

УДК 622.276.55(470.13)
DOI 10.19110/1994-5655-2020-6-108-112

Р.А. ЖАНГАБЫЛОВ

**ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ
ШАХТНОГО МЕТОДА РАЗРАБОТКИ
НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ НА ЯРЕГЕ:
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЗЕМНЫХ СКВАЖИН**

*ФГБОУ ВО «Ухтинский государственный
технический университет»,
г. Ухта*

rzhangabylov@mail.ru

R.A. ZHANGABYLOV

**THE FIRST RESULTS OF THE APPLICATION
OF THE MINE METHOD FOR OIL FIELDS
DEVELOPMENT IN YAREGA: UNDERGROUND
WELLS EXPLOITATION**

*Ukhta State Technical University,
Ukhta*

Аннотация

В статье рассмотрены первые результаты промышленного применения шахтного метода добычи нефти в условиях Ярегского месторождения в 1939–1944 гг. На основании анализа литературных источников, архивных материалов изучены основные предпосылки для применения шахтного метода добычи нефти, развитие технологий и технических средств при шахтном методе разработки. В работе представлены особенности эксплуатации подземных скважин шахтным методом, основные механизмы добычи нефти, а также своеобразие геологического строения месторождения, которые оказывали влияние на процессы добычи нефти.

Ключевые слова:

шахтный метод добычи нефти, подземные скважины, высоковязкая нефть, система разработки, эксплуатация подземных скважин

Abstract

The series of papers discusses the first results of industrial application of the mine method of oil production in the conditions of the Yarega oil field in the period of 1939–1944.

Based on the analysis of literary sources and archival materials, the basic prerequisites for the use of the mine method of oil production, and the development of technologies and technical means for the mine method of development were studied.

This paper discusses the features of underground wells exploitation by the mine method, the main mechanisms of oil production, as well as the features of the geological structure of the field that influenced the processes of oil production.

The data on the first observations of oil mine specialists on the geological structure of the Yarega field, which established the presence of disjunctive disturbances and intense fracturing, that changed the nature of the wells operation when hitting them, are presented. The role of the Geological Service of Oil Mine №1 during the trial operation of a new mine method of oil production, which has specially developed a method of structural analysis to determine the spatial position of fractured oil accumulations, is noted.

Information on the choice of the field development system and the introduction of a new for that time “Ukhta method of mine oil production” is presented. It was found that the main methods of exploiting the first underground wells were such as fountain, airlift, bailing. The dynamics of the main indicators of field development during experimental application of the mine method of oil production was also given.

Keywords:

mine method of oil production, underground wells, high-viscosity oil, development system, underground wells operation.

Введение

Ярегское месторождение расположено в 18 км юго-западнее г. Ухты и является единственным в мире, где в промышленных масштабах применяется уникальная термощахтная технология добычи нефти.

В работе [1] дана краткая история открытия месторождения и предпосылки выбора шахтного метода добычи нефти для разработки Ярегского месторождения высоковязкой и тяжелой нефти, а также отражены вопросы бурения первых подземных скважин.

В данной статье рассмотрены особенности геологического строения месторождения, выбора системы разработки и эксплуатации подземных скважин на Ярегском нефтяном месторождении в период 1939–1944 гг.

Особенности геологического строения месторождения

Район Ярегского месторождения располагается на северо-восточном склоне южного Тимана и приурочен к одной из складок третьего порядка в сводовой части Ухтинской брахиантиклинали. Нефтяная залежь имеет такие размеры: 36,6 км по протяженности и 4–4,5 км по ширине. Она состоит из Ярегской, Лыаельской и Вежавожской структур. Промышленные запасы нефти находятся в третьем пласте, залегающем на глубине 130–220 м в песчаниках среднего и верхнего девона [2].

Средняя эффективная нефтенасыщенная толщина пласта 26 м. Нижняя его часть на большей площади месторождения содержит подошвенную воду. Эффективная средняя пористость третьего пласта – 25%, проницаемость в среднем составляет 2,0 мкм². Пласт разбит многочисленными тектоническими нарушениями и густой сетью мелких трещин. Нефть, насыщающая третий пласт, тяжелая, плотность 945 кг/м³. Она обладает вязкостью от 5 до 20 Па·с в пластовых условиях. Температура пласта 6–8 °С, начальное пластовое давление 1–1,3 МПа. Попутный газ содержит 95–98% метана. Месторождение характеризуется режимом растворенного газа, переходящим при эксплуатации в гравитационный. Запасы месторождения большие и по этому признаку относятся к крупным залежам [2,3].

