

OCENA PERSPEKTYW ROPONOŚNOŚCI

Doświadczenia zdobyte podczas rozpoznawania złóż ropy i gazu najróżniejszego rodzaju i w różnorodnych warunkach geologicznych pozwalają ustalić szereg następujących zasad, na których powinna być oparta ocena perspektyw roponośności i gazonośności danego regionu:

1) roponośność jest zjawiskiem regionalnym (I. M. Gubkin);

2) koncentracja ropy i gazu wiąże się z określonymi seriami skał osadowych;

3) złoża ropy i gazu mają charakter epigenetycznej koncentracji w zawierających je nieprzepuszczalnych skałach-zbiornikach (pokładach lub masywach). Koncentracja ta jest ograniczona (okonturowana) kontaktem z wodami pokładowymi lub też z nieprzepuszczalnymi skałami; rozmiary jej w przekroju i w planie (rzucie poziomym) mogą być bardzo rozmaite;

4) rozmieszczenie złóż w skałach zależy ostatecznie od litofizycznych (tzw. kolektorskich) własności tych skał oraz od sposobu ich ułożenia i podlega zasadzie grawitacji; z tego wynika kierownicza rola strukturalnych wypiętrzeń w rozmieszczeniu złóż ropy i gazu;

5) koncentracja ropy i gazu, która powstała w pewnej epoce, może następnie ulec zniszczeniu.

Złoża ropy i gazu rozmieszczone są w granicach pewnego roponośnego i gazonośnego regionu w postaci poszczególnych skupień oddzielonych od siebie zarówno w przekroju (złoża poszczególnych pokładów i poziomów), jak i na planie (złoża poszczególnych pól).

Kompleks złóż należący do pewnego terenu (wycinka powierzchni) stanowi pole naftowe. Głównym przedmiotem poszukiwań i rozpoznania są poszczególne pola roponośne i gazonośne; położenie tych pól i kształt ich z reguły wiąże się ze strukturalnymi formami serii roponośnych i gazonośnych.

Dotychczasowe metody empiryczne prowadziły od poszukiwań i rozpoznania poszczególnych pól do pojęcia o regionalnych warunkach obejmujących te pola. Rozwój wiadomości z dziedziny geologii naftowej

idzie w przeciwnym kierunku — od badania obszarów roponośnych i gazonośnych (zagłębi) do odkrywania pól, w których podziemiu znajdują się złoża.

Gdy chodzi o duże obszary (regiony), stawiamy zagadnienie możliwości poszukiwań w formie ogólnej; dla poszczególnych zaś pól ocena perspektyw powinna być wykonana w formie bardziej konkretnych wniosków, sięgając aż do obliczania zasobów różnych kategorii.

Nie należy jednak sądzić, że wskazane wyżej dwa stopnie oceny możliwości są zawsze rozdzielone w czasie; w rzeczywistości odbywają się one w znacznej mierze nie kolejno, lecz równolegle. Dane osiągnięte podczas badań na jednym lub drugim stopniu uzupełniają się wzajemnie i sprzyjają wysnuwaniu bardziej szczegółowych i uzasadnionych wniosków.

Szczegółowe prace geologiczno-rozpoznawcze na poszczególnych polach dostarczają bardzo cennych danych do dokładnego wytyczenia granic całych regionów i do oceny ich możliwości; bez tego rodzaju praca ocena w wielu przypadkach jest niewyraźnie określona. W szeregu regionów okazuje się w ogóle niemożliwe wyprowadzenie konkretnych wniosków bez wiercen podstawowych (oporowych — w oryginalne: opornoje бурение).

W praktyce wyróżnia się tu zwykle dwa zadania: ocenę możliwości całych regionów z jednej strony a z drugiej — ocenę poszczególnych pól. W celu wyjaśnienia możliwości dużego terytorium musimy według J. O. Broda, najpierw oprzeć się na wyjaśnieniu jego miejsca w schemacie geotektonicznego rejonowania (tak w strefach płytowych, jak i geosynklijalnych) i na ogólnej miąższości oraz charakterze osadowego kompleksu wykształconego w danym regionie. Najbardziej pomyślne widoki mają obszary związane z tektonicznymi zapadliskami utworzonymi w związku ze stałym obniżaniem się terenu, wypełnionymi potężnymi kompleksami osadów. Warunki te jednak jeszcze nie wystarczają do rozstrzygnięcia zagadnienia możliwości danego obszaru w znaczeniu dodatnim. Zasadniczą, niezbędną właściwością regionów, w których mogą znajdować się złoża ropy i gazu, jest obecność w przekroju tworzących je osadów seri

ub. kompleksów zawierających skary przesiąknięte opą i (lub) gazem (serii ropośnych i gazonośnych). Hipotetyczne przesłanki o warunkach tworzenia się koncentracji ropy i gazu prowadzą do wniosku, że serie ropośne i gazonośne mogą znajdować się tylko w kompleksach niezmetamorfizowanych skał osadowych o znacznej miąższości (wieluśet metrów); dane o wszystkich zbadanych złóżach potwierdzają ten wniosek. Znae na niektórych polach nagromadzenia ropy w szczelinowatych zwięzłych skałach (metamorficznych, wulkanicznych i głębinowych) są wyraźnie epigenetyczne i związane ostatecznie z przyległymi do nich seriami osadowymi.

Zagadnienie skał wytwarzających ropę i gaz nie jest jeszcze dostatecznie opracowane dla celów praktycznych. Musimy również pozostawić na uboczu zagadnienie prawidłowości wspólnego występowania (zespolenia) serii ropośnych i gazonośnych z osadami pewnych fał, nie mówiąc już o najogólniejszych zasadach, jak np. przynależność tych serii do prze-ważnie płytkowodnych osadów terygenicznych.

