

Georgij RUDAKOW

○ zagadnieniu głębinowego pochodzenia ropy naftowej

W związku z opublikowaniem niezmiernie aktualnego opracowania P. Karnkowskiego i E. Głowackiego (1961) wydaje się słuszne podanie niektórych uwag dotyczących poruszonego we wspomnianej pracy zagadnienia pochodzenia ropy naftowej.

Pomimo dużego doświadczenia w badaniach geologicznych i geochemicznych, prowadzonych w tym zakresie tak w Związku Radzieckim, jak i w innych krajach, teoretyczne podstawy takich czy innych pojęć o migracji i akumulacji ropy naftowej i gazu ziemnego z reguły nie wykraczały do tej pory poza ramy ogólnych rozważań i nie były podbudowane metodami matematycznymi, mimo iż badania w tej dziedzinie należą już do tradycyjnych.

Jak już słusznie podkreślał W. F. Liniecki (1956), tego rodzaju ogólne rozumowania nie mogą być, przy obecnym stanie znajomości zagadnienia naturalnego powstawania ropy naftowej, zadowalające i z tego też względu każda współczesna naukowa teoria powstawania ropy naftowej wymaga wszechstronnej argumentacji nie tylko w odniesieniu do warunków geologicznych i chemicznych, ale także w aspekcie przypuszczalnych procesów fizycznych i fizyko-chemicznych.

Z drugiej strony — G. A. Amosow i N. B. Wassojewicz (1953) słusznie zauważyli, iż analiza wpływu czynników geologicznych i innych na proces przemiany ropy naftowej w złożu nie prowadzi do jakościowej charakterystyki zjawiska. W związku z tym zwrócili oni uwagę na coraz bardziej wzrastające znaczenie statystyki matematycznej, pozwalającej na określenie stopnia wpływu tego lub innego czynnika na ropę naftową, przy jednoczesnym porównaniu jego intensywności z jakościowymi właściwościami rop.

Tak więc konieczność stworzenia niezbędnej metody oceny gromadzącego się materiału oraz argumentacji i dalszego rozwoju nowych poglądów na migrację ropy naftowej i powstawanie złóż ropy i gazu (patrz, na przykład, P. N. Kropotkin, 1959; N. A. Kudrjawcew, 1959; G. Rudakow, 1961 a i in.), przy założeniu, iż wyklucza się metody jednostronne i niedoskonałe — jest jak najbardziej usprawiedliwiona, z uwagi na niejasne pojęcia istniejące w tej dziedzinie wiedzy. Z tego też względu teoria głębinowego pochodzenia ropy naftowej nabiera szczególnej

wartości, zwłaszcza w świetle odrzucenia dotychczasowych poglądów o ciekło-płynnym stanie jądra Ziemi, oraz poglądów nowszych, reprezentowanych przez Jafrisa, Mara, Ritsema, Roubisa, Hodgesona, Scheideggera¹ i in.

Teoria nieorganicznego pochodzenia ropy naftowej zakłada, w naszym rozumieniu, istnienie w granicach tego samego regionu paragenety wszystkich rop, gazów i wód oraz zawartych w nich związków, co nie może być brane pod uwagę przy rozpatrywaniu tego zagadnienia z punktu widzenia teorii organicznego pochodzenia ropy naftowej. W konsekwencji — nieorganiczne pochodzenie ropy powinno znajdować potwierdzenie w ścisłej zależności zachodzącej pomiędzy rozmieszczeniem rop i ich składem. Oczywiście, prawidłowość ta jest podporządkowana ogólnym prawom rozwoju skorupy ziemskiej.

Szczegółowa analiza wskaźników fizyko-chemicznych dla rop naftowych, na przykład, w roponośnym obszarze wołżańsko-uralskim, ujawnia, jak to wykazał autor niniejszej pracy (1961 b), istnienie szeregu parametrów noszących charakter kryterium, a dla rop tego samego regionu zmieniających się jedynie w granicach błędu oznaczenia. Dó tych parametrów należy wartość

$$P = \frac{d_4^{20}}{4M}$$

gdzie: M — ciężar cząsteczkowy,

d_4^{20} — ciężar właściwy,

wahająca się dla rop obszaru wołżańsko-uralskiego w granicach 4,49—4,57, a średnio wynosząca 4,52, oraz wartości refrakcji właściwej

$$r_D^{20} = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \cdot \frac{1}{d_4^{20}}$$

gdzie n — współczynnik załamania n_D^{20} ,

będąca w odniesieniu do rozpatrywanych tu rop naftowych w bardzo wąskich granicach — około 0,355.