В процессе опытной эксплуатации в 1939–1944 гг. геологической службой нефтешахты установлено наличие на месторождении дизъюнктивных нарушений и интенсивной трещиноватости III пласта [4]. Пересеченность пласта трещинами различного размера и характера обусловили наличие в самом пласте особого вида коллектора – трещинного коллектора, образующего в пласте так называемую трещинную залежь. Эта особенность строения коллектора, с одной стороны, способствовала улучшению дренирующих свойств пласта и повышению нефтеотдачи, с другой – привела к усложнению условий эксплуатации пласта, вследствие разрывания тектоническими нарушениями сплошности подстилающих пласт водонепроницаемых покрышек [4]. Об этой особенности залежи отмечено следующее: «Частые тектонические нарушения с сопровождающими их зонами разлома

относительно густая, неравномерная в разных участках сеть мелких трещин, разбивающих III пласт, создают в нем своеобразный трещинный коллектор, характерный сверхнормальным объемом пор. При подходящих физико-химических условиях, на том или ином этапе геологической истории месторождения, этот дополнительный коллектор аккумулировал в себе газ, нефть и воду, участками раздельно, участками в их различном сочетании» [5]. Это свойство строения коллектора, в свою очередь, способствовало более высокой производительности скважин, вскрывших трещинные коллектора, что позволило добывать тяжелую ярегскую нефть рентабельно. В работе [5] также подчеркивается следующее: «Исключительную, если не основную роль в эксплуатации Ярегского месторождения подземными скважинами сыграла трещинная тектоника. Основное питание скважин идет по трещинам. Наиболее крупные из них заключают в себе так называемые трещинные залежи нефти высокой нефтеотдачи».

Для исследования специфических особенностей геолого-тектонического строения каждого участка геологической службой Нефтешахты №1 был специально разработан метод структурного анализа, который с достаточно высокой степенью достоверности позволил определять пространственное положение трещинных скоплений нефти. Это дало возможность не только предупреждать буровиков о месте пересечения трещин скважинами, но и проектировать специальные «трещинные скважины» [4–6]. Начиная со второй половины 1943 г. за счет применения метода структурного анализа на Нефтешахте №1 стали регулярно добывать дополнительную нефть [5].

Выбор системы разработки месторождения

Объектом разработки и эксплуатации был выбран пласт средней мощностью около 15 м. Хотя пласт состоял из двух нефтеносных пачек, разделенных между собой 2–3-метровой толщей аргиллита и отличающихся друг от друга различной нефтенасыщенностью и проницаемостью [4, 7].

При проектировании шахт специалисты из-за наличия в пласте газа метана не решились опускать подземный нефтяной промысел непосредственно на кровлю нефтяного пласта, а остановились в пустых надпластовых породах так называемого «туфитового горизонта». В статье С.Ф. Здоров отмечает: «Бурение подземных скважин, начатое с туфитового горизонта в 1939 г. – целиком оправдало предположение о возможности промышленной эксплуатации месторождения подобным вариантом шахтного способа. Этот горизонт показал и достаточную надежность горных выработок от внезапных и бурных водонефтепроявлений в них, при пересечении тектонических трещин» [7].

Добыча нефти на Нефтешахте №1 осуществлялась при помощи подземных скважин, пробуренных из буровых камер, расположенных в горных выработках в 10–22 м над кровлей нефтеносного пласта [1, 4, 8].