W ten sposób jako niezbędny warunek określający możliwości pewnego regionu należy przyjąć obecność w jego przekroju potężnego kompleksu niezmetamorfizowanych skał osadowych; dostatecznym warunkiem możliwości produkcyjnych jest występowanie w tym kompleksie serii ropośnej lub gazonośnej, wykazane przez obserwację próbek skał wziętych z powierzchni lub z otworów wiertniczych.

Należy zauważyć, że w przekrojach szeregu regionów napotyamy nie jedną, lecz kilka serii ropośnych i gazonośnych; znany przykłady występowania najniższej z nich w spagu niezmetamorfizowanych skał osadowych. Nie można uważać możliwości danego regionu za wyjaśnione w sposób wyczerpujący, dopóki nie zostanie zbadany cały jego przekrój aż do wspomnianego spagu.

Obecność skał ropośnych i gazonośnych w przekroju badanego obszaru ma wielkie znaczenie. Dlatego szczególną uwagę należy poświęcić przejawom tej obecności.

Do wiarygodnych jej przejawów należą pokłady skał przepuszczalnych przepojonych ropą i gazem (lub produktami zwitterzenia ropy, np. w postaci lep-kich i niektórych stałych bituminów) lub pokłady (masywy) skał zwięzłych, ale zawierających ropę w drobnych szczelinach wewnątrz warstw, w drobnych pustkach itp.; przy tym smary i wtrącenia ropy muszą być związane z danym pokładem lub częścią masywu, a nie rozproszone. Podobnie wtrącenia i smary, ale nie rozproszone lub związane ze strefami szczelin, pęknięć i zbrekciowanych skał przecinających serie pokładów, należy zaliczyć nie do przejawów wiarygodnych (pośrednich), lecz do przypuszczalnych (pośrednich), na równi z rozproszonymi wtrąceniami i żyłkami stałych bituminów. Jako oznaki przypuszczalnej obecności w głębi skał gazonośnych można uważać wydzielanie się gazu wzdłuż szczelin a także wtrącenia i żyłki algarytów¹.

Ważną oznaką jest woda zmineralizowana zawierająca kwasy naftenowe.

W pewnych przypadkach przejawy ropośności i gazonośności mogą nie wskazywać na obecność w głębi skał ropośnych, lecz mogą świadczyć jedynie o zniszczeniu koncentracji ropy niegdys tam istniejącej. Do takich przejawów należą ułamki lub ziarna bituminów albo skał bitumicznych tkwiących w terygenicznych skałach lub też w utworach napływowych. Takie samo znaczenie mogą mieć produkty zwitterzenia ropy w skałach wychodzących na powierzchnię. Rezultaty zdjęcia gazowego lub bakteriologicznego mogą świadczyć nie o istniejących obecnie

złożach, ale o dawniej istniejących, a teraz już zniszczonych w większym lub mniejszym stopniu.

Należyte wyzyskanie obserwacji nad przejawami ropośności i gazonośności na powierzchni można osiągnąć tylko zestawiając je z całą geologiczną sytuacją — z warunkami ułożenia skał (tektoniką), z możliwym wpływem krążących wód pokładowych itd. Znaczenie przejawów ropy i gazu jest bardzo wielkie, ponieważ wskazują one na możliwości znajdowania się w danym regionie serii ropośnej lub gazonośnej.

Do pośrednich oznak należy także zaliczyć przejawy nie związane wprost z obecnością ropy i gazu, ale zwykle towarzyszące seriom ropośnym i gazonośnym, jak np.: przejawy środowiska redukującego w tych lub owych seriach, istnienie wód z obniżoną zawartością jonu siarczanowego (a tym bardziej wykazujących jego brak), przemiany minerałów siarczanowych polegające na zastąpieniu siarczanowego anionu węglanowym, tworzenie się siarczków, zamiastna czerwomobrunatnych i brunatnych barw skał na szarawe itd. Do tej również kategorii oznak, choć drugorzędnych, można zaliczyć specjalne przejawy wykryte przez geochemiczne metody badań.

Po ustaleniu przypuszczalnego lub stwierdzonego występowania w podziemiach pewnego regionu serii ropośnej lub gazonośnej należy wykazać jej litofacjalny charakter; następnie należy koniecznie wyjaśnić granice zasięgu serii, w którym utrzymał się ten charakter (granice dawnego zbiornika, w którym osadzała się seria).

Z tego wynika, że ocena widoków na ropośność i gazonośność regionów powinna wyrażać się z grubszą w postaci podziału ich na dwie następujące grupy:

1) regiony, w których przypuszczamy istnienie serii ropośnej lub gazonośnej na podstawie zespołu danych geologicznych — analogicznie do innych regionów — oraz na podstawie oznak drugorzędnych, pośrednich;

2) regiony, na których obecność serii ropośnej lub gazonośnej przejawia się w zespole oznak ropośności lub gazonośności, czyli może być uważana za stwierdzoną.

W drugiej grupie wydzielamy dwie następujące klasy:

1, gdzie nie odkryto poziomów ropośnych lub gazonośnych, które mogłyby stać się przedmiotem eksploatacji;

2, gdzie ropośne i gazonośne poziomy mogące być przedmiotem eksploatacji zostały odkryte przez otwory wiertnicze.

Dla regionów pierwszej grupy nie można wysnuć konkretnych wniosków co do możliwości poszczególnych pól. Należy jednak stanowczo stwierdzić, że tylko ocena możliwości nie całego regionu, ale jego poszczególnych pól, w których występują złoża ropy i gazu, może dać praktyczne wskazówki co do właściwego skierowania wierceń poszukiwawczych.

