

К. ҚҰЛАЖАНОВ
АТЫНДАҒЫ
ҚАЗАҚ ТЕХНОЛОГИЯ
ЖӘНЕ БИЗНЕС
УНИВЕРСИТЕТИ

K. KULAZHANOV
KAZAKH
UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY
AND BUSINESS

КАЗАХСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ
ТЕХНОЛОГИИ И
БИЗНЕСА ИМЕНИ
К. КУЛАЖАНОВА



№ 3 (28) - 2025

ҚазТБУ хабаршысы

Вестник КазУТБ

Vestnik KazUTB



ISSN (Print) 2708 - 4132
ISSN (Online) 2663 - 1830

ISSN (Print) 2708 - 4132
ISSN (Online) 2663 - 1830

№ 3 (28) - 2025

Қ.Кұлажанов атындағы Қазақ технология және бизнес университеті
Kazakh University of Technology and Business named after K.Kulazhanov
Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова

ҚазТБУ ХАБАРШЫСЫ
VESTNIK KazUTB
ВЕСТНИК КазУТБ

Жылyna 4 рет шығады
Published 4 times a year
Выходит 4 раза в год

Астана - 2025
Astana - 2025

Бас редактор: Байболова Л.К.

техн. ғыл. докторы, профессор, ректоры

Бас редактордың орынбасары: Айбульдинов Е.К.

философия докторы (PhD), (Қазақстан)

Редакция алқасы:

Құлажанов Қ.С. х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)

Мансуров З.А. х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)

Фазылов С.Д. х.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)

Құлажанов Т.К. т.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)

Ізтаев А.И. т.ғ.д., профессор, ҚР ҰҒА академигі (Қазақстан)

Төлтабаев М.Ч. т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Нұрахметов Б.К. т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Шеров Т.К. т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Mercade P.R. философия докторы (PhD) (Испания)

Кәкімов А.К. т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Ұзаков Я.М. т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Додаев К.О. т.ғ.д., профессор (Өзбекстан)

Кузнецов О.Л. т.ғ.д., профессор (Ресей)

Мымрин В.А. т.ғ.д., профессор (Бразилия)

Маткаримов Б.Т. т.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Мұхамедиев Б.М. ә.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Смағұлова Ш.А. ә.ғ.д., профессор (Қазақстан)

Пешков В. философия докторы (PhD), (Бельгия)

Искакова Ж.Б. х.ғ.к., профессор м.а. (Қазақстан)

Жауапты редактор, ф. - м. ғ. к. - М.К.Оспанова

Меншіктенуші: «Қазақ технология және бизнес университеті» АҚ

ҚР Ақпарат және коммуникациялар министрлігінде 07. 02.2014 ж. № 14139-Ж тіркеу күелігімен тіркелген.

Екінші тіркеу: 11.02.2020 - № KZ46VPY00020253.

Мерзімділігі: жылына 4 рет.

ISSN: 2708-4132, **ISSN (Online):** 2663-1830

Тақырыптық бағыт: Ақпараттық-коммуникациялық және химиялық технология, Өндөр және өндөршілік өнеркәсіптер (азық-түлік өнімдерінің технологиясы, тау-кен, мұнай-газ ісі), Экономика, бизнес және қызмет көрсету.

Редакцияның мекенжайы: 010000, Қазақстан, Астана қ., Қайым Мұхамедханов к-си, 37 «А», тел.: +7(7172)72-58-12 (134), e-mail: vestnik@kaztbu.edu.kz

Главный редактор: Байболова Л.К.

д.т.н., профессор, Ректор

Заместитель главного редактора: Айбульдинов Е.К.

доктор философии (PhD), (Казахстан)

Редакционная коллегия:

Кулажанов К.С. д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)

Мансуров З.А.. д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)

Фазылов С.Д. д.х.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)

Кулажанов Т.К. д.т.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)

Изтаев А.И. д.т.н., профессор, академик НАН РК (Казахстан)

Тултабаев М.Ч.. д.т.н., профессор (Казахстан)

Нурахметов Б.К. д.т.н., профессор (Казахстан)

Шеров Т.К. д.т.н., профессор (Казахстан)

Mercade P.R. доктор философии (PhD) (Испания)

Какимов А.К. д.т.н., профессор (Казахстан)

Узаков Я.М. д.т.н., профессор (Казахстан)

Додаев К.О. д.т.н., профессор (Узбекистан)

Кузнецов О.Л. д.т.н., профессор (Россия)

Мымрин В.А. д.т.н., профессор (Бразилия)

Маткаrimов Б.Т. д.т.н., профессор (Казахстан)

Мухамедиев Б.М. д.э.н., профессор (Казахстан)

Смагулова Ш.А. д.э.н., профессор (Казахстан)

Пешков В. доктор философии (PhD), (Бельгия)

Искакова Ж.Б . к.х.н., асс. профессор (Казахстан)

Ответственный редактор, к.ф.-м.н. - М.К.Оспанова

Собственник: АО «Казахский университет технологии и бизнеса».

