

**Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова –
обособленное структурное подразделение
ФИЦ Казанского научного центра РАН
Казанский (Приволжский) федеральный университет**

**Г.П. Каюкова, А.Н. Михайлова,
З.Р. Насырова, А.В. Вахин**

**ГИДРОТЕРМАЛЬНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ
ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД
ДОМАНИКОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТАТАРСТАНА
В СЛАНЦЕВУЮ НЕФТЬ**

Москва
ГЕОС
2022

УДК 665.658.6.

ББК 26.323

Рецензенты:

профессор, доктор геолого-минералогических наук *Г.Н. Гордадзе*
профессор, доктор геолого-минералогических наук *Б.В. Успенский*
профессор, доктор технических наук *Н.Ю. Баширцева*

Каюкова Г.П., Михайлова А.Н., Насырова З.Р., Вахин А.В. Гидротермальные преобразования органического вещества пород доманиковых отложений Татарстана в сланцевую нефть. – М.: ГЕОС, 2022. 328 с.

ISBN 978-5-89118-840-2

В монографии обобщены данные научно-технической литературы и накопленного опыта в области исследования и разработки высокоуглеродистых пород, сланцевых и доманиковых формаций, обогащенных органическим веществом (ОВ), способным как производить углеводороды собственными нефтегазоматеринскими толщами, так и концентрировать их в отдельных пластах и зонах, выполняющих роль резервуара. Показаны особенности состава и геохимических условий формирования битумоидов и нефтей из разных интервалов отбора карбонатных доманикоидных и карбонатно-кремнистых пород доманиковых отложений, приведены данные по расчету их нефтегенерационного и эмиграционного потенциала на территории Татарстана. Представлены результаты исследований авторов по изучению гидротермальных процессов, протекающих в доманиковых породах в различных средах, содержащих азот, водород, оксид углерода, а также с использованием каталитических добавок, способных интенсифицировать процесс нефтедобычи из плотных низкопроницаемых пород. Впервые получены экспериментальные подтверждения внутрипластового разбавления тяжелой нефти доманиковых отложений легкими углеводородами, генерированными этой же толщей в гидротермальных процессах. Выявлены отличительные особенности преобразования ОВ доманиковых пород разных литолого-фациальных типов при разных температурах в гидротермальных и пиролитических процессах, а также в среде сверхкритической воды. Изучена последовательность вымывания парогазовой смеси из битуминозной породы углеводородов, гетероатомных соединений, смол и асфальтенов и разная миграционная и адсорбционная способность n-алканов с четным и нечетным числом атомов углерода. Впервые выявлен эффект каталитической активности породообразующих минералов – пирита (FeS_2) и гематита (Fe_2O_3), в гидротермальных процессах конверсии ОВ высокоуглеродистой доманиковой породы. Данный эффект подтвержден результатами модельных экспериментов, в которых добавка композиции карбоксилатов металлов – Fe, Co, Cu в гидротермальный процесс приводит к более интенсивной деструкции высокомолекулярных компонентов ОВ и керогена и увеличению выхода сланцевой нефти с повышенной долей насыщенных и ароматических углеводородов. Показано, что превращение высокомолекулярных компонентов нефти и керогена в породах, отличающихся содержанием ОВ и составом минеральной матрицы, зависит от природы ОВ, температурного воздействия и каталитической активности минералов, что позволяет прогнозировать перспективность добычи сланцевой нефти из доманиковых отложений с применением гидротермально-каталитических технологий.

Книга предназначена для специалистов в области геологии, геохимии, нефтехимии, а также студентов и аспирантов вузов нефтяного профиля.

DOI 10.34756/GEOS.2021.16.37866

Издание осуществляется при поддержке
Российского фонда фундаментальных исследований по проекту № 21-15-00041



Издание РФФИ не подлежит продаже

© Коллектив авторов, 2022
© Издательство ГЕОС, 2022

**A.E. Arbuzov Institute of organic and physical chemistry –
subdivision of the Federal state budgetary institution of science
“Kazan scientific center of Russian academy of sciences”
Kazan (Volga Region) Federal University**

**G.P. Kayukova, A.N. Mikhailova,
Z.R. Nasyrova, A.V. Vakhin**

**HYDROTHERMAL TRANSFORMATIONS
OF ORGANIC MATTER OF THE ROCKS
DOMANIC SEDIMENTS
OF TATARSTAN INTO SHALE OIL**

Moscow
GEOS
2022

UDC 665.658.6.
BBK 26.323

Reviewers:

Professor, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences *G.N. Gordadze*
Professor, Doctor of Geological and Mineralogical Sciences *B.V. Uspensky*
Professor, Doctor of Technical Sciences *N.Yu. Bashkirtseva*

Kayukova G.P., Mikhailova A.N., Nasyrova Z.R., Vakhin A.V. Hydrothermal transformations of organic matter of the rocks Domanic sediments of Tatarstan into shale oil. – M.: GEOS, 2022. 328 p.

ISBN 978-5-89118-840-2

The monograph summarizes the data of scientific and technical literature and accumulated experience in the field of research and development of high-carbon rocks of shale and Domanic formations enriched in organic matter (OM), capable of both generating hydrocarbons in their own oil and gas source layers, and concentrate them in separate layers and zones that serve as a reservoir. The features of the composition and geochemical conditions of the formation of bitumoids and oils from different intervals of sampling of carbonate domanicoid and carbonate-siliceous rocks of Domanic deposits are shown. The data on the calculation of the oil generation and emigration potential in the territory of Tatarstan are presented. The results of the authors' research on the study of hydrothermal processes occurring in Domanic rocks in various media containing N_2 , H_2 и CO_2 as well as with the use of catalytic additives capable of intensifying the process of oil production from tight low-permeability formations are presented. For the first time, experimental evidence has been obtained for the dilution of heavy oil in Domanic sediments *in situ* with light hydrocarbons formed in the same reservoir in hydrothermal processes. The features of the transformation of OM of Domanic rocks of different lithological-facies types at different temperatures in hydrothermal and pyrolytic processes, as well as in supercritical water, have been revealed. The sequence of washing out of hydrocarbons, heteroatomic compounds, resins and asphaltenes with a vapor-gas mixture from bituminous rocks has been investigated. The different migration and adsorption capacity of n-alkanes with an even and odd number of carbon atoms is shown. For the first time, the influence of the catalytic activity of rock-forming minerals – pyrite (FeS_2) and hematite (Fe_2O_3) in the hydrothermal processes of the conversion of OM of high-carbon Domanic rock was revealed. This effect is confirmed by the results of model experiments, in which the addition of a composition of metal carboxylates – Fe, Co, Cu to the hydrothermal process leads to more intensive destruction of high-molecular OM and kerogen components and an increase in the yield of shale oil with an increased proportion of saturated and aromatic hydrocarbons. It is shown that the transformation of high molecular weight components of oil and kerogen in rocks differing in the OM content and the composition of the mineral matrix depends on the nature of OM, the temperature effect and the catalytic activity of minerals, which makes it possible to predict the prospects of shale oil production from Domanic deposits using hydrothermal-catalytic technologies.

The book is intended for specialists in the field of geology, geochemistry, petrochemistry, as well as students and postgraduates of higher education institutions of the oil profile.

DOI 10.34756/GEOS.2021.16.37866

The publication is supported by
Russian Foundation for Basic Research according to the project No. 21-15-00041



The RFBR edition is not subject to sale

© The team of authors, 2022
© Publishing house GEOS, 2022