Jako następne zadanie staje przed regionami pierwszej grupy odpowiedź na pytanie, czy istnieje tam seria ropośna lub gazonośna, tzn. ułożenie planu prac, które mogą rozstrzygnąć to zagadnienie. W większości przypadków (zwłaszcza w obszarach płytowych) do planu tych robót powinno należeć wiercenie podstawowe.

Dla regionów drugiej grupy zasadniczym zadaniem jest ustalenie położenia terenów, w których podziemiu należy oczekiwać obecności złóż na podstawie zespołu objawów.

Konkretność wniosków dotyczących oceny możliwości, ich uzasadnienie i stopień prawdopodobieństwa ściśle zależą od pełni i dokładności naszych pojęć o geologicznej budowie ocenianej prowincji lub pola. Te pojęcia składają się na podstawowe uogólnienia dotyczące zespołu różnorodnych danych, przede wszystkim wyników badań geologicznych uzupełnionych wynikami badań geofizycznych i geochemicznych. Należy koniecznie podkreślić, że wysokowarto-

¹ Należy podkreślić, że w danym przypadku idzie o określenie pokładów ropośnych i gazonośnych mających znaczenie przemysłowe (przyp. red. ros.).

Algarty — substancje węglanowo-białkowe towarzyszące złożom rop parafinowych i ozokerytu jako produkt powierzchniowego rozkładu pod wpływem bakterii (przyp. tłum.).

sciowy, wszechstronny i pełny pogląd na budowę pewnego pola oraz roponośność i gazonośność jego podziemia można uzyskać jedynie za pomocą wierceń przez serię roponośną czy gazonośną.

Obecność złóż ropy i gazu można definitywnie wykazać jedynie przez wiercenia. W przytłaczającej większości przypadków nie można bez danych wiertniczych, wyjaśnić w należyty sposób morfologii i historii rozwoju wypiętrzeń strukturalnych, których przekrój zawiera serie roponośne lub gazonośne, ani zmian miąższości i litofacjalnego składu tych serii itd.

Konieczność posiadania danych z otworów, które przewierciły serie roponośne lub gazonośne, daje się szczególnie odczuwać w obszarach pozbawionych wychodni tych serii na powierzchni.

Przy ocenie możliwości ropnych i gazowych terenów w pewnym regionie, dla którego brak danych z wierceń przebijających serie roponośne lub gazonośne, musimy ograniczać się do wniosków dotyczących możliwości odkrycia złóż ropy i gazu bez konkretnych wskazań co do charakteru tych złóż, ich zasobów itd.

Rozstrzygające znaczenie przy ocenie stopnia pewności materiałów, jakimi rozporządzamy dla danego regionu, jak również do wyboru planu dalszych prac geologiczno-rozpoznawczych mają naturalne warunki regionu — stopień odsłonięcia skał podłoża oraz stopień zgodności lub niezgodności ułożenia różnych serii, z których zbudowany jest ów region. Ważne znaczenie ma również jednolitość geologicznego rozwoju całego kompleksu skał osadowych zawierających serię roponośną lub gazonośną. Taka jednolitość zezwala z większą pewnością snuć przypuszczenia co do tektoniki i litofacjalnych własności różnych terenów danego regionu.

Związek między naturalnymi warunkami danego pola, stopniem jego zbadania i wnioskami dotyczącymi oceny jego możliwości pokazuje tabela 1.

Po naszkicowaniu granic regionu roponośnego lub gazonośnego trzeba z kolei wydzielić w nim poszczególne pola wymagające przeprowadzenia wierceń poszukiwawczych. Tu wypada nam powtórzyć pogląd wypowiedziany wyżej w sprawie zespołowego prowadzenia poszukiwań. Poszukiwania oparte na praktyce obiegłych dziesięcioleci miały na celu znalezienie poszczególnych pól odznaczających się obecnością odsłoniętych lub zakrytych złóż i splotem najbardziej potnyśnych oznak (głównie antyklinalnych form strukturalnych oraz powierzchniowych objawów roponośności lub gazonośności). Doświadczenia zdobyte w czasie badania szeregu pól naftowych i gazowych wykazały niewystarczalność takiego nastawienia, gdyż w granicach pewnego regionu roponośnego lub gazonośnego możemy napotkać złoża różnych typów (wśród nich również ukryte), a wykazanie ich wszystkich wymaga zbadania danego obszaru w całości. Powstałe wówczas potrzeba tymczasowego (przed wyodrębnieniem poszczególnych pól) podziału tego regionu na poszczególne sekcje (rejonowanie). W granicach regionu charakteryzującego się obecnością w jego przekroju serii o pewnej roponośności lub gazonośności mogą znajdować się sekcje o wyraźnie małych możliwościach lub też na tyle wyróżniające się budową geologiczną, że można przypuszczać istnienie tu złóż różnych typów wymagających różnorodnego ujęcia poszukiwań. I tak do nie mających perspektyw mogą należeć sekcje w synklinach o poziomym ułożeniu serii roponośnych, sekcje brzeżnych części zbiorników, w których miąższość tych serii znacznie się zmniejsza, tereny, w których litofizyczne własności skał nagle się pogarszają itp. Z sekcjami położonymi na sklepieniach antyklinalnych wypiętrzeń mogą być związane strukturalne pułapki i złoża typu zakrytego, z terenami na odległych od sklepienia skrzydłach wypiętrzeń — stratygraficzne pułapki ze złożami typu ukrytego itd.²

² J. O. Brod (3) przyjmuje inną terminologię, wydzielając nie regiony — sekcje (uczastki) — pola (płaszczyzn), lecz terytoria lub prowincje (oblasti) — regiony — tereny. Wydaje się jednak pożądane zachować termin „region” dla jednostki

Podział (rejonowanie) regionów roponośnych powinien być przeprowadzony kompleksowo zgodnie z tektoniką (według form strukturalnych i historii ich rozwoju) oraz z litofacjalnym charakterem serii roponośnych i gazonośnych; rezultatem tego podziału jest wydzielenie sekcji charakteryzujących się typami i rodzajami oczekiwanych tu złóż (patrz schemat).