Powyższa okoliczność świadczy o wspólnocie członu węglowodorowego różnowiekowych rop tego samego regionu, co zezwala na wysunięcie wniosku świadczącego o braku samodzielnych cyklów powstawania ropy naftowej w przypadku rop serii węglonośnej i turneju opisywanego obszaru roponośnego.

Tego rodzaju fakty wyjaśniają liczne ogólne prawidłowości rządzące składem rop całego regionu, jak, na przykład, paragenety siarki i substancji asfaltowo-żywicznych ropy naftowej (G. W. Rudakow, 1960 a). Ścisłe prawa rządzące składem rop naftowych znajdują potwierdzenie również i w wielu innych pracach. Istnienie tego rodzaju prawidłowości w odniesieniu do rop naftowych w Polsce stwierdził W. Kisielow (1959).

Powyższe ogólne prawa znajdują potwierdzenie również i w zmianie składu ropy naftowej złożów wielopoziomowych w zależności od poszczególnych poziomów.

¹ Pisownia nazwisk podana w transliteracji tekstu autora.

Całkowite wyjaśnienie tych zagadnień, z uwzględnieniem przyczyn wpływających na przemianę rop naftowych podczas ich migracji i tworzenia się akumulacji, możliwe jest jedynie w przypadku stosowania szeroko zakrojonych badań regionalnych, uwzględniających statystyczne metody opracowania istniejących danych. Wprowadzenie tego rodzaju podejścia statystycznego przedstawił na przykładzie badań nad kolektorowymi własnościami polskich złóż ropy naftowej W. Kulczycki (1959).

Przy rozwiązywaniu tych zagadnień konieczne jest przeprowadzenie powierzchniowego przynajmniej rozeznania różnorodnych zjawisk fizyko-chemicznych, które, naszym zdaniem, winno zostać potwierdzone przez określenie podstawowych reguł, przy jednoczesnym pominięciu czynników drugorzędnych i ubocznych.

Zagadnienie to może być, w naszym pojęciu, zadowalająco rozwiązane przy pomocy graficznej interpretacji danych oraz przez zastosowanie maszyn matematycznych, co winno stanowić dalszy krok do przeobrażenia geologii w ścisłą dyscyplinę naukową. Według wszelkiego prawdopodobieństwa, zadanie chemii fizycznej warstw roponośnych na obecnym etapie jej rozwoju i badań będzie polegać na wyjaśnieniu wielu zagadnień związanych z powstawaniem akumulacji ropy naftowej i gazu, a zatem migracji i akumulacji węglowodorów w skorupie ziemskiej.

Tego rodzaju uogólnienia mogą i powinny być przeprowadzone przede wszystkim dla dużych obszarów roponośnych, jako tych, które odgrywają większą rolę w eksploatacji i są bardziej dokładnie poznane, a tym samym najbardziej istotne z punktu widzenia analizy istniejących perspektyw występowania ropy i gazu.

Ustalenie prawidłowości w rozmieszczeniu ropy i gazu w skorupie ziemskiej zezwoliło tym samym N. A. Kudrjawcewowi (1957) na sformułowanie podstawowego prawa rozmieszczenia ropy naftowej, głoszącego, że ropa może występować w różnej ilości w rozmaitych poziomach, poczynając od różnych horyzontów stratygraficznych, lecz zawsze włącznie do najbardziej spągowych partii serii osadowych, a kończąc nawet na podłożu zmetamorfizowanym lub krystalicznym.

Celem wyjaśnienia reguły dotyczącej składu i rozmieszczenia rop naftowych o dużej na pozór różnorodności, zaznaczającej się nawet w granicach jednego regionu, na tab. 1 przedstawiono w oparciu o podstawowe prawo rozmieszczenia rop schemat dyferencjacji rop naftowych w procesie ich migracji i tworzenia się ich akumulacji.

Jak wynika z przedstawionego schematu, zasadnicza dyferencjacja ropy wyjściowej odbywa się już w czasie procesu rozdzielania się ciężkich składników ropy naftowej podczas pionowej, strumieniowej migracji przez puste przestrzenie rozłamów i dyslokacji. W ślad za nią następuje przemiana w czasie tworzenia się i przeobrażania samego złoża, przy równoczesnej niewielkiej co do zasięgu migracji bocznej.

U podstaw tych założeń leżą następujące pojęcia, dające, naszym zdaniem, właściwe wyjaśnienie zachodzącej dyferencjacji rop naftowych w różnorodnych horyzontach złóż wielopoziomowych, przy jednoczesnym braku samodzielnych cykli powstawania ropy.