Регистрация: Министерство информации и коммуникаций Республики Казахстан. Комитет Информации.

Дата и номер первичной постановки на учет: № 14139-Ж от 07.02.2014.

Вторичная постановка на учет: 11.02.2020 - № KZ46VPY00020253.

Периодичность: Ежеквартально.

ISSN: 2708- 4132, **ISSN (Online):** 2663-1830.

Тематическая направленность: Информационно-коммуникационные и химические технологии, Производственные и обрабатывающие отрасли (технология продовольственных продуктов, горное дело, нефтегазовое дело, Экономика, бизнес и услуги).

Адрес редакции: 010000, г. Астана, Есильский район, ул.Кайыма Мухамедханова, 37 «А» тел.: +7(712)72-58-12 (134), e-mail: vestnik@kaztbu.edu.kz

© Казахский университет технологии и бизнеса К.Кулажанова

Chief editor: Baybolova L.K.

Doctor of Technical Sciences, Professor, Rector

Deputy editor: Aibuldinov Ye.K.

Doctor of Philosophy (PhD), (Kazakhstan)

Editorial board:

Kulazhanov K. S. Doctor of Chemistry Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)

Mansurov Z. A. Doctor of Chemistry Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)

Fazylov S.D. Doctor of Chemistry Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)

Kulazhanov T.K. Doctor of Technical Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)

Iztayev A.I. Doctor of Technical Sciences, Academician NAS RK (Kazakhstan)

Tultabaev M.Ch. Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

Nurakhmetov B.K. Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

Sherov T.K. Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

Mercade P.R. Doctor of Philosophy (PhD) (Spain)

Kakimov A.K. Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

Uzakov Ya.M. Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

Dodayev K.O. Doctor of Technical Sciences, Professor (Uzbekistan)

Kuznetsov O.L. Doctor of Technical Sciences, Professor (Russia)

Myrrin V. A. Doctor of Technical Sciences, Professor (Brazil)

Matkarimov B.T. Doctor of Technical Sciences, Professor (Kazakhstan)

Mukhamediyev B. Doctor of Economics, Professor (Kazakhstan)

Smagulova A.S. Doctor of Economics, Professor (Kazakhstan)

Peshkov V. Doctor of Philosophy (PhD) (Belgium)

Iskakova J.B. Candidate of Chemical Sciences, ass.Professor (Kazakhstan)

Responsible editor, Candidate of Physical and Mathematical Sciences - M.K.Ospanova

Owner: JSC «Kazakh University of technology and business».

Registration: Ministry of information and communications of the Republic of Kazakhstan. Committee of Information.

Date and number of initial registration: 14139-Z from 07.02.2014.

Secondary registration: 11.02.2020- № KZ46VPY00020253.

Frequency: Quarterly.

ISSN: 2708- 4132, **ISSN (Online):** 2663-1830.

Thematic direction: Information and communication and chemical technologies, Manufacturing and manufacturing industries (food technology, mining, oil and gas business), Economy, business and services.

Address of edition: 010000, Astana city, Esil district, Kaiym Mukhamedkhanov Street, 37 «A», tel.: +7(712)72-58-12 (134), e-mail: vestnik@kaztbu.edu.kz

1 Горное и нефтегазовое дело МАЗМҰНЫ – СОДЕРЖАНИЕ – CONTENTS 1

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ НЕФТЯНЫХ ТРУБ ОТ ПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ 1

**ТҮТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ МҰНАЙДЫ ӨНДІРУДЕ ҮҢГЫМАНЫҢ ТУП АЙМАҒЫН ӨНДЕУ
ӘДІСТЕРІ** 13

Горное и нефтегазовое дело

МРНТИ 52.47.25

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ ОЧИСТКИ НЕФТЯНЫХ ТРУБ ОТ ПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НЕФТЕОТДАЧИ

¹Ж.Н Алишева[✉], ²М.А Сарсенбаев, ³Ж.А.Сарсенбаев

¹Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

²ТОО "Научно-технологический парк" КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

³ТОО «Инновации Плюс», Алматы, Казахстан

[✉]Корреспондент-автор: zhannat_86.2007@mail.ru

Проблема парафиновых отложений в нефтяных трубах продолжает оставаться одной из главных для нефтедобывающей отрасли. При накоплении парафинов резко снижается пропускная способность трубопроводов, увеличивается гидравлическое сопротивление и, как следствие, падают объемы добычи нефти. В таких условиях поиск и внедрение эффективных технологий очистки труб приобретает особую актуальность.

В представленной работе описан новый механический метод очистки нефтяных труб с использованием усовершенствованного штангового скребка, разработанного авторами. Особое внимание удалено специфике нефтедобычи на казахстанских месторождениях - таких как Тенгиз, Каражанбас и Жетыбай — где из-за интенсивного парафинообразования проблема особенно остра. В этих регионах парафиновые отложения не только снижают дебит скважин, но и способствуют росту аварийности и увеличению эксплуатационных затрат.