Należy podkreślić (jak to uczyniliśmy już wyżej) przy rozpatrywaniu spraw wydzielania regionów roponośnych i gazonośnych, że nie można osiągnąć wystarczająco kompletnego i uzasadnionego podziału tych regionów jedynie na podstawie danych geologicznych bez danych z wierceń.

Schemat wydzielania (rejonowania) sekcji naftowych i gazowych regionów

1) na podstawie tektoniki kompleksów, w których występują serie roponośne i gazonośne.

Wypiętrzenia antyklinalne: a) z wyodrębnionymi brachyantyklinalnymi lub b) bez nich; c) wyróżniające się jednolitym rozwojem geologicznym lub d) konsekwentnym narastaniem fałdów rozmaitego wieku; e) z objawami dysharmonijnego fałdowania; f) typu płaskich antyklinal (w strefach płytowych).

Skrzydła (zbocza) wypiętrzeń tektonicznych (regionalne monokliny): a) ze zgięciem wzdłuż biegu lub bez nich; b) z niezgodnościami w ułożeniu między roponośną lub gazonośną serią a podścielającymi i pokrywającymi ją osadami; wypiętrzenia związane z tektonicznymi pęknięciami.

Wypiętrzenia typu wysadów solnych.

2) na podstawie własności litofacjalnego charakteru serii roponośnych i gazonośnych.

Serie ze skałami roponośnymi i gazonośnymi o określonym składzie i cechach litofizycznych; miąższość i charakter tych serii: a) zachowuje się lub b) zmienia w różnych sekcjach. Zmniejszenie miąższości; c) posuwa się w górę w kierunku wznoszenia się warstw lub d) nie podlega widocznej prawidłowości.

Skały roponośne i gazonośne maszywów rozmieszczonych a) zgodnie z pewną prawidłowością, b) bez takiej prawidłowości.

Na tektonicznej i litologicznej charakterystyce oparte jest końcowe stadium podziału regionów naftowych i gazowych — wydzielenie sekcji, na których można napotkać złoża różnych typów:

1. Złoża odsłonięte, zakryte i ukryte.
2. Złoża związane z pułapkami: a) strukturalno-tektonicznymi b) stratygraficznymi, c) litologicznymi.

Rozmieszczenie złóż może się wiązać z pewną zauważoną prawidłowością (tektoniczną, stratygraficzną lub litologiczną) albo takiej prawidłowości nie zauważono.

3. Złoża z pojedynczymi poziomami ropnymi i gazowymi lub też złoża wielopokładowe.

Wstępny, schematyczny podział może być dokonany w wielu regionach nawet bez danych z wierceń, natomiast szczegółowy podział można przeprowadzić wyczerpująco jedynie stopniowo w miarę gromadzenia się danych z wierceń przebijających serie ropne i gazowe. Jednakże wstępne rejonowanie jest niezbędnym stopniem w ocenie możliwości poszczególnych terenów danego regionu. Takie rejonowanie należy prowadzić z uwzględnieniem naturalnych warunków oraz materiałów z badań geologicznych, geofizycznych i geochemicznych będących w naszym posiadaniu.

Odsłonięte złoża z wychodniami roponośnych lub gazonośnych pokładów są na ogół rzadkie i brak ich w obszarach płytowych. Natomiast, na odwrót, złoża typu zakrytego występujące w maszywach (zwieźłych skał porowatych i szczelinowatych) spotykają się na obszarach płytowych. Wskutek zasadniczo różnych

najwyższego rzędu (przyp. red. ros.).

W Polsce przyjmuje się zwykle (K. Bohdanowicz — Surowce mineralne świata. T. III, cz. 2, 1953) podział na prowincje — regiony — pola lub obszary (przyp. tłum.).

