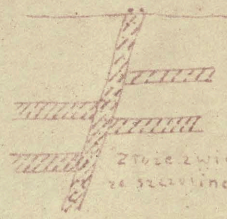
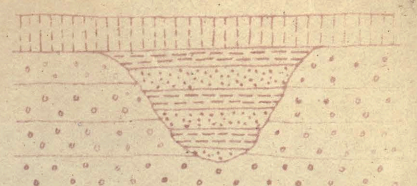


Fig. 43

Przekrój przez kopalnię w Bochni

Fig. 46



Przekrój poprzeczny przez jedną z studni

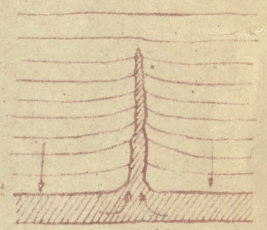
- łupki miokopskie
- ilły foraminiferowe
- piaski naftosodne
- ilły

Fig. 37



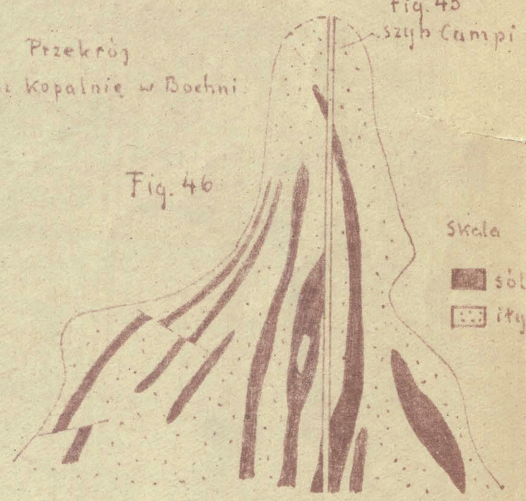
Zamknięcie zbiórki przez nieciągłość leżącą nieregularnie nadkierką