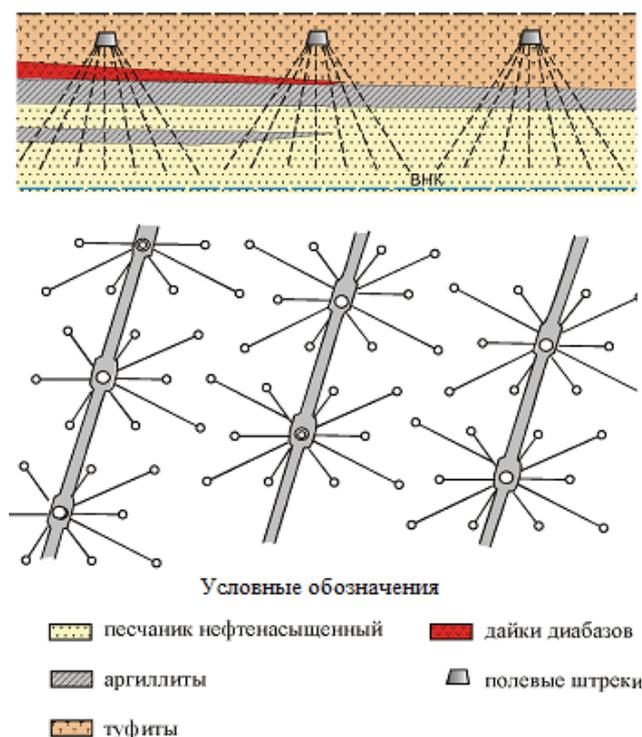


Рис. 1. Схема расположения скважин, пробуренных с туфитового горизонта [3].
Fig. 1. Layout of wells drilled from the tuffite horizon [3].

Первоначально глубина вскрытия пласта составляла всего лишь 4–8 м [4, 5]. Но в дальнейшем, после установления отсутствия восходящей миграции пластовых флюидов из-за наличия в пласте непроницаемых пропластков, вскрытие пласта осуществлялось на всю мощность продуктивных пропластков. При этом для предохранения продуктивной части пласта от проникновения воды из ниже-расположенного водоносного горизонта оставалась 3–5-метровая толща пород [4].

В то же время в порядке эксперимента было решено провести скважины с так называемого «аргиллитового горизонта», который располагался в 0–5 м над кровлей нефтеносного пласта [8].

Выбор системы разработки месторождения был обусловлен необходимостью предварительного проведения горных выработок, в связи с этим система разработки определена как ползущая. По темпу ввода скважин в эксплуатацию система определена как сплошная для отдельных тектонических полей и участков разрабатываемого поля [5, 7].

Начиная с 1939 г. на нефтешахте применялась ухтинская система разработки, которая заключалась в следующем [9]. Шахтное поле делили откачными и вентиляционными штреками по простиранию продуктивного пласта на подэтажи шириною 150 м. Подэтажи перпендикулярного простирания через 50 м рассекали горными выработками, называемыми полевыми штреками, в каждом из которых сооружали по три–пять буровых камер (рис. 1).

Форма сетки была принята треугольная (рис. 1). Что касается расстояния между забоями скважин, то в этом плане нефтешахтой была про-

ведена большая экспериментально-аналитическая работа, учитывающая показатели производительности скважин, коэффициенты отдачи пласта при разных сетках, с разных горизонтов бурения скважин, с объемом и стоимостью горных и буровых работ на 1 т добываемой нефти и на одну скважину [4].

Из каждой буровой камеры бурилась группа скважин, из которых одна скважина вертикальная, а остальные наклонные, под определенным углом к вертикали [7, 8, 11]. Бурение наклонных подземных скважин осуществлялось с максимальным углом наклона к горизонту – 45° [7]. Причем бурение выполнялось таким образом, что забои скважин (вертикальных и наклонных) располагались строго по сетке [8, 11].

Первоначально, в порядке опыта, из каждой буровой камеры бурилось самое разнообразное количество скважин – 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и больше [8, 11]. По результатам анализа данных по практическому применению всех систем установлено, что наиболее оптимальным вариантом является семилучевая система, при которой достигаются лучшие условия дренирования пласта и разбуривания камеры [4, 5].

В широких производственных масштабах были опробованы сетки с расстояниями 12,0 и 18,5 м с туфитового горизонта. С 1943 г. Нефтешахта №1 перешла на сетку 25,0 м [4, 5, 10].

Опыт по освоению нового шахтного метода можно было считать успешным, так как себестоимость нефти, добытой шахтным способом, была в два раза ниже по сравнению с поверхностным способом [10].

Приказом начальника Ухткомбината С.Н. Бурдакова №224-л от 29 мая 1942 г. шахтный метод добычи нефти следовало именовать «Ухтинский метод шахтной добычи нефти». С помощью ухтинской системы разработки с 1939 г. по 1954 г. было добыто 2 886 тыс. т нефти [13].