Разработанный штанговый скребок устанавливается на насосно-компрессорные трубы и осуществляет очистку в процессе работы насосного оборудования. За счёт оптимизированной геометрии рабочих элементов устройство эффективно удаляет как плотные, так и мягкие отложения, предотвращая образование парафиновых пробок и обеспечивая стабильный транспорт нефти. Практические испытания, проведенные на ряде казахстанских месторождений, подтвердили: применение данной технологии способствует увеличению дебита скважин, снижению расходов на эксплуатацию и уменьшению коррозионного воздействия на оборудование.

Особо стоит отметить, что механический метод очистки, в отличие от химических способов, является экологически безопасным. Это обстоятельство приобретает особое значение в свете уже-сточающихся требований к охране окружающей среды. Проведённый сравнительный анализ показал, что по таким критериям, как экономическая эффективность, долговечность и адаптивность к различным условиям эксплуатации, предложенная технология существенно превосходит традиционные методы очистки.

Авторы предлагают рекомендации по интеграции штангового скребка в комплексную систему обслуживания трубопроводов. Среди них - адаптация конструкции устройства под различные условия добычи, организация мониторинга состояния труб и сочетание механической очистки с другими способами повышения нефтеотдачи.

Таким образом, предлагаемый метод представляет собой перспективное направление повышения эффективности нефтедобычи и надежности эксплуатации скважин, особенно актуальное для условий казахстанских месторождений.

Ключевые слова: очистка нефтяных труб, парафиновые отложения, механический подход, штанговые скребки, повышение нефтеотдачи, эффективность очистки, депарафинизация, дебит.

**МҰНАЙ ҚҰБЫРЛАРЫН ПАРАФИН ТҮНБАЛАРЫНАН ТАЗАРТУДЫҢ ИННОВАЦИЯЛЫҚ
ӘДІСІ - МҰНАЙ ӨНІМДІЛІГІН АРТТАРЫУ**

¹Ж.Н.Алишева[✉], ²М.А. Сарсенбаев, ³Ж.А. Сарсенбаев

¹әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық Университеті, Алматы, Қазақстан,

²әл-Фараби ат. Қазақ Ұлттық Университетінің "Ғылыми-технологиялық парк" ЖШС, Алматы, Қазақстан,

³«Инновации Плюс» ЖШС Алматы, Қазақстан

e-mail: zhannat_86.2007@mail.ru

Мұнай құбырларындағы парафинді тұнбалар мәселесі бүгінгі күнге дейін мұнай өндіру саласындағы негізгі қыындықтардың бірі болып қала береді. Парафин шөгінділері жиналған сайын құбырлардың өткізу қабілеті төмендеп, гидравликалық кедергі артып, нәтижесінде мұнай өндіру көлемі азаяды. Осында жағдайда құбырларды тиімді тазарту технологияларын іздеу және енгізу аса өзекті мәселелеге айналады.

Осы зерттеуде авторлар әзірлеген жаңартылған штангалы қырғышты қолдану арқылы мұнай құбырларын механикалық тазартудың жаңа әдісі ұсынылады. Ерекше назар парафиннің қарқынды жиналуы байқалатын Қазақстандағы Теніз, Қаражанбас және Жетібай сияқты мұнай кен орындарының жұмыс жағдайларына аударылды. Бұл аймақтарда парафин шөгінділері ұнғымалардың өнімділігін төмендетіп қана қоймай, авариялық жағдайлардың жиілеуіне және пайдалану шығындарының өсуіне алып келеді.

Жаңартылған штангалы қырғыш насос-компрессорлық құбырларға орнатылады және жабдық жұмыс істеп тұрган кезде үздіксіз тазартуды қамтамасыз етеді. Жұмыс элементтерінің оңтайланырылған геометриясы қатты және жұмсақ тұнбаларды тиімді жоюға мүмкіндік береді, парафин тығындарының пайда болуына жол бермейді және мұнайдың тұрақты тасымалдануын қамтамасыз етеді. Қазақстанның бірнеше кен орындарында жүргізілген өндірістік сынақтар ұсынылған технологияның ұнғымға өнімділігін арттыруға, пайдалану шығындарын азайтуға және жабдықтың коррозиялық тозуын төмендетуге ықпал ететінін көрсетті.

Әсіреле, бұл әдістің химиялық тәсілдерден айырмашылығы — экологиялық қауіпсіздігінде екенін атап өткен жөн. Қазіргі уақытта экологиялық талаптардың күшесінде жағдайында бұл артықшылық ерекше маңызды. Салыстырмалы талдау нәтижелері ұсынылған технологияның экономикалық тиімділігі, ұзақ мерзімділігі және әртүрлі пайдалану жағдайларына бейімделу қабілеті бойынша дәстүрлі тазарту әдістерінен айтарлықтай басым екенін көрсетті.

Авторлар штангалы қырғышты мұнай құбырларын кешенді техникалық қызмет көрсету жүйесіне интеграциялау бойынша ұсыныстар береді. Оларға әртүрлі пайдалану жағдайларына бейімделу үшін құрылымдық өзгерістер енгізу, құбырлардың жағдайын тұрақты бақылау және механикалық тазарту әдісін мұнай өндіруді арттырудың басқа технологияларымен біріктіру жатады.

