



УДК 622.276

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДОБЫЧИ ВЫСОКОВЯЗКОЙ НЕФТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАСТВОРИТЕЛЕЙ

IMPROVING THE EFFICIENCY OF HIGH-VISCOSITY OIL PRODUCTION USING SOLVENTS

Гадиев Искандар Ильсурович
магистрант группы 73-11,
Альметьевский государственный
технологический университет
«Высшая школа нефти»
iskandarus@bk.ru

Мельников Андрей Николаевич
магистрант группы 73-11,
Альметьевский государственный
технологический университет
«Высшая школа нефти»
andreyka.melnikov.02@bk.ru

Научный руководитель

Хаярова Динара Рафаэлевна
кандидат технических наук,
доцент,
доцент кафедры разработки и эксплуатации
нефтяных и газовых месторождений,
Альметьевский государственный
технологический университет
«Высшая школа нефти»
gildinara14@mail.ru

Аннотация. На основе результатов лабораторных исследований и анализа научной литературы была обоснована целесообразность использования углеводородных растворителей для извлечения высоковязкой нефти. Предлагаемый способ добычи с использованием растворителей предусматривает закачку растворителя как отдельно, так и совместно с различными теплоносителями. Испытаны различные составы углеводородных растворителей, основанные на недорогих и доступных базовых фракциях. Обосновано применение растворителей для повышения эффективности добычи высоковязкой нефти.

Ключевые слова: высоковязкая нефть, растворитель, динамическая вязкость, эффективность.

Gadiev Iskandar Ilurovich
Masters's Student of group 73-11,
Almetyevsk State Technological University
«Petroleum high school»
iskandarus@bk.ru

Melnikov Andrey Nikolayevich
Masters's Student of group 73-11,
Almetyevsk State Technological University
«Petroleum high school»
andreyka.melnikov.02@bk.ru

Supervisor

Khayarova Dinara Rafaelevna
Candidate of Technical Sciences,
Associate Professor,
Associate Professor of the Department
of Development and Exploitation
of Oil and Gas Fields,
Almetyevsk State Technological University
«Petroleum high school»
gildinara14@mail.ru

Annotation. Based on the results of laboratory studies and analysis of scientific literature, the feasibility of using hydrocarbon solvents for extraction of high-viscosity oil was substantiated. The proposed method of extraction using solvents provides for injection of solvent both separately and together with various heat carriers. Various compositions of hydrocarbon solvents based on inexpensive and available base fractions have been tested. The use of solvents to improve the efficiency of production of high-viscosity oil is substantiated.

Keywords: high-viscosity oil, solvent, dynamic viscosity, efficiency.

На сегодняшний день разработка месторождений высоковязкой нефти в России, в частности, Республике Татарстан вызывает значительный интерес [1]. В отличие от традиционной добычи нефти, процесс извлечения тяжелой нефти является высокзатратным и требует значительных капиталовложений, а также необходимо использовать специализированное и уникальное оборудование, применять нетрадиционные технологии и методы.

Извлечение ресурсов из таких месторождений сопряжено с множеством трудностей, обусловленных низкой подвижностью высоковязкой нефти. Ключевыми факторами, обуславливающими высокую вязкость тяжелой нефти, являются значительная концентрация смолисто-асфальтеновых веществ и низкое содержание легких фракций. Сопоставление элементного состава обычной нефти и тяжелой не выявляет значимых отличий, за исключением содержания легких фракций, либо полностью отсутствуют, либо их доля не превышает 2–3 % от общей массы [2].



Применение растворителя позволяет разрабатывать месторождения с высоким содержанием глины, где использование пара не является эффективным методом [3, 4].

Исследования эффективности применения растворителя проводились по принципу определения снижения динамической вязкости нефти при добавлении растворителя в концентрациях 5 %, 10 %, 15 %. В процессе исследования были взяты 3 растворителя разной марки. Исследования проводились при температуре равной 20 °С при различных скоростях сдвига. Эффективность применения растворителя определенной концентрации определяется отношением динамической вязкости исходной нефти при скорости сдвига 5,4 с⁻¹ к динамической вязкости нефти при добавлении растворителя.

В таблицах 1–3, на рисунках 1–3 приведены результаты исследований.