Fig. 41



Tworzenie stupa solnego pod wpływem ciężaru skał nadleżących

Fig. 45



Skala 1:3000

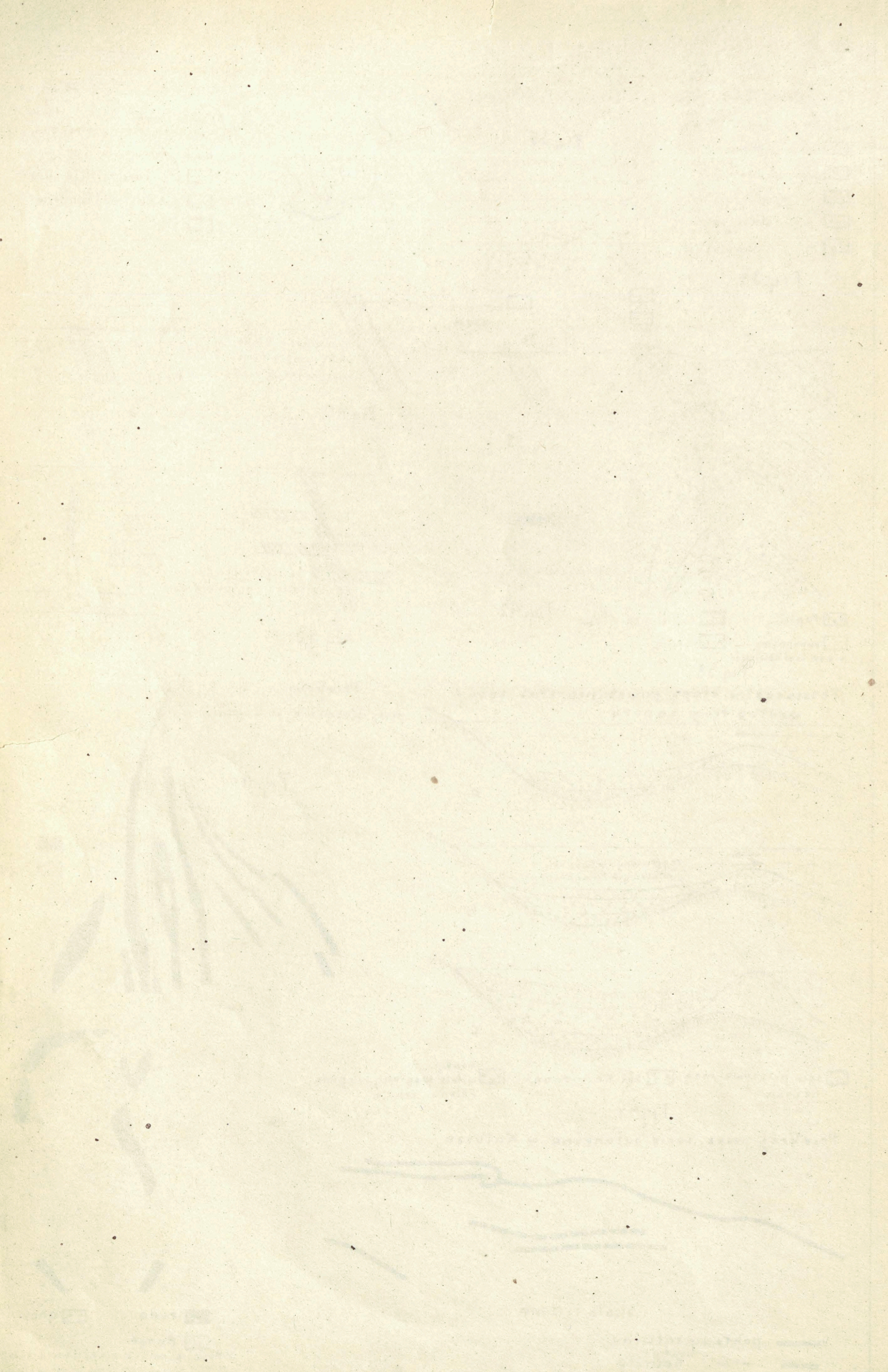
- sól
- ilły solne



Fig. 48



- ruda
 - gnejsy
 - porfyt
- Złóżce siarczku żelaza i siarczku niklu w Meinikjäs w Norwegii





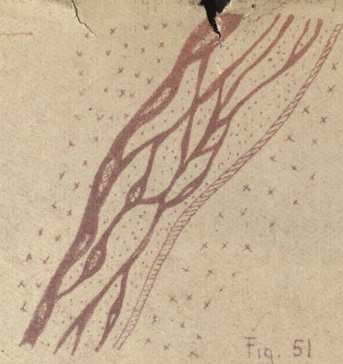
- ruda
- skała wapieniowa
- łupki piaski
- wapień
- kruszczyk
- skała sztalamentowa

Fig. 49



- błona cynkowa
- kwarc
- gnejs

Fig. 50



- galena
- kwarc
- gips
- okrzemki gipsu
- gnejs

Fig. 51

Przekrój przez złóż cynobru w miedzi



Fig. 52



Fig. 53



Fig. 54

Złoty przecinające się

Przekrój przez złóż hematytu w Parkoście w Anglii

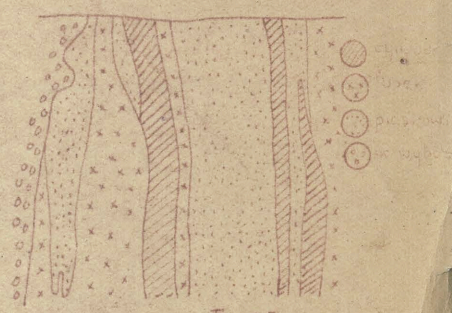


Fig. 55

Przekrój schematyczny przez złóż różnych rud żelaznych w okolicy Częstochowy

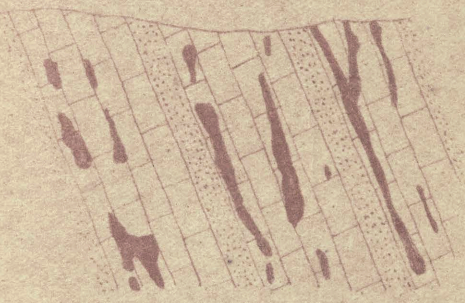


Fig. 56

oniądowe zaleganie rudy

- ruda otwartu (grubej)
- wapień sypki
- łupki

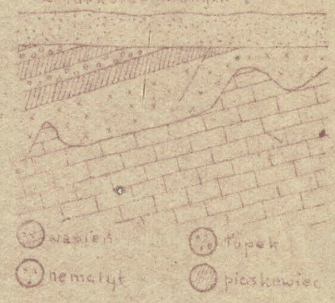
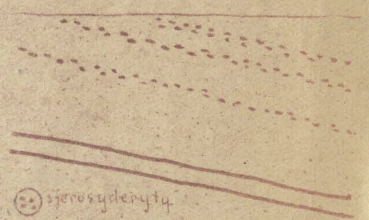