Жалпы алғанда, ұсынылған әдіс Қазақстан мұнай кен орындарының күрделі жұмыс жағдайларында мұнай өндіру тиімділігін арттыру мен ұнғымаларды сенімді пайдалану бағытында перспективалық шешім болып табылады.

Түйін сөздер: мұнай құбырларын тазарту, парафинді тұнбалар, механикалық әдіс, штангалы қырғыштар, мұнай өндіру тиімділігі, тазарту өнімділігі, парафинсіздендеру, дебит.

INNOVATIVE METHOD FOR CLEANING OIL PIPELINES FROM PARAFFIN DEPOSITS TO ENHANCE OIL RECOVERY

¹Zh.N. Alisheva[✉], ²M.A. Sarsenbayev, ³Z.A. Sarsenbaev

¹Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan,

²Scientific and Technological Park of Al-Farabi Kazakh National University" LLP, Almaty, Kazakhstan,

³Innovation Plus LLP, Almaty, Kazakhstan

e-mail: zhannat_86.2007@mail.ru

The issue of paraffin deposits in oil pipelines remains one of the major challenges for the oil production industry. As paraffin accumulates, it significantly reduces the pipeline throughput, increases hydraulic

resistance, and ultimately leads to a decline in oil production volumes. Under such conditions, the search for and implementation of effective pipeline cleaning technologies becomes increasingly important.

This study presents a novel mechanical method for cleaning oil pipelines, utilizing an improved rod scraper developed by the authors. Particular attention is given to the specific conditions of oil production at Kazakhstani fields, such as Tengiz, Karazhanbas, and Zhetybai, where intensive paraffin formation exacerbates operational difficulties. In these areas, paraffin buildup not only decreases well productivity but also leads to a higher frequency of failures and rising maintenance costs.

The developed rod scraper is installed on sucker-rod pump tubing and performs continuous cleaning during the equipment's operation. Thanks to the optimized geometry of the working elements, the device effectively removes both hard and soft deposits, preventing the formation of paraffin plugs and ensuring stable oil transportation. Field trials conducted at several oilfields in Kazakhstan confirmed that the use of this technology contributes to increased well productivity, reduced operational costs, and minimized corrosion of equipment.

It is particularly important to emphasize that the mechanical cleaning method, unlike chemical approaches, is environmentally safe. This advantage is especially critical given the tightening of environmental protection requirements. Comparative analysis has demonstrated that the proposed technology significantly outperforms traditional cleaning methods in terms of economic efficiency, durability, and adaptability to varying operating conditions.

The authors also outline recommendations for integrating the rod scraper into a comprehensive pipeline maintenance system, including adaptation of the scraper design to different production environments, regular pipeline monitoring, and the combination of mechanical cleaning with other enhanced oil recovery technologies.

Overall, the proposed method offers a promising direction for improving oil production efficiency and well operation reliability, particularly under the challenging conditions of Kazakhstani oilfields.

Keywords: oil pipeline cleaning, paraffin deposits, mechanical approach, rod scrapers, enhanced oil recovery, cleaning efficiency, deparaffinization, well productivity.

Введение. Парафиновые отложения в нефтяных трубах представляют собой одну из наиболее серьезных технических и экономических проблем в нефтедобывающей отрасли. Парафины, содержащиеся в нефти, имеют тенденцию выпадать в осадок при изменении условий температуры и давления. Эти отложения приводят к ряду негативных последствий, включая уменьшение пропускной способности трубопроводов, увеличение энергозатрат на перекачку нефти, снижение дебита скважин и сокращение общей эффективности эксплуатации нефтяных месторождений.

Мировая проблема парафиновых отложений обусловлена широким распространением месторождений с высоким содержанием парафинов в нефти. Например, такие страны, как Россия, Венесуэла и Бразилия, сталкиваются с этой проблемой

мой в связи с геологическими особенностями и климатическими условиями. В холодных регионах, таких как Сибирь и Аляска, риск образования парафиновых пробок особенно велик из-за низких температур. На решение этой проблемы направлены различные технологии, включая химические, термические и механические методы очистки, однако они требуют значительных финансовых затрат и могут быть экологически небезопасными [1-3].

На рисунке 1 показано, как дебит скважины снижается в процессе эксплуатации из-за накопления парафиновых отложений. Это подтверждает необходимость внедрения инновационных методов очистки, таких как механический штанговый скребок.

В Казахстане проблема парафиновых отложений является особенно актуальной для таких

месторождений, как Тенгиз, Каражанбас, Жетыбай и Узен. Нефть этих месторождений содержит высокий процент парафинов, что приводит к быстрому накоплению отложений в насосно-компрессорных трубах, колоннах и трубопроводах. Условия эксплуатации, такие как значительная глубина скважин, сложная геология и перепады температур, дополнительно усугубляют

ситуацию [4]. Например, на многих казахстанских месторождениях температура нефти может значительно снижаться в процессе эксплуатации и добычи, что способствует интенсивному выпадению парафинов. Это приводит к увеличению частоты аварийных ситуаций, простоям оборудования и снижению общей рентабельности добычи [5].