PRZEGŁADOWA TABELA
WYJŚCIOWYCH DANYCH DO OCENY
PERSPEKTYW ROPONOŚNOŚCI I GAZOWOŚCI

Naturalne warunki danej sekcji terenu	Dane materiały	Dane o serii (seriach) roponośnej i gazonośnej.	Charakter i treść wniosków dotyczących perspektyw roponośności i gazonośności
Skąły podłoża niedostępne badaniom (nie wychodzą na powierzchnię i nie mogą być odkryte przez roboty rozpoznawcze bez większych trudności).	a) Dane geologiczne charakteru regionalnego (włącznie z historią rozwoju geologicznego). Te same dane (a) a ponadto (b) dane z badań geofizycznych.	A) Obecność serii roponośnej lub gazonośnej stwierdzona na podstawie badań charakteru regionalnego; przekrój jej nie zbądany konkretnie.	1. Plan niezbędnych badań geofizycznych i innych. 2. Wnioski różnego rodzaju zależnie od dokładności badań geofizycznych, aż do wyboru punktów do wierceń poszukiwawczych na złoża typu ukrytego.
Skąły podłoża dostępne badaniom, ale przykrywające niezgodnie serię roponośną lub gazonośną.	Te same dane (a) lub (a) i (b) oraz ponadto c) dane z wierceń, które wykryły serię (serie) roponośną lub gazonośną.	B) Obecność serii roponośnej lub gazonośnej stwierdzona przez wiercenia, a przekrój jej zbądany w większym lub mniejszym stopniu.	3. Jak wyżej (2). Zależnie od dokładności danych z wierceń ułożenie planu wiercenia poszukiwawczego i ocena zasobów
Skąły podłoża dostępne badaniom, ale przykrywające niezgodnie serię roponośną lub gazonośną.	a) Dane geologiczne charakteru regionalnego, ponadto mapy geologiczne, przekroje, profile stratygraficzne dotyczące danej sekcji terenu. Te same dane (a), a ponadto (b) dane z badań geofizycznych.	Jak wyżej (A).	Jak wyżej (1).
Skąły podłoża dostępne badaniom, ale przykrywające niezgodnie serię roponośną lub gazonośną.	Te same dane (a), a ponadto (b) dane z badań geofizycznych.	Jak wyżej (A) a ponadto C) dane o prawidłowości zmian miąższości i litofizycznego charakteru serii roponośnych i gazonośnych.	Jak wyżej (2). Obecność danych (C) zezwala na bardziej konkretne wnioski.
Skąły podłoża dostępne badaniom, ale przykrywające niezgodnie serię roponośną lub gazonośną.	Te same dane (a) lub (a) i (b) a ponadto c) dane z wierceń, które odkryły serię roponośną lub gazonośną.	Jak wyżej (B).	Jak wyżej (3).
Skąły podłoża leżące zgodnie z serią roponośną lub gazonośną dostępne badaniom (czasami również samą serią).	a) Geologiczne i strukturalne mapy i przekroje; stratygraficzne profile zestawione na podstawie zdjęcia przekrojów. Te same dane (a), a ponadto b) dane z badań geofizycznych nad formami strukturalnymi w głębszych seriach.	A) Obecność serii roponośnej lub gazonośnej stwierdzona na podstawie badań regionalnych lub obserwacji na samym polu, profil jej określony w większym lub mniejszym stopniu.	1. Wybór punktów do wierceń poszukiwawczych na złoża typu zakrytego (na terenach z odsłoniętą serią roponośną lub gazonośną także i typu odkrytego).
Skąły podłoża leżące zgodnie z serią roponośną lub gazonośną dostępne badaniom (czasami również samą serią).	Te same dane (a) lub (a) i (b) a ponadto c) dane z wierceń, które odkryły serię roponośną lub gazonośną.	Jak wyżej (A) a ponadto C) dane dotyczące miąższości i litofizycznych cech serii roponośnej lub gazonośnej.	2. W zależności od dokładności badań geofizycznych (b) oraz danych o prawidłowości w zmianie charakteru serii (C) wybór punktów do wierceń poszukiwawczych na złoża, nie tylko typu zakrytego ale i odkrytego.
Skąły podłoża leżące zgodnie z serią roponośną lub gazonośną dostępne badaniom (czasami również samą serią).	Te same dane (a) lub (a) i (b) a ponadto c) dane z wierceń, które odkryły serię roponośną lub gazonośną.	B) Obecność serii roponośnej lub gazonośnej stwierdzona przez wiercenia; przekrój tej serii i charakter roponośnych lub gazonośnych pokładów wyjaśnione w większym lub mniejszym stopniu.	3. Jak wyżej (2). Możliwe ułożenie planu wierceń okonturowujących złoża oraz obliczenie zasobów.

własności stref fałdowych i płytowych rozmiary sekcji wydzielonych na podstawie podanych tu przejawów są znacznie mniejsze w pierwszych niż w drugich.

Różnice w warunkach panujących na sekcjach jednego i tego samego regionu wyrażają się bardziej ostro w strefach fałdowych.

Co się dotyczy warunków geologiczno-technicznych wierceń poszukiwawczych, to głównym zagadnieniem

jest tu ich maksymalna głębokość; przy współczesnej technice można ją przyjąć na 5000 m. W ten sposób w przytaczającej większości regionów płytowych zagadnienie to nie ma szczególnego znaczenia, natomiast zachowuje ono je w pełni dla wielu regionów fałdowych. W tych ostatnich możliwości poszczególnych sekcji mogą być ograniczone w dół, w kierunku upadu, konturami przeprowadzonymi nie na podsta-

Tabela 2

KLASYFIKACJA ZASOBÓW ROPY I GAZU WEDŁUG KATEGORII

Symbol	Zasoby	Charakterystyka
A ₁	Przygotowane	Zasoby, jakie można uzyskać z już odwierconych otworów, które dały lub dają produkcję.
A ₂	Rozpoznane	Zasoby złóż okonturowanych przez opróbowane otwory wiertnicze.
B	Ujawnione ¹	Zasoby w poziomach, których roponośność lub gazonośność w znaczeniu przemysłowym została stwierdzona przez kilka otworów wiertniczych, ale których złoża nie mają ustalonych konturów; w poziomach z rozpoznanyymi złożami (zasobami A ₁ i A ₂) mogą być wykazane zasoby B na sekcjach przyległych do tych złóż.
C ₁	Przypuszczalne	Zasoby nowych terenów w poziomach, w których uzyskano choćby w jednym otworze przypływ ropy lub gazu o znaczeniu przemysłowym. Na eksploatowanych terenach — zasoby na oddzielnych mało rozpoznanych sekcjach.
C ₂	Perspektywiczne ²	Zasoby nowych terenów w poziomach, których produktywność nie została stwierdzona przez wiercenia, lecz można przypuszczać jej istnienie na podstawie analogii z eksploatowanymi terenami tego samego regionu.