За разработку и внедрение шахтной добычи нефти в 1947 г. группа инженеров получила звание лауреатов Государственной премии: С.М. Бондаренко (начальник участка подземного бурения), М.М. Зоткин (главный инженер Ухтинского комбината НКВД СССР), П.З. Звягин (главный инженер Нефтешахты №1), С.Ф. Здоров (главный геолог Нефтешахты №1), А.И. Адамов (первый руководитель подземного нефтепромысла, секретарь партийной организации в годы войны), Е.Я Юдин (начальник четвертого горнопроходческого участка Нефтешахты № 1 в годы войны) [12]. Это далеко не полный список имен людей, кто своим героическим трудом участвовал в освоении Ярегского месторождения шахтным методом добычи нефти в те годы в условиях Европейского Севера России.

Эксплуатация подземных скважин

В период опытной эксплуатации бурение скважин производилось в основном со следующими диаметрами по пласту: 66, 72, 86 и 96–98 мм [4, 7]. Широкое применение получили диаметры бурения 86 и 66 мм, хотя применение обсадных труб конкретного диаметра зависело от их наличия [4, 6].

По своим эксплуатационным особенностям все подземные скважины были подразделены на две категории: поровые и трещинные. Поровые скважины характеризовались спокойным фонтанированием, устойчивым пульсирующим режимом работы, низким начальным дебитом нефти (до 1 т/сут), малым количеством попутной воды и низким значением газового фактора. Трещинные скважины отличались весьма бурным фонтанированием, высокими значениями начального дебита, значительными выделениями попутных газа и воды [5–7].

Суммарная производительность одной трещинной скважины была в четыре–пять раз выше производительности поровой скважины. Удельный вес добываемой из трещинных скважин нефти составлял 20–25% от общей добычи нефти по шахте в целом [4].

Способ эксплуатации скважин как поровых, так и трещинных, был фонтанным [4, 7]. При таком способе эксплуатации в качестве подъемника использовалась обсадная колонна. Оборудование при этом сводилось к установке на устье скважины отвода меньшего диаметра, но на трещинных скважинах для возможности регулирования отбора жидкости из скважины монтировались кран, задвижка или штуцер [7]. Однако в процессе разработки участка, по мере ослабления фонтанирования скважин, применялись механизированные способы [4, 6, 7, 10, 11].

В 1943 г. за счет механизированных способов было добыто 20,5% нефти по шахте в целом. Такая добыча осуществлялась при помощи эрлифта и тартания [4, 10]. Эрлифт применялся как непрерывного, так и периодического действия, причем периодическим эрлифтом эксплуатировались скважины, подающие безводную нефть или нефть с малым количеством воды, а непрерывным – подающие большое количество воды вместе с нефтью трещинные скважины [4, 6, 11].

Эрлифтная эксплуатация в подземных скважинах осуществлялась при помощи однорядного лифта [6, 11]. Поначалу эрлифт применялся по системе Саундерса (нагнетание в скважины воздуха по межтрубному пространству, а подъем нефти по центральной трубке), а затем перешли на эрлифт по центральной системе (подача воздуха в скважину по центральной трубке, а подъем нефти по кольцеобразному межтрубному пространству) [6]. Эрлифтная эксплуатация непрерывного действия по существу ничем не отличалась от таковой у обычных поверхностных скважин, а эрлифт периодического действия отличался от обычного процесса эрлифта и сводился к извлечению нефти из скважин обычным путем «продувки» ее сжатым воздухом.

Регулирование подачи воздуха в эрлифтные скважины осуществлялось вручную [4, 6]. При этом способе регулировки подачи воздуха установление режима работы скважины и расход воздуха во мно-