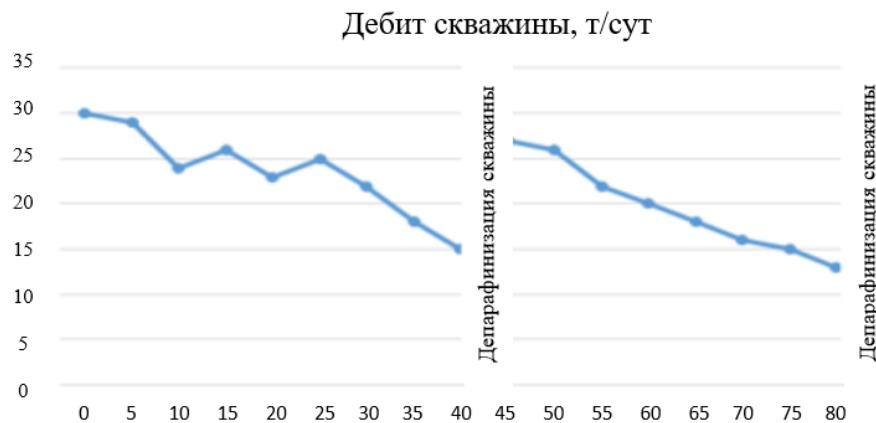


Рис.1 - Изменение дебита скважины в процессе эксплуатации при наличии парафиновых отложений

Экономические последствия парафиновых отложений в Казахстане оказываются весьма ощущимыми. Они проявляются в росте расходов на очистку трубопроводов, увеличении затрат на ремонт оборудования, а также в снижении объемов добычи нефти. Дополнительную серьёзность проблеме придаёт экологический фактор: многие традиционные методы борьбы с парафином, особенно химические, сопряжены с риском негативного воздействия на окружающую среду. Это требует особой осторожности при выборе технологий и подчёркивает необходимость поиска более безопасных решений [6].

Материалы и методы. Исследование направлено на разработку и оценку эффективности механического способа очистки нефтяных труб от парафиновых отложений с использованием нового штангового скребка. В ходе выполнения работы были проведены лабораторные исследования, моделирование условий эксплуатации, а также опытно-промышленные испытания на месторождении Узень.

Объектом исследования стали насосно-компрессорные трубы (НКТ) диаметром 73–89 мм и насосные штанги диаметром 19 и 22 мм, подверженные образованию асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО). Исследования проводились на образцах труб, извлеченных из скважин месторождений Тенгиз, Каражанбас, Жетыбай. Количественный и качественный анализ отложений показал, что их состав включает твердые углеводороды (парафины 40-60%), асфальтены (10-15%) и смолистые вещества (20-30%) [7-9].

Основной целью исследования является разработка и внедрение инновационного механического устройства - автоматического штангового скребка для очистки насосно-глубинных скважин от парафиновых и других отложений. Устройство предназначено для устранения эксплуатационных осложнений, вызванных образованием асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО), которые существенно снижают производительность скважин, увеличивают из-

нос оборудования и приводят к росту затрат на обслуживание и ремонт.

Обсуждение и результаты. В рамках исследования были решены следующие задачи:

- Усовершенствована конструкция штангового скребка для более эффективного удаления парафиновых отложений с внутренних стенок насосно-компрессорных труб и насосных штанг.

- Проведены опытно-промышленные испытания устройства на скважинах №118 ГУ-90, №2734 ГУ-34, № 6095 ГУ-15 АО “Озенмунайгаз” с различными геолого-техническими условиями.

- Выполнено сравнение предлагаемого метода с существующими технологиями очистки (тепловыми, химическими и другими механическими) с точки зрения эффективности, экологической безопасности и экономической целесообразности.

Значимость предлагаемой технологии:

1. Решение проблемы асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО)

Парафиновые отложения продолжают оставаться одной из главных эксплуатационных проблем нефтедобывающей отрасли, особенно на месторождениях Казахстана, таких как Тенгиз и Жетыбай. Они приводят к снижению дебита скважин, увеличению энергозатрат и частым ремонтам оборудования. Предложенное устройство эффективно устраняет эту проблему за счёт механической очистки, которая интегрируется непосредственно в процесс работы скважины без остановки добычи.

2. Увеличение межочистного периода (МОП)

Применение саморегулирующегося штангового скребка позволяет значительно увеличить интервал между очистками скважин. По результатам опытно-промышленных испытаний на казахстанских месторождениях установлено, что межочистной период возрастает в 3–4 раза. Это, в свою очередь, существенно снижает частоту вынужденных остановок и расходы на обслуживание.

3. Экологическая безопасность

В отличие от химических методов, новая технология исключает использование реагентов, которые могут оказывать негативное влияние на окружающую среду. Это делает устройство особенно востребованным в условиях ужесточения экологических норм и требований к безопасной эксплуатации оборудования.