Biorąc pod uwagę niewielką przepuszczalność całego kompleksu serii osadowych, określaną jako średnia harmoniczna przepuszczalność po-

szczególnych warstw, można uważać, iż głównymi drogami pionowej migracji ropy naftowej powinny być uznane już rozłamy węgłbne, drożne zaburzenia dysjunktywne itp., z którymi właśnie są zazwyczaj związane złoża ropy naftowej.

Fakt ten jest zrozumiały tym bardziej, że przepuszczalność warstewek 80% całego stratygraficznego profilu wołżańsko-uralskiego obszaru roponośnego jest rzędu $0-10^{-6}$ darcy. Wyrażna przewaga migracji pionowej może być ponadto potwierdzona większą koncentracją ropy w odniesieniu do układu pionowego niż poziomego.

Z drugiej strony, rozmieszczenie rop naftowych w serii osadowej, nie związane z genezą skał, uzależnione jest głównie od fizycznych własności kolektorów (G. W. Rudakow, 1960 b). O ile przepuszczalność związana z kierunkiem uwarstwienia określana jest jako średnia arytmetyczna przepuszczalności poszczególnych warstewek, a więc jako średnia, która jest zawsze wyższa od średniej harmonicznnej tych przepuszczalności, to przy obecności korzystnych kolektorów, których przepuszczalność jest większa od przepuszczalności w granicach samego rozłamu, następuje wypełnienie ośrodka porowatego przez ropę naftową. Powiązanie złóż roponośnych przede wszystkim z osadami morskimi tłumaczy się lepszymi własnościami kolektorowymi tych ostatnich, jak również i ich szerokim zasięgiem regionalnym. W tym świetle dyferencjacja rop naftowych w procesie jednoczesnego powstawania wszystkich złóż występujących w pełnym profilu stratygraficznym, jeszcze przed jej kolejną przemianą w złożu, może być wyjaśniona, jak następuje.

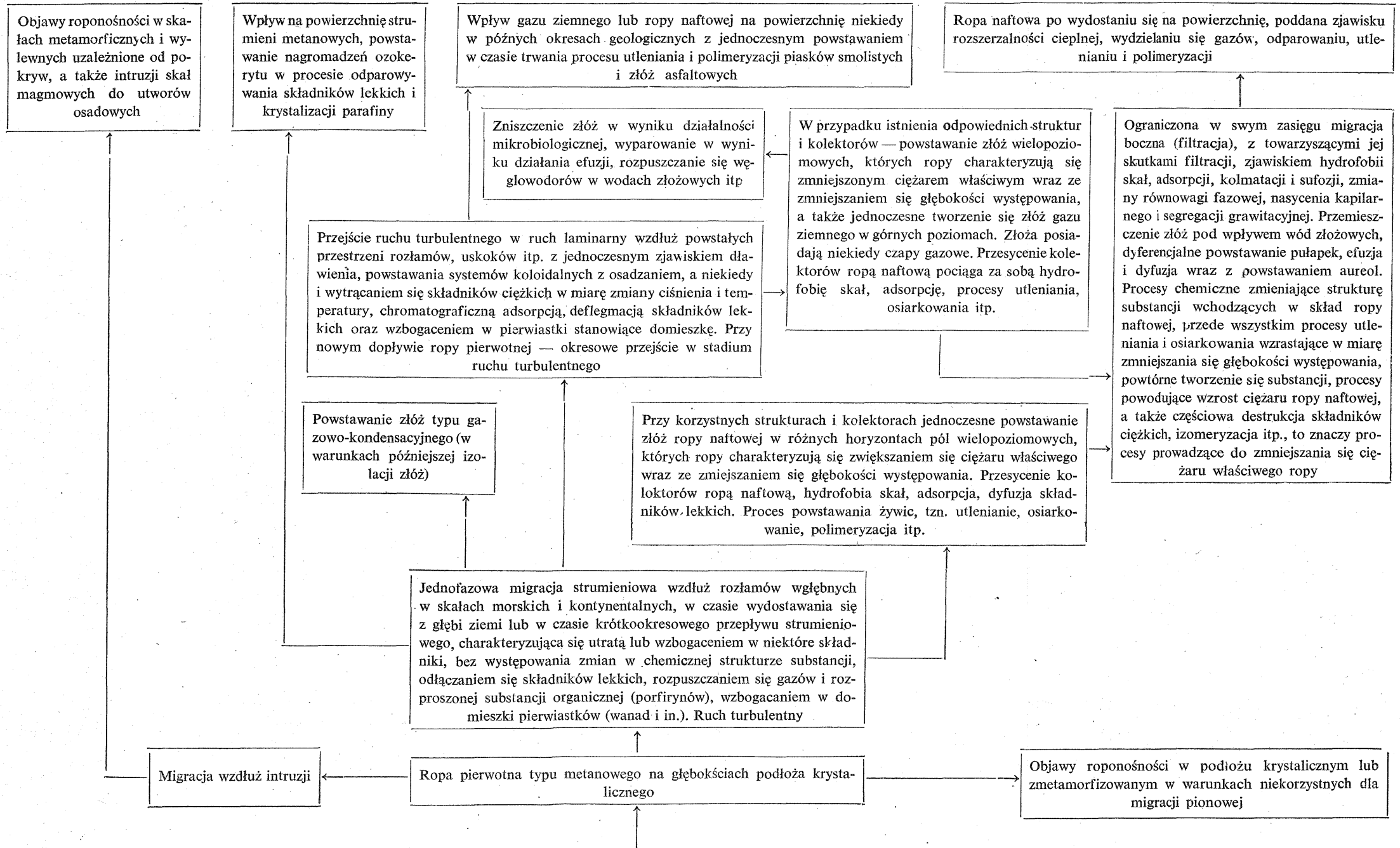
W wyniku przenikania ropy z dołu ku górze przez lokalne przewężenia rozłamu, powstają zaburzenia, które prowadzą do wytworzenia się reżimu spotęgowanego do kwadratu, który z kolei powoduje powstanie procesu dyfuzji. Z kolei w procesie dyfuzji wewnętrznej zachodzi w lekkich składnikach ponowne oddzielanie się ciężkich składników ropy naftowej, tak że ilość tych ostatnich, w miarę przesuwania się ropy wzdłuż pustych przestrzeni rozłamu, stanowi funkcję odległości od centrum światła rozłamu.