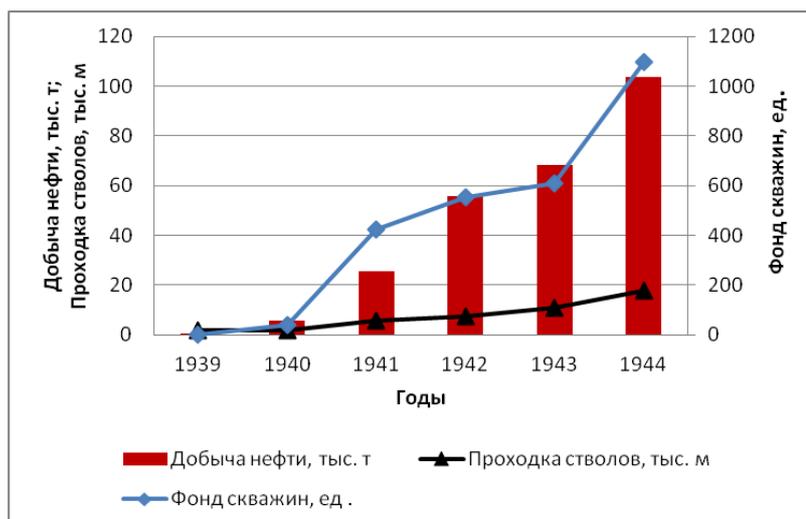


Рис. 2. Динамика показателей разработки Нефтешахты №1.
Fig. 2. Dynamics of development indicators of oil mine №1.

гом зависели от опыта и добросовестности обслуживающего персонала [4].

Тартание скважин производилось при помощи специально изготовленных лебедок (пневматических и ручных) и поршня-сваба. Процесс тартания ничем не отличался от тартания в обычных поверхностных скважинах. Способ тартания скважин, получивший вначале широкое применение в шахте, по мере улучшения техники регулирования подачи воздуха на эрлифтные скважины был вытеснен эрлифтом. Но при этом способ тартания оказался наиболее эффективным для поддержания добычи старых скважин. Удельный вес этого способа к концу опытной эксплуатации составил около 3,5% от всех механизированных скважин [4, 7].

В начале 1944 г. Нефтешахта №1, построенная на одном из участков Ярегского нефтяного месторождения, сдана в промышленную эксплуатацию [10]. Динамика показателей разработки нефтешахты по годам за период опытной эксплуатации приводится на рис. 2.

9 июня 1944 г. приказом №263 Главк МВД СССР утвердил акт комиссии по приемке Нефтешахты №1 в число действующих предприятий.

Приказом начальника Ухткомбината С.Н. Бурдакова от 22 июня 1944 г., в связи с завершением основных работ по строительству и освоением шахтного метода добычи нефти, Нефтешахта №1 вступила в число действующих предприятий СССР с проектной производительностью 125 тыс. т. К концу года добыча нефти на Нефтешахте №1 составила 101,7 тыс. т [2].

Заключение

На основании анализа имеющихся данных из музеев, а также архивных материалов были изучены исторические аспекты внедрения шахтного метода добычи нефти. Приведены данные о первых наблюдениях специалистов нефтешахты о геологическом строении Ярегского месторождения, которые установили наличие дизъюнктивных нарушений и интенсивной трещиноватости, что меняло

характер работы скважин при попадании в них. Отмечена роль геологической службы Нефтешахты №1 в период опытной эксплуатации нового шахтного метода добычи нефти, специально разработавшей метод структурного анализа для определения пространственного положения трещинных скоплений нефти. Представлены сведения по выбору системы разработки месторождения и внедрению нового для того времени «Ухтинского метода шахтной добычи нефти». Установлено, что основными способами эксплуатации первых подземных скважин являлись: фонтанный, эрлифт, тартание. Приведена динамика основных показателей разработки на Ярегском месторождении в период опытной эксплуатации.

Литература

1. *Жангабылов Р. А.* Первые результаты применения шахтного метода разработки нефтяных месторождений на Яреге: бурение подземных скважин // Ресурсы Европейского Севера. Технологии и экономика освоения. 2019. № 2 (16). С. 12–19.
2. *Гуров Е. И.* Ярегские нефтяные шахты: Страницы истории. Ухта, 2004. 48 с.
3. *Ружин Л. М., Чупров И. Ф.* Технологические принципы разработки залежей аномально вязких нефтей и битумов. Ухта: УГТУ, 2007. 244 с.
4. *Звягин П. З., Шейн П. Н.* Предварительные итоги строительства и основания эксплуатации Н-Ш-№ 1 : отчет о НИР. Ухта, 1944. 37 с.
5. *Пути повышения производительности подземных скважин и отдачи пласта : отчет о НИР.* Ухта, 1945. 152 с.
6. *Кремс А. Я., Здоров С. Ф., Бондаренко С. М., Адамов А. И.* Шахтная разработка нефтяных месторождений. М.: ГОСГОПТЕХИЗДАТ, 1955. 274 с.
7. *Здоров С. Ф.* Опыт разработки и эксплуатации НШ №1 : отчет о НИР. Ухта, 1942. 35 с.
8. *Цукерник З. Г.* Бурение подземных скважин : отчет о НИР. Ухта, 1942. 76 с.
9. *Нефтедобывающая промышленность СССР. 1917–1967 / Под общей ред. В. Д. Шапина.* М. : Издательство «Недра», 1968. 320 с.
10. *Пятнадцать лет работы Ухтинского комбината НКВД СССР: Сборник.* Ухта, 1944. 70 с.
11. *Кремс А. Я.* История советской геологии нефти и газа : Научно-исторические очерки. Ленинград : Недра, Ленинградское отделение, 1964. 379 с.
12. *Круковский В. С.* Шаги в неведомое : Ярега – вчера, сегодня, завтра... . Сыктывкар : Коми книжное издательство, 1979. 176 с.
13. *Табаков В. П., Малафеев Г. Е., Гуров Е. И.* Термощахтная разработка нефтяных и битумных месторождений. М. : ОАО «Всерос. нефтегаз. науч.-исслед. ин-т», 2010. 406 с.