Таблица 1 – Изменение динамической вязкости нефти при добавлении растворителя № 1

Скорость сдвига, с ⁻¹	Динамическая вязкость, мПа*с			
	Исходная нефть	Нефть с добавлением растворителя в концентрации		
		5 %	10 %	15 %
5,4	6554	2505	2010	1410
6,5	6395	2494	2005	1401
9	6331	2461	2000	1385
16,2	6201	2448	1991	1377
27	5421	2421	1976	1364
48,6	5041	2410	1964	1355
81	4892	2351	1951	1341
146	4625	2248	1942	1329
243	4371	2179	1927	1320
437	4109	2094	1913	1310
729	3994	2043	1905	1299
1280	3801	2014	1891	1290

На рисунке 1 показана динамика изменения динамической вязкости нефти при добавлении растворителя № 1 в разных концентрациях при различных скоростях сдвига.

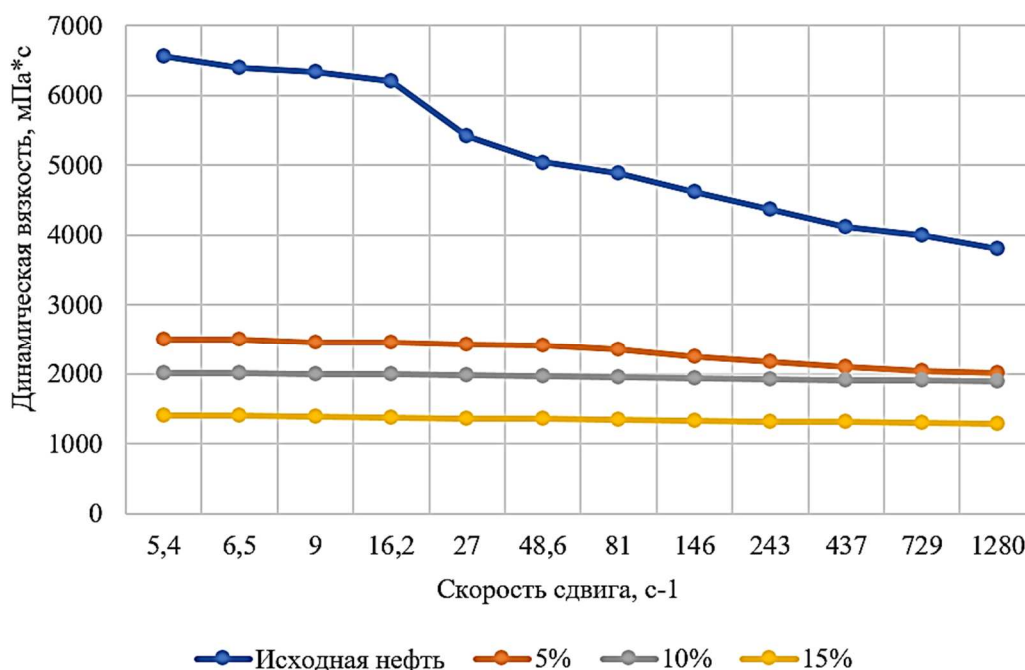


Рисунок 1 – Результаты измерения динамической вязкости нефти при добавлении растворителя № 1

Как видно из таблицы 1 при добавлении 5 % растворителя вязкость нефти уменьшилась в 2,6 раз, при добавлении 10 % – в 3,3 раза, при добавлении 15 % – в 4,6 раз.



Таблица 2 – Изменение динамической вязкости нефти при добавлении растворителя № 2

Скорость сдвига, с ⁻¹	Динамическая вязкость, мПа*с			
	Исходная нефть	Нефть с добавлением растворителя в концентрации		
		5 %	10 %	15 %
5,4	6554	2300	1875	1345
6,5	6395	2286	1859	1341
9	6331	2254	1847	1327
16,2	6201	2231	1833	1314
27	5421	2219	1821	1305
48,6	5041	2201	1809	1298
81	4892	1945	1753	1258
146	4625	1929	1736	1243
243	4371	1918	1725	1239
437	4109	1899	1708	1224
729	3994	1855	1677	1219
1280	3801	1841	1661	1210

На рисунке 2 показана динамика изменения динамической вязкости нефти при добавлении растворителя № 2 в разных концентрациях при различных скоростях сдвига.