4. Экономическая эффективность

Благодаря уменьшению потребности в частой очистке и увеличению срока службы оборудования, применение скребка позволяет сократить расходы на капитальный ремонт и эксплуатацию до 80%. Конструкция устройства отличается высокой износостойкостью и не требует сложного технического обслуживания, что дополнительно снижает затраты.

5. Гибкость и адаптивность конструкции

Штанговый скребок может применяться на скважинах с различной архитектурой — как вертикальных, так и наклонных или горизонтальных. Конструкция адаптирована под насосно-компрессорные трубы и насосные штанги различных диаметров, что делает её универсальной для большинства эксплуатационных условий в нефтяной промышленности.

Основные элементы конструкции:

1. Корпус скребка - изготовлен из износостойкого металла и оснащён реверсивными зубцами и пластинчатыми пружинами, что обеспечивает эффективное удаление отложений со стенок труб.

2. Дугообразные пластинчатые пружины - обеспечивают фиксацию устройства на насосной штанге и создают необходимую силу трения для эффективной очистки внутренней поверхности труб.

3. Реверсивные зубцы - направляют движение скребка и предотвращают его обратный ход, обеспечивая последовательную циклическую очистку.

4. Реверсивные коммутаторы - верхний и нижний ограничивают рабочую зону скребка и обеспечивают смену направления его движения.

5. Предохранительное соединение - изготовлено из магнитного материала и служит для улавливания металлических примесей, предотвращая возможное заклинивание оборудования.

6. Реверсивный механизм - координирует движение скребка, обеспечивая его эффективную работу при каждом цикле возвратно-поступательного движения насосных штанг.

7. Ступенчатая пружина - позволяет адаптировать устройство к различным диаметрам насосно-компрессорных труб (НКТ), снижая уровень износа и поддерживая стабильную прижимную силу.

Конструкция устройства позволяет эффективно удалять отложения, снижая эксплуатационные затраты и повышая надёжность оборудования [1].

Принцип работы конструкции

Скребок устанавливается на насосную штангу между верхним и нижним реверсивными коммутаторами, ограничивающими рабочий участок. При движении насосной штанги вниз дугобразные пружины плотно прижимаются к внутренней поверхности НКТ, срезая отложения. Реверсивные зубцы фиксируют устройство, не позволяя ему двигаться в обратном направлении.

При изменении направления движения насосной штанги скребок проходит через расширительные камеры коммутаторов. В этот момент реверсивные зубцы изменяют своё положение, что позволяет устройству начать движение в обратную сторону, продолжая процесс очистки внутренних поверхностей труб. Основные технические параметры работы устройства представлены в таблице 1 [1].

Таблица 1 - Основные технические характеристики работы устройства

№	Наименование	Свойства
1	Диаметр НКТ	от 73 до 89 мм
2	Диаметр насосных штанг	19 мм и 22 мм
3	Длина рабочего участка	до 1500 м
4	Интервал очистки	от 3 до 100 суток
5	Максимальная кривизна скважины	до 3° на 100 м

Преимущества конструкции

Разработанное устройство позволяет осуществлять очистку трубопроводов в процессе эксплуатации скважины, без необходимости остановки добычи нефти. Это существенно снижает риск потерь добычи при техническом обслуживании.

Кроме того, конструкция скребка отличается высокой универсальностью: он может быть использован с различными типами насосов и адаптирован к различным условиям эксплуатации.

Еще одним важным преимуществом является экологическая безопасность устройства: для его работы не требуется применение химических реагентов, что снижает негативное воздействие на окружающую среду. Монтаж скребка не требу-

ет сложных технических операций, а обслуживание минимально, что делает его использование удобным и экономичным.

Сравнение с существующими методами

Проблема парафиновых отложений в нефтяной отрасли традиционно решается с помощью различных технологий: механических, химических, термических и их комбинаций. Каждая из этих методик имеет свои сильные и слабые стороны.

В рамках настоящего исследования проведён сравнительный анализ предлагаемого механического устройства — штангового скребка — с существующими методами удаления парафиновых отложений [10-15]. Основные результаты анализа представлены в таблице 2.

Таблица 2 - Сравнительный анализ предложенной технологии с существующими методами удаления парафиновых отложений