W wyniku tarcia wewnętrznego, powstającego podczas przemieszczania się, masy ropy naftowej osiagają wewnątrz wypełnianych przestrzeni rozłamu rozmałą szybkość, która stanowi funkcję odległości od ścianki rozłamu, tak że średnia koncentracja składników ciężkich jest, w zależności od wysokości, funkcją szybkości przemieszczania się, która wzrasta dla ustalonego reżimu wraz z długością drogi migracji pionowej, to znaczy wraz ze zmniejszeniem się głębokości występowania złoża.

Powyższa reguła dotycząca rozmieszczenia ulega zmianie w przypadku zaniku (wygasania) turbulencji, na przykład, podczas rozszerzenia się światła rozłamu epiantyklinalnego i prowadzi z chwilą działania sił grawitacyjnych do zależności odwrotnej od tej, jaką przedstawiono wyżej. Proces akumulacji ropy i gazu wymaga przy tym obecności określonego minimum miąższości kompleksu utworów osadowych, niezbędnego dla rozmieszczenia rop naftowych z jednoczesnym powstawaniem złóż wielopoziomowych.

Pionowa migracja strumieniowa przebiega według schematu przedstawionego na tabl. 1, początkowo w postaci strumienia jednofazowego,

SCHEMAT DYFERENCJACJI ROP NAFTOWYCH W PROCESIE MIGRACJI I AKUMULACJI



który może przejść w strumień wielofazowy. W czasie wydostawania się ropy naftowej z głębi ziemi, strumień wielofazowy przechodzi pod wpływem uderów hydraulicznych ponownie w strumień jednofazowy.

Tak przedstawiony schemat dyferencjacji ropy naftowej zakłada, późniejsze jednoczesne lub prawie jednoczesne powstawanie wszystkich złóż w profilu stratygraficznym, ustalając tym samym prawidłową zależność ilości ropy naftowej od jej jakości według cech głębokościowych i wyjaśnia istniejące różnice rop naftowych przy ich genetycznej jednolitości.

Przedstawiony schemat migracji ropy naftowej i powstawania jej akumulacji wyklucza istotną rolę poszczególnych procesów fizyko-chemicznych, takich jak zjawisko filtracji, według ujęcia Akademika D. S. Korzyńskiego (1947), sufozja i kolmatacja, a także rolę zjawisk powierzchniowych, jak adsorpcja i desorpcja (G. Rudakow, 1961 c), zjawisko dławienia itp.

Na przykładzie schematu przedstawionego na tab. 1 widać, iż teoria głębinowego pochodzenia ropy naftowej rozłącza szerokie możliwości dla naukowego uzasadnienia prac poszukiwawczo-rozpoznawczych i ustalania perspektywiczności drogą stosowania różnorodnych metod, jak również przy pomocy fizycznego modelowania procesów migracji.