Uwaga: Dla niektórych terenów bierze się w rachubę zasoby pozabilansowe, które nie mogą być uzyskane (wydobyte z głębi) przy współczesnych warunkach technicznych i gospodarczych.

choćby schematyczny opis hydrogeologicznej sytuacji terenu.

Ocena możliwości terenu poszukiwawczego może być prowadzona z większym lub mniejszym przybliżeniem do rzeczywistości i z rozmaitym stopniem dokładności, zależnie od ilości posiadanych materiałów, według następującego programu.

Całość kryteriów możliwości pewnego terenu można podzielić na trzy grupy:

- 1) kryteria podstawowe określające prawdopodobieństwo istnienia złóż ropy i gazu;
- 2) kryteria drugorzędne dotyczące właściwie nie obecności złóż, lecz ich typów, rodzajów i form;
- 3) kryteria techniczno-ekonomiczne odzwierciedlające rozmiary niezbędnych prac poszukiwawczych, ich warunki i komplikacje.

Przegląd tych kryteriów przedstawia tabela 3.

¹ Według polskiej terminologii stwierdzone lub odkryte (przyp. tłum.).

² Według polskiej terminologii — możliwe (przyp. tłum.).

wie danych geologicznych, lecz ze względu na głębokości występowania przypuszczalnych pokładów roponośnych i gazonośnych oraz na trudności wiercenia do tej głębokości.

Wyodrębnienie sekcji o pewnych możliwościach w regionach naftowych i gazowych oparte jest na poglądach dotyczących regionalnego rozmieszczenia roponośności i gazonośności. Odkrycie złóż ropy i gazu w podziemiach danego pola mówi o tym, że jeśli geologiczne warunki właściwe temu polu rozciągają się na pewną sekcję, to w jej granicach można wykryć nowe złoża; wyodrębnienie sekcji o pewnych możliwościach ma na celu wytyczenie ich konturów tak, aby nie ominąć bez zbadania ani jednego możliwego pola produktywnego.

Jak wzmiankowaliśmy wyżej, charakter sekcji i jej kontury wyjaśniają się w sposób bardziej kompletny i dokładny stopniowo, w miarę gromadzenia się niezbędnych danych.

Prace geologiczno-rozpoznawcze na sekcjach rokowujących pewne możliwości zmierzają do wyodrębnienia oddzielnych pól („terenów do poszukiwań”) wymagających wierceń poszukiwawczych, które jednocześnie są końcowym etapem całego procesu poszukiwań; to one ostatecznie stwierdzają obecność złóż w głębi i służą do oceny możliwości ich eksploatacji.

Wyodrębnianie pól do poszukiwań przeprowadza się na podstawie zespołu wyników prac geologiczno-rozpoznawczych oraz wszystkich wykonanych badań (geologicznych, geofizycznych i geochemicznych). Główną rolę odgrywają tu dane pozwalające sądzić o strukturalnych formach serii roponośnych i gazonośnych oraz o warunkach tworzenia się pułapek na ropę i gaz; pomocniczą zaś rolę mają tu przejawy ropy i gazu na powierzchni oraz dane z badań geochemicznych.

Dla pól, na których poziomy zawierające skupienia ropy i gazów nie zostały jeszcze odkryte, układa się plan wierceń poszukiwawczych; dla pewnych części tych pól mogą być określone możliwe zasoby w kategorii C₂ (tabela 2).

Pola, na których poziomy roponośne i gazonośne zostały już odkryte, wymagają wierceń nie tylko poszukiwawczych, ale i rozpoznawczych w ściślejszym znaczeniu (okonturowujących złoża). W razie dostatecznych danych można obliczać zasoby tych pól w kategoriach wyższych niż C₂.

Treść wniosków dotyczących wyodrębnienia pól poszukiwawczych, ich dokładność i stopień prawdopodobieństwa zależą od naturalnych warunków i od rozmiarów prowadzonych prac geologiczno-rozpoznawczych, co zostało wyrażone w tabeli 1.

Całkowita charakterystyka terenu poszukiwawczego, pozwalająca na wysnucie konsekwentnych wniosków co do jego możliwości produkcyjnych, powinna zawierać profil stratygraficzny obejmujący serię (serie) roponośną lub gazonośną aż do spągu, strukturalną mapę tej serii lub też pokładów zgodnie ją przykrywających, profile dostatecznie ilustrujące warunki ułożenia serii roponośnych lub gazonośnych. W razie niezgodności ułożenia, zmiany miąższości tych serii oraz w razie zmienności ich fizycznych własności niezbędne są mapy ilustrujące te objawy. Konieczność tych map (zmiany miąższości i własności litofizycznych) daje się odczuwać zwłaszcza w regionach płytowych, gdzie formy strukturalne są słabo wyrażone i gdzie rozmieszczenie pułapek nie rzadko może być dokładniej ujawnione jedynie za pomocą wymienionych map. Do ujawnienia słabo wyrażonych (płaskich) form fałdowych w sekcjach z łagodnym nachyleniem regionalnym (pospolitych w strefach płytowych) zaleca się, jako uzupełnienie zwykłych map strukturalnych, konstruować mapy strukturalne w odniesieniu do płaszczyzny regionalnego nachylenia.