References

1. Zhangabylov R.A. Pervyye rezul'taty primeneniya shahtnogo metoda razrabotki neftyanykh mestorozhdenij na Yarege: burenie podzemnykh skvazhin [First results of application of

- the mine method of oil fields development in Yarega: underground wells drilling] // Resources of the European North. Technologies and economics of development. 2019. № 2 (16). P. 12–19.
2. *Gurov E.I.* Yaregskie neftyanye shahty: Stranicy istorii [Yarega oil mines: Pages of history]. Ukhta, 2004. 48 p.
 3. *Ruzin L.M., Chuprov I.F.* Tehnologicheskie principy razrabotki zalezhey anomal'no vjazkih neftej i bitumov [Technological principles for the development of deposits of abnormally viscous oils and bitumen]. Ukhta: Ukhta State Techn. Univ., 2007. 244 p.
 4. *Zvyagin P.Z., Shein P.N.* Predvaritel'nye itogi stroitel'stva i osnovaniya jeksploatacii N-Sh-№ 1: otchet o NIR [Preliminary results of construction and grounds for operation of oil mine No. 1: research report]. Ukhta, 1944. 37 p.
 5. *Puti povysheniya proizvoditel'nosti podzemnykh skvazhin i otdachi plasta: otchet o NIR* [Ways to improve the productivity of underground wells and reservoir recovery: research report]. Ukhta, 1945. 152 p.
 6. *Krems A.Ya., Zdorov S.F., Bondarenko S.M., Adamov A.I.* Shahtnaja razrabotka neftyanykh mestorozhdenij [Mine development of oil fields]. Moscow: GOSTOPTHEIZDAT, 1955. 274 p.
 7. *Zdorov S.F.* Opyt razrabotki i jeksploatacii NSh №1: otchet o NIR [Experience in the development and operation of oil mine No. 1: research report]. Ukhta, 1942. 35 p.
 8. *Tsukernik Z.G.* Burenie podzemnykh skvazhin: otchet o NIR [Drilling underground wells: research report]. Ukhta, 1942. 76 p.
 9. *Neftedobyvajushhaja promyshlennost' SSSR. 1917-1967* [Oil industry of the USSR. 1917-1967] / Ed. V.D. Shashin. Moscow: "Nedra" Publ., 1968. 320 p.
 10. *Pjatanadcat' let raboty Uhtinskogo kombinata NKVD SSSR* [Fifteen years of work of the Ukhta Combine of the NKVD of the USSR]: Collection. Ukhta, 1944. 70 p.
 11. *Krems A.Ya.* Istorija sovetskoj geologii nefti i gaza: Nauchno-istoricheskie ocherki [History of Soviet oil and gas geology: scientific and historical essays]. Leningrad: Nedra, Leningrad division, 1964. 379 p.
 12. *Krukovskiy V.S.* Shagi v nevedomoe: Jarega – vchera, segodnja, zavtra... [Steps into the unknown: Yarega – yesterday, today, tomorrow ...]. Syktyvkar: Komi Book Publ. House, 1979. 176 p.
 13. *Tabakov V.P., Malafeev G.E., Gurov E.I.* Termoshahtnaja razrabotka neftyanykh i bitumnykh mestorozhdenij [Thermal mining development of oil and bitumen deposits]. Moscow: All-Russian Oil and Gas Research Inst., JSC, 2010. 406 p.

Статья поступила в редакцию 28.10.2020