Powiązanie złóż ropy naftowej wołżańsko-uralskiego obszaru ropo- nośnego ze strefami rozłamów wgłębnych, na co zwrócił uwagę J. N. Godin (1958) w oparciu nawet o niewielki materiał faktyczny, podkreśla olbrzymie znaczenie praktyczne podstawowej reguły rozmieszczenia ropy naftowej i gazu ziemnego, stanowiącej naukowe uzasadnienie dla prac geologiczno-poszukiwawczych.

W tym też widzimy olbrzymie perspektywy teorii głębinowego, nie- organicznego pochodzenia ropy naftowej.

Ufa — Baszkirska ASRB

PIŚMIENNICTWO

- АМОСОВ Г. А., ВАССОЕВИЧ Н. В. (1953) — Принципиальная схема изменения свойств нефтей Грозненских месторождений. Азербайджанское Нефтяное Хозяйство, № 4, стр. 5—9. Баку.
- ГОДИН Ю. Н. (1958) — Комплексное региональное геофизическое исследование юго-востока Русской платформы. Геология Нефты и газа, № 5, стр. 37—48. Москва.
- KARNKOWSKI P., GŁOWACKI E., (1961) — O budowie geologicznej utworów podmiocenińskich przedgórza Karpat środkowych. Kwart. geol., 5, p. 372—419, nr 2. Warszawa.
- KISIELOW W. (1959) — Ropy polskie. Nafta, 15, p. 191—193, nr 7—8. Katowice.
- КОРЖИНСКИЙ Д. С. (1947) — Фильтрационный эффект в растворах и его значение для геологии. Известия АН СССР, серия геологическая, стр. 35—48, № 2. Москва.

- КРОПОТКИН П. Н. (1959) — Геологические условия возникновения жизни на земле и проблема происхождения нефти. Сборник АН СССР: Возникновение жизни на Земле, стр. 68—97. Москва.
- КУДРЯВЦЕВ Н. А. (1957) — Основные закономерности локализации нефти в нефтеносных районах. Бюллетень Московского Общества Исследователей Природы, отдел геологический, 32, стр. 2—236, выпуск 4, Москва.
- КУДРЯВЦЕВ Н. А. (1959) — Геологические доказательства глубинного происхождения нефти. Труды ВНИГРИ, стр. 242—262, выпуск 132. Ленинград.
- KULCZYCKI W., (1959) — Zagadnienie porowatości, szczelinowatości i przepuszczalności pokładów ropnych i gazowych w Karpatach środkowych. Nafta, 15, p. 102—108, nr 4. Katowice.
- ЛИНЕЦКИЙ В. Ф. (1956) — Физическая сторона процессов ранних стадий миграции нефти. Сборник АН УССР: Вопросы теории происхождения и миграции нефти, стр. 62—96. Киев.
- РУДАКОВ Г. В. (1960a) — Парагенезис серы и асфальтово-смолистых веществ нефтей девона и карбона Волго-Уралской области. Геология нефти и газа, стр. 15—18, № 2. Москва.
- РУДАКОВ Г. В. (1960b) — О связи порометрической характеристики коллекторов Туймазинского месторождения с некоторыми физико-химическими параметрами нефти. Нефтяное Хозяйство, стр. 11—13, № 2. Москва.
- RUDAKOW G. (1961 a) — Über einige Fragen der Bildung der Erdöllagerstätten in den Riffen. Zeitschrift für angewandte Geologie, 7, p. 337—340, nr 7. Berlin.
- RUDAKOW G. (1961 b) — Despre parametrii regionali ai țiteurilor. Petrol și Gaze, 7, p. 246—248, nr 6. Bukuresti.
- RUDAKOW G. (1961 c) — Badanie kinetyki adsorpcji i desorpcji asfaltowo-smołowych składników ropy w ośrodku porowatym. Nafta, 17, p. 70—72, nr 3. Katowice.

Георгий РУДАКОВ

К ВОПРОСУ ГЛУБИННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ НЕФТИ

Резюме

В статье излагаются взгляды на основной недостаток современных исследований проблемы нефтеобразования, к которой на настоящем этапе изученности предъявляются требования в ее всесторонней аргументации в физическом и физико-химическом плане. Подчеркивая необходимость широких региональных исследований с привлечением статистических методов, автор статьи солидарен с глубинной теорией происхождения нефти, на основе некоторых представлений которой дается схема миграции и образования скоплений углеводородов земной коры.

George ROUDAKOW

ON THE DEPTH THEORY OF ORIGIN OF OIL

S u m m a r y

The paper deals with some deficiencies of the contemporary theories of the origin of oil, especially in physical and physico-chemical argumentations of migration and accumulation processes. Emphasizing the necessity of regional explorations with the use of statistical methods.