Duże znaczenie ma również całkowita charakterystyka litofizycznych własności skał zbiorników serii roponośnej lub gazonośnej; również niezbędny jest

Tabela 3

KRYTERIA PERSPEKTYW ROPONOŚNOŚCI I GAZONOŚNOŚCI PÓL POSZUKIWAWCZYCH

Zasadnicze kryteria	Dane odnoszące się do wymienionych kryteriów	Drugorzędne kryteria	Dane odnoszące się do wymienionych kryteriów	Kryteria techniczno-ekonomiczne
Stratygrafia, skład litologiczny, stopień odsłonięcia roponośnej lub gazonośnej serii zawierającej przypuszczalne złoża.	Zgodność lub niezgodność w ułożeniu serii roponośnej lub gazonośnej z przykrywającymi ją osadami. Jej miąższość i profil. Liczba i miąższość poziomów roponośnych lub gazonośnych, których obecności można się spodziewać. Rozmieszczenie ich w profilu serii. Obecność izolujących przewarstwień. Litofacjalny charakter serii roponośnej lub gazonośnej. Skład litologiczny, litofizyczne własności i charakter uwarstwienia skał roponośnych lub gazonośnych. Stopień stałości składu tych warstw w różnych częściach pola. Skład i stałość skał pokrywających pokłady roponośne lub gazonośne. Głębokość rozmycia serii roponośnej lub gazonośnej. Warunki w jakich ta seria odsłania się na powierzchni.	Uskokowe itp. dysjunktywne zaburzenia. Objawy dynamometamorfizmu. Obecność skał zwiezłych, nieprzepuszczalnych.	Dysjunktywne zaburzenia, drugorzędne w stosunku do formy strukturalnej (poprzeczne pęknienia z małymi przesunięciami, uskoki na skrzydłach fałdów itp.); rozmieszczenie ich w strukturze. Charakter i stopień zmian w skałach serii roponośnej lub gazonośnej (wzrost zwiezłości, szczelinowatości, kłiważ itd.) wskutek dynamometamorfizmu. Obecność skał zbrekcjowanych. Obecność skał masywno-krystalicznych, wulkanicznych, metamorficznych oraz zwiezłych skał osadowych. Forma ich ułożenia i stosunek do struktury, do której należą przypuszczalne złoża. Przejawy wodonośności w związku z ich ułożeniem w formie strukturalnej. Obecność poziomów wodonośnych zawierających wody pod ciśnieniem; warunki ich ułożenia. Skład wód. Możliwe ciśnienie pokładowe w złożu. Obecność warunków sprzyjających zniszczeniu złóż przez wody podziemne. Oczekiwany kształt złóż i ich wygląd na płaszczyźnie poziomej; charakter konturów. Możliwy wpływ różnic w litofizycznych własnościach skał-zbiorników, dysjunktywnej dyslokacji masywów skał zwiezłych itp. na regularność formy złóż i ich jednorodność.	Niezbędna głębokość wiercen poszukiwawczych. Warunki wiercenia. Własności skał i sposób ich ułożenia, wpływające na tok wiercenia. Obecność skał twardych oraz powodujących zasypy, kuzawki itd. Oczekiwany stopień jednorodności złóż. Konieczność podziału pola na poszczególne działki wymagające niezależnych wiercen poszukiwawczych. Prawdopodobna jakość ropy. Położenie terenu w stosunku do baz zaopatrzenia, baz energetycznych itd. Źródła zaopatrzenia w wodę i ń do roztworów. Drogi komunikacyjne, osiedla itd.
Strukturalna forma (warunki ułożenia) serii roponośnej lub gazonośnej, typ pułapek i złóż.	Strukturalna forma ułożenia serii roponośnej lub gazonośnej. Wymiany formy strukturalnej (w obrębie serii roponośnej lub gazonośnej) — długość, szerokość, powierzchnia, wysokość. Typy i rodzaje pułapek. Typy oczekiwanych złóż. Stosunek formy strukturalnej danego pola do struktury przyległej sekcji (regionu). Wielkie zaburzenia dysjunktywne. Drugorzędne elementy struktury (fałdy boczne i lokalne, przegięcia przegubu fałdu itp.).	Warunki hydrogeologiczne.		
Oznaki roponośności i gazonośności.	Charakter przejawów ropy i gazu na powierzchni oraz w otworach wiertniczych. Jakość ropy. Rozproszona ropa i inne bituminy, wtrącenia i żyłki asfaltów itp., wydobywanie się gazu szczelinami. Wody podziemne zawierające kwasy naftenowe itd. Wulkany błotne. Wody o specyficznym składzie, objawy wskazujące na redukujące środowisko tworzenia się osadów itp. Oznaki reszkowych (zniszczonych) skupień ropy. Gaz bez ropy. Jego skład. Stosunek wszystkich objawów ropnych i gazowych do form strukturalnych.	Kształt złóż i ich jednorodność (stałość).		

Przy wyborze pól do wierceń poszukiwawczych powstaje zagadnienie nie tylko prawdopodobieństwa znalezienia w ich podziemiu złóż ropy i gazu, ale również porównawczej oceny ich możliwości, pozwalającej grupować pola według tych możliwości i ustalać racjonalną kolejność robót poszukiwawczych na różnych terenach.

Przy rozszerzaniu podobnych zagadnień należy liczyć się, jak wspomniano wyżej, z ilością danych, jakie mamy dla różnych pól, oraz ze stopniem ich dokładności i szczegółowości. Liczne kryteria oceny możliwości mogą mieć niejednakowe znaczenie porównawcze w różnych warunkach. I tak na polach znajdujących się w strefach fałdowych, przy stwierdzonej w przekroju obecności roponośnych i gazonośnych pokładów-zbiorników, główną rolę grają formy strukturalne tych pokładów; na polach stref płytowych rolę ta przypada zmienności litofizycznych własności skał roponośnych i gazonośnych. Za podstawę do porównawczej oceny możliwości należy brać wyniki zestawienia danego pola z już rozpoznanyimi polami odznaczającymi się analogicznymi warunkami.