№	Критерий	Механические методы	Химические методы	Тепловые методы	Комбинированные методы	Предложенный штанговый скребок
1	Принцип работы	Механическое удаление парафина жесткими скребками	Растворение парафина химическими реагентами	Разогрев нефти и труб для плавления отложений	Совмещение химических, механических и тепловых методов	Очистка труб за счет возвратно-поступательного движения насосных штанг
2	Необходимость остановки добычи	Требуется для замены скребков	Нет, реагенты вводятся в поток	Требуется при обработке паром или горячей нефтью	Частично, в зависимости от комбинации методов	Не требуется, очистка происходит во время эксплуатации
3	Энергоэффективность	Средняя, требует периодического извлечения скребков	Высокие затраты на химические реагенты	Высокие энергозатраты на нагрев	Высокие затраты на комплексную обработку	Высокая, не требует дополнительного энергоснабжения
5	Экологическая безопасность	Средняя, удаленные парафины могут потребовать утилизации	Низкая, химикаты могут загрязнять окружающую среду	Низкая, высокая энергоемкость и возможное разрушение пласта	Низкая, совмещение химии и нагрева усиливает негативные последствия	Высокая, не использует химические реагенты и энергоемкие процессы
7	Сложность внедрения	Средняя, требует замены оборудования	Средняя, необходимо оборудование для подачи химикатов	Высокая, требует установки нагревательных систем	Очень высокая, требует сложной координации технологий	Низкая, легко интегрируется в существующую систему без модернизации
8	Необходимость постоянного контроля	Высокая, из-за износа механических частей	Высокая, требуется постоянное дозирование реагентов	Высокая, требуется контроль температуры	Очень высокая, требуется мониторинг всех используемых технологий	Низкая, работает автоматически в процессе эксплуатации
9	Долговечность и надежность	Средняя, требует регулярного обслуживания	Средняя, возможно накопление побочных продуктов в трубах	Низкая, частый перегрев может повредить пласт	Средняя, высокая сложность контроля процессов	Высокая, минимальный износ при длительном использовании

Преимущества и перспективы предлагаемой технологии

В отличие от традиционных механических методов, разработанная технология с автоматическим штанговым скребком обеспечивает непрерывную очистку трубопроводов без необходимости останавливать добычу нефти. Конструкция устройства с реверсивными коммутаторами и зубцами позволяет скребку перемещаться вдоль насосной штанги вверх и вниз, эффективно удаляя отложения в ходе эксплуатации. Такой подход позволяет значительно увеличить международный период (МОП) и, как следствие, сни-

зить эксплуатационные расходы.

Предложенный метод механической очистки хорошо сочетается с существующими технологиями удаления парафина и в ряде случаев может их дополнять или заменять. Например, интеграция штангового скребка с периодической термической обработкой горячей нефтью позволяет уменьшить частоту термических промывок и сократить потребность в использовании химических реагентов [1].

Основные направления дальнейшего развития и совершенствования данной технологии представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Возможности дальнейшего применения и усовершенствования технологии

№	Направление развития	Описание
Расширение областей применения		
1	Горизонтальные и наклонные скважины	Адаптация конструкции скребка для работы в условиях сложной траектории скважин, включая многозабойные системы.
2	Высоковязкие нефти и осложненные условия добычи	Модификация устройства для работы с высоковязкими нефтями, содержащими большое количество асфальто-смоло-парафиновых отложений (АСПО).
3	Применение в штанговых глубинных насосах (ШГН)	Адаптация устройства к работе с разными диаметрами насосных штанг и насосно-компрессорных труб.
Технологическое усовершенствование		
1	Оптимизация материалов	Разработка более износостойких и антакоррозионных покрытий для продления срока службы устройства в агрессивных средах.
2	Улучшение конструкции реверсивного механизма.	Оптимизация реверсивной системы зубцов с целью обеспечения более плавного хода скребка, повышения эффективности очистки и снижения нагрузки на насосные штанги.
3	Снижение сопротивления трению	Улучшение конструкции пластинчатых пружин для снижения энергопотребления насосного оборудования.
Применение цифровых решений для повышения эффективности очистки		
1	Разработка интеллектуальных систем контроля работы очистных механизмов	
2	Внедрение систем предиктивной аналитики	Использование алгоритмов искусственного интеллекта для прогнозирования образования парафиновых отложений и оптимизации работы очистного устройства.
Комплексные методы борьбы с парафиновыми отложениями		

1	Интеграция механической очистки с применением химических ингибиторов парафинообразования	Применение механического скребка в сочетании с дозаторами ингибиторов для повышения эффективности борьбы с парафиновыми отложениями.
2	Интеграция с термическими методами	Оптимизация процесса депарафинизации за счет периодического применения тепловой обработки в сочетании с механической очисткой.
Масштабируемость и коммерциализация		
1	Широкое внедрение на казахстанских месторождениях	Использование технологии на месторождениях с высокой склонностью к парафинобразованию (Каражанбас, Жетыбай, Узень и др.).
2	Развитие экспортного потенциала	Адаптация технологии для применения на зарубежных нефтяных месторождениях с аналогичными эксплуатационными осложнениями (в России, Канаде, Китае, Бразилии).
3	Разработка передвижных систем очистки	Разработка автономных модулей для быстрого развертывания очистных систем на удалённых скважинах.

Таким образом, дальнейшее развитие и усовершенствование технологии позволит значительно повысить эффективность добычи нефти, снизить эксплуатационные расходы и минимизировать негативное воздействие парафиновых отложений на нефтедобывающую инфраструктуру.

Выводы. В рамках проведённого исследования было разработано и успешно протестировано механическое устройство для автоматической очистки насосно-компрессорных труб (НКТ) и насосных штанг от парафиновых отложений. Результаты анализа подтвердили, что по сравнению с традиционными методами очистки - механическими, химическими, термическими и комбинированными - предлагаемая технология обладает рядом существенных преимуществ:

- **Непрерывная очистка:** устройство функционирует в автоматическом режиме, обеспечивая очистку труб без остановки добычи нефти. Это позволяет значительно увеличить межчистотной период (МОП) и сократить число внеплановых остановок скважин.