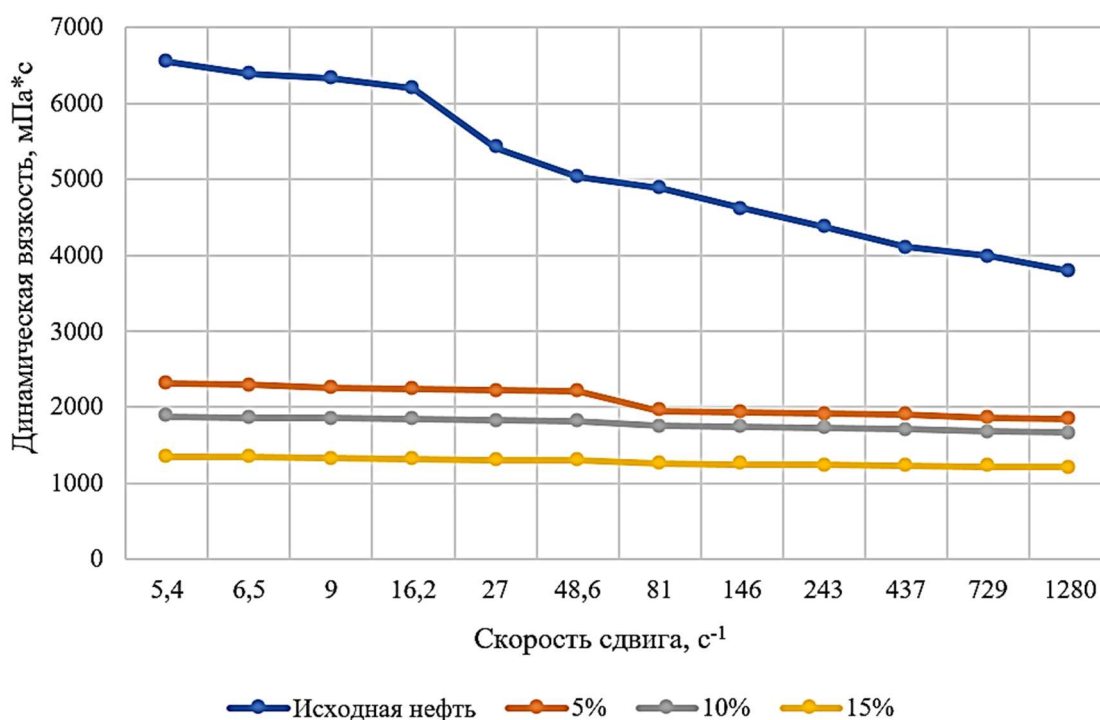


Рисунок 2 – Результаты измерения динамической вязкости нефти при добавлении растворителя № 2

При добавлении 5 % вязкость нефти уменьшилась в 2,8 раз, при добавлении 10 % – в 3,5 раз, при добавлении 15 % – в 4,9 раз.

Таблица 3 – Изменение динамической вязкости нефти при добавлении растворителя № 3

Скорость сдвига, с ⁻¹	Динамическая вязкость, мПа*с			
	Исходная нефть	Нефть с добавлением растворителя в концентрации		
		5 %	10 %	15 %
1	2	3	4	5
5,4	6554	2115	1105	616
6,5	6395	2105	1104	611
9	6331	2058	1098	605



Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5
16,2	6201	2011	1085	588
27	5421	1987	1071	573
48,6	5041	1964	1058	563
81	4892	1855	1013	501
146	4625	1731	1000	487
243	4371	1657	992	461
437	4109	1520	985	439
729	3994	1429	970	415
1280	3801	1344	977	404

На рисунке 3 показана динамика изменения динамической вязкости нефти при добавлении растворителя № 3 в разных концентрациях при различных скоростях сдвига.