Jeśli zagadnienie prawdopodobieństwa obecności złóż ropy lub gazu w podziemiach danego pola zostanie rozstrzygnięte pozytywnie, to wniosek dotyczący możliwości tego pola w najbardziej schematycznej formie (przy małej ilości danych) musi jednak zawierać następujące punkty:

- zwięzłą charakterystykę podstawowych warunków geologicznych terenu oraz analogii między nim a jednym z już rozpoznanych terenów roponośnych i gazonośnych z tego samego regionu lub innego;
- prawdopodobne głębokości występowania pokładów roponośnych lub gazonośnych;
- przybliżoną ocenę prawdopodobnej powierzchni złoża;
- przybliżoną ocenę prawdopodobnej wydajności złoża (wydajności otworów wiertniczych i jakości ropy);
- stopień przygotowania terenu do wierceń poszukiwawczych; główne prace niezbędne do rozpoczęcia wiercenia (geologiczne, geofizyczne, budowlane i inne).

Przy braku danych niezbędnych do odpowiedzi na wymienione punkty, ocena możliwości pola powinna być odłożona do czasu uzyskania tych danych przez odpowiednie badania uzupełniające.

Ocena widoków na roponośność i gazonośność pól poszukiwawczych powinna być zakończona przybliżonym obliczeniem zasobów tych pól; rezultaty tych obliczeń stwarzają możliwość konkretnego porównania możliwości różnych pól i wydania sądu o racjonalnej kolejności wierceń poszukiwawczych. Dlatego sprawa tego obliczenia zasługuje na szczególną uwagę.

Ocenę zasobów pól poszukiwawczych należy przeprowadzać w swoich warunkach — rozmiary złóż (w planie i na przekroju) oraz inne dane wyjściowe (mąższność i litofizyczne własności roponośnych i gazonośnych pokładów, ich wydajność itd.) nie są dokładnie znane, a odpowiednie liczby są brane na podstawie analogii między danym polem, a innym dobrze zbadanym, podobnym do niego. Przy ustalaniu tej analogii główną rolę grają wyniki wierceń, które odkryły pokłady roponośne lub gazonośne na polu poszukiwań. Obecność lub brak danych z wierceń stawia wyraźną granicę między polami, na których przypuszczamy jedynie istnienie poziomów roponośnych lub gazonośnych na podstawie posiadanych materiałów, a polami, na których takie poziomy zostały odkryte lub też, tym bardziej, opróbowane przez wiercenia.

Można przyjąć sposób obliczania albo według objętości, albo przez wyliczenie na ha/m (powierzchnia/metr mąższności) — obliczenie „hektarowe” według M. A. Zdanowa (7).

Ze względu na warunki oceny zasobów pól poszukiwań, w większości przypadków należy przy tej ocenie ograniczyć się do obliczenia możliwych zasobów (C_2) i jedynie w razie rozporządzania danymi z wierceń — przypuszczalnych (C_1); w wyjątkowych przypadkach można przeprowadzać obliczenia wyższych kategorii (tab. 4).

Tabela 4

WARUNKI OCENY ZASOBÓW PÓL POSZUKIWANYCH

Dane do oceny zasobów pól poszukiwań	Charakter możliwych obliczeń zasobów
a) Całość danych geologicznych, geofizycznych i geochemicznych, zezwalających uważać obecność serii gazonośnej lub roponośnej w przekroju za stwierdzoną oraz istnienie warunków sprzyjających powstawaniu złóż za prawdopodobne.	Niedostateczne dane do obliczenia zasobów.
b) Te same materiały uzupełnione danymi umożliwiającymi przeprowadzenie dostatecznie pełnej analogii między ocenianym polem a polami, na których pokłady roponośne zostały opróbowane lub znajdują się w eksploatacji.	Możliwe obliczenie w kategorii C_2 przy przyjęciu wyjściowych danych na podstawie analogii.
c) Te same materiały (b) a ponadto dane z wierceń, które odkryły pokłady roponośne lub gazonośne bez ich opróbowania.	Możliwe obliczenie w kategorii C_2 (jak wyżej) z lepszym uzasadnieniem analogii.
d) Te same materiały (c) a ponadto dane z wierceń, które opróbowwały pokłady roponośne i gazonośne oraz dały przypływ ropy i (lub) gazu o przemysłowej wartości.	Możliwe obliczenie w kategorii C_1 i C_2 .

Uwagi: 1. „Przemysłowy przypływ” określa się biorąc za punkt wyjścia wydajność produktywnych otworów danego regionu naftowego oraz odpowiedniej głębokości.

2. Jeśli na polu poszukiwań założono otwory wiertnicze, które odkryły złożę w licznych punktach, to wówczas możliwe jest obliczenie zasobów w kategorii wyższej niż C_2 .

(Tłumaczył Stanisław Krajewski.
Спутник полевого геолога-нефтяника, т. II, стр. 304—320)

L I T E R A T U R A

- Абрамович М. В. Поиски и разведка залежей нефти и газа. Госгонтехиздат, 1948.
- Брод И. О. Залежи нефти и газа. Госгонтехиздат, 1951.
- Брод И. О. Геологические предпосылки оценки перспектив нефтегазоносности. (Спутник полевого геолога-нефтяника, т. II. Стр. 296—304).
- Вассоевич Н. В. и Успенский В. А. Геология нефти. (Спутник полевого геолога-нефтяника, т. II. Стр. 152—295).
- Губкин И. М. Учение о нефти. ОНТИ, 1937.
- Губкин И. М. Урало-Волжская нефтеносная область. АН СССР, 1940.
- Жданов М. А. Методы подсчета подземных запасов нефти и газа. Госгеолгиздат, 1952.
- Успенская Н. Ю. Некоторые закономерности нефтегазоаккумуляции на платформах. Госгонтехиздат, 1952.