Fig. 57

Przekrój przez napływowe złóż złota w Klondajku

- wapień
- łupki
- hematyt
- piaskowiec



- sferosyderytu
- rudy jurajskie
- syderytu

Fig. 58

Przekrój przez złóż złota w Dnyli-Kiej Juzganc

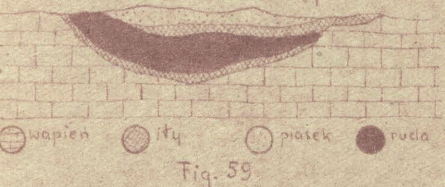


Fig. 59

Przekrój przez jedną ze złóż rud żelaznych typu "minette"

- wapień
- łupki
- piasek
- ruda

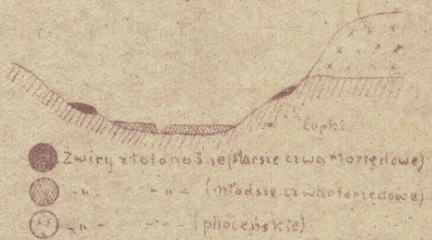
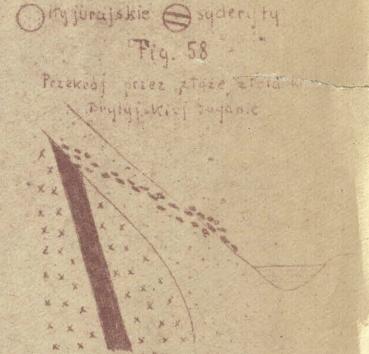


Fig. 60

Przekrój przez złóż fosforytu w Raclawie

- Złoty złota na (starsze czwa) łopielowe
- " " " (młodsze czwa) łopielowe
- " " " (piłocenskie)



- kwarc z otoczyną w żyłach
- kwarc
- gnejs
- piaskowiec
- łupki sylwicyjskie

Fig. 61



Fig. 62

Skala piłkowa kierunku Krotknie przewyższona

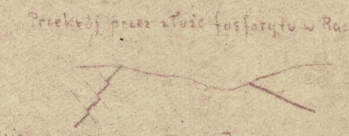


Fig. 63

Przekrój przez złóż miedzi i miedziowego pierwi w Rio-Tinto

Przebieg rudy wapieniowej w okolicy Pielisów

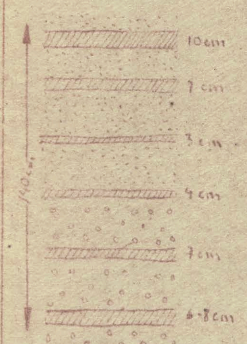


Fig. 64

- ruda
- ciaglica
- łupki



Fig. 65

- czapa żelazna
- poziom cementacji
- piłowoty poryferyzacji

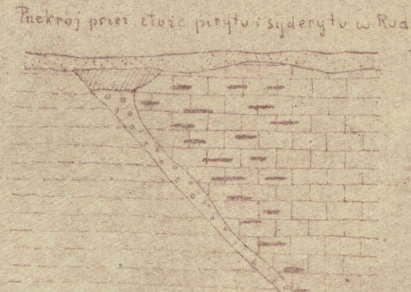


Fig. 66

- syderyt
- hematyt
- piryt
- wapienie
- łupki sylwicyjskie

Blok fosforytowy z Niezawis pomniejszony 10/10



Fig. 67

- blok kruszczyk fosforytowy
- skała marglisto-wapienia



BIBLIOTEKA
GŁÓWNA



AKADEMII
GÓRNICZO
HUTNICZEJ

III 31714

Nie

wypożycza się

N7B 8021