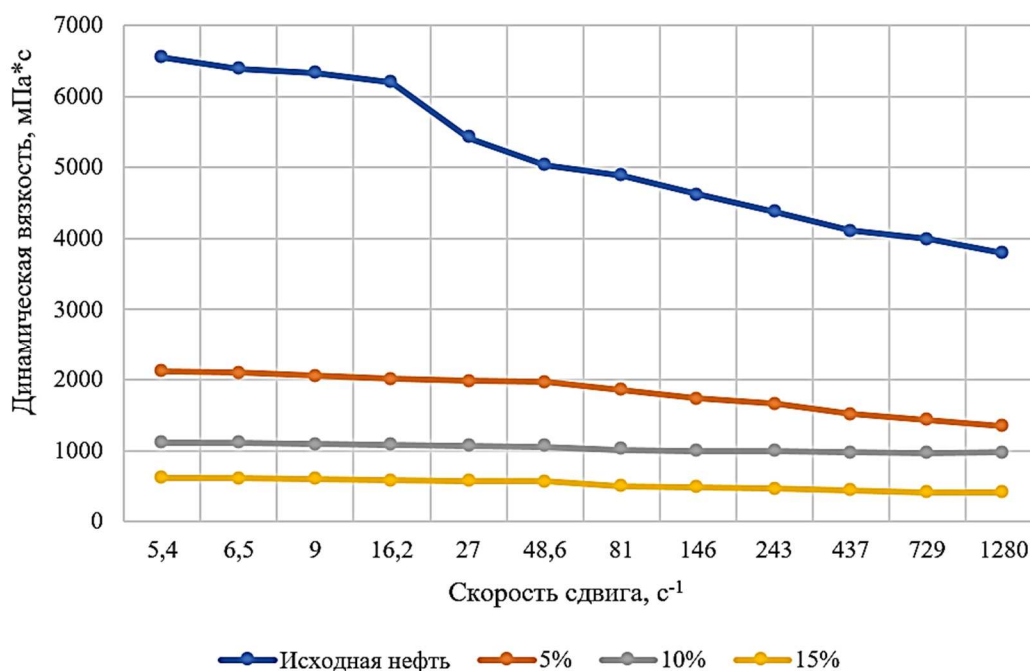


Рисунок 3 – Результаты измерения динамической вязкости нефти при добавлении растворителя № 3

При добавлении 5 % вязкость нефти уменьшилась в 3,1 раз, при добавлении 10 % – в 5,9 раз, при добавлении 15 % – в 10,6 раз.

В таблице 4 отражены итоговые результаты исследования.

Таблица 4 – Кратность снижения динамической вязкости исходной нефти в зависимости от концентрации растворителя

Растворитель	Концентрация растворителя		
	5 %	10 %	15 %
№ 1	2,6	3,3	4,6
№ 2	2,8	3,5	4,9
№ 3	3,1	5,9	10,6

В результате исследования было выявлено, что наибольшей эффективностью обладает растворитель № 3, при использовании которого вязкость исходной нефти уменьшается в 10,6 раз. Применение этого растворителя в концентрации 15 % позволит получить наибольший эффект с учетом экономических затрат. Также данный растворитель обладает наибольшей температурой начала кипения, наибольшей плотностью и наибольшим содержанием ароматических фракций среди исследуемых хиреагентов.

Полученные результаты показывают необходимость расширения исследований растворителей различного композиционного состава с целью повышения эффективности технологий добычи трудноизвлекаемых запасов нефти.

**Список литературы:**

1. Хазиев Р.Р. Некоторые аспекты формирования залежей СВН на территории запада Республики Татарстан / Р.Р. Хазиев, А.Г. Баранова, Д.А. Веденин // Булатовские чтения. – 2024. – Т. 1. – С. 79–81.
2. Технологии добычи СВН и оценка эффективности их применения для условий месторождений СВН ПАО «Татнефть» / А.Т. Зарипов [и др.] // Сборник докладов научно-технической конференции, посвященной 60-летию ТатНИПИнефть ПАО «Татнефть» : Материалы докладов, Бугульма, 13–14 апреля 2016 года. – Набережные Челны : ООО «Экспозиция Нефть Газ», 2016. – С. 191–196.
3. Экспериментальное моделирование вытеснения сверхвязких нефтей растворителями с визуализацией и исследованием изменений физикохимических свойств нефтяных компонентов / Г.В. Романов [и др.] // Георесурсы. – 2010. – № 2(34). – С. 38–41.
4. Исследование облагораживания сверхвязкой нефти Ашальчинского месторождения с применением растворителей при паротепловом воздействии / И.Ш.С. Салих [и др.] // Экспозиция Нефть Газ. – 2020. – № 2(75). – С. 21–24.

List of references:

1. Khaziev R.R. Some aspects of formation of UVO deposits in the territory of the west of the Republic of Tatarstan / R.R. Khaziev, A.G. Baranova, D.A. Vedenin // Bulatov Readings. – 2024. – Vol. 1. – P. 79–81.
2. Technologies of UVO production and evaluation of their application efficiency for the conditions of UVO fields of PJSC Tatneft / A.T. Zaripov [et al.] // Collection of reports of the scientific and technical conference dedicated to the 60th anniversary of TatNIPIneft PJSC Tatneft : Proceedings, Bugulma, April 13–14, 2016. – Naberezhnye Chelny : LLC «Exposition Neft Gaz», 2016. – P. 191–196.
3. Experimental modeling of displacement of extra-viscous oils by solvents with visualization and study of changes in physicochemical properties of oil components / G.V. Romanov [et al.] // Georesursy. – 2010. – № 2(34). – P. 38–41.
4. Investigation of super viscous oil refining of Ashalchinskoye oil field with the use of solvents under steam-heat influence / I.S. Salikh [et al.] // Exposition Neft Gaz. – № 2(75). – P. 21–24.