- **Экономическая эффективность:** отказ от дорогостоящих химических реагентов и тепловой обработки позволяет значительно снизить

эксплуатационные расходы.

- **Экологическая безопасность:** отсутствие химического воздействия минимизирует риск загрязнения окружающей среды и снижает коррозионную нагрузку на трубопроводы.

- **Простота эксплуатации:** скребок легко интегрируется в существующие насосные системы, не требуя сложной модернизации оборудования.

- **Универсальность:** конструкция устройства адаптирована для работы с насосно-компрессорными трубами различных диаметров и подходит для эксплуатации в условиях осложнённых парафиновыми отложениями скважин Казахстана.

Рекомендации по дальнейшему применению технологии:

- Расширить внедрение устройства на нефтедобывающих предприятиях Казахстана, особенно на месторождениях с высокой интенсивностью парафиновых отложений, таких как Тенгиз, Жетыбай и Каражанбас.

- Проводить регулярный мониторинг эффективности очистки для своевременной оптимизации рабочих параметров скребка в зависимости от конкретных условий добычи.

- Применять комплексный подход, сочетая механическую очистку с периодической термической обработкой в случае необходимости, для достижения максимальной эффективности.
- Продолжить исследования по повышению износостойкости материалов и адаптации конструкции скребка для работы в сложных геолого-технических условиях, включая горизонтальные и высоковязкие нефтяные скважины.
- Разработать автоматизированную систему мониторинга работы устройства, позволяющую в режиме реального времени отслеживать его состояние и эффективность очистки.

Литература

1. Патент № 7700. Способ очистки нефтяных насосно-глубинных скважин от парафина и других отложений / Сарсенбаев А. А., Жан Й. М., Карибай Е., Алтыбай Қ. А., Сарсенбаев М. А., Сарсенбаев Ж. А. - № 7700; заявл. 30.12.2022, опубл. 30.12.2022.
2. Metaksa G.P., Alisheva Z.N., Metaksa A.S., Fedotenko N.A. Scientific and technical fundamentals of changing the properties of hydrocarbons in conditions of optimal subsoil use//Eurasian Mining. - 2023. - Vol. 2. - P.75–79. DOI 10.17580/em.2023.02.16.
3. Мастобаев Б.Н., Хасanova К.И., Дмитриев М.Е. Повышение эффективности применения средств и методов борьбы с асфальтосмолопарафиновыми отложениями в процессе транспорта нефти по магистральным трубопроводам//Транспорт и хранение нефтепродуктов и углеводородного сырья.- 2013. - № 3. - С.7-12.
4. Зарипова Л.М., Габдрахимов М.С., Сулейманов Р.И., Галимуллин М.Л., Давыдов А.Ю., Хабибулина Р.Г., Зарипов А.К. Современные методы очистки от асфальтосмолопарафиновых отложений // Sciences of europe. – 2017. №19 (19). – С.58-60.
5. Сатыева, Ю.П. Совершенствование очистки нефтесборных и насосно –компрессорных труб от АСПО /Ю.П. Сатыева, Л.М. Зарипова// В сборнике: Современные технологии в нефтегазовом деле2015 Сборник трудов международной научно-технической конференции: в 2 томах. - 2015. С. 133-139.
6. Афанасьев С. В., Волков В. А., Турапин А. Н. Очистка магистральных трубопроводов сложной конфигурации и переменного диаметра от отложений // Neftegaz- 2019. - № 12.-С.56-63.
7. Алшавка Х.Х. Пути решения проблемы очистки нефтепроводов от парафина и других отложений // Теория и практика современной науки. - 2021.- № 4 (70). -С.36-40.
8. Орлов А.И. Метод оперативного контроля состояния парафиновых отложений при очистке демонтированных нефтепроводных труб: Дисс. канд. техн. наук. Казань, Казанский гос. энергетический университет. - 2011. -129 с.
9. Патент РФ № 2344338. Способ определения толщины отложений на внутренней поверхности трубопроводов. Опубл.20.01.2009.
10. Подоплелов Е. В., Качан К. П., Тикунова Н. С. Методы депарафинизации нефтяных скважин // Вестник Ангарского Государственного Технического Университета. - 2024. - Т.1(18).- С.109-112.
11. Глушченко, В. Н. Предупреждение и устранение асфальтеносмолопарафиновых отложений // Нефтепромысловая химия. - 2009. – 475 с. ISBN 9785902063407
12. Хоффман Р., Амундсен Л. Способ удаления парафина и измерения его толщины // Патент EA018505B1. - 2013.
13. Хохлов, Н. Г. Удаление асфальто-смолистых веществ и парафина из нефтепроводов НГДУ «Южарлан - нефть» // Нефтяное хозяйство.- 2006. -№ 1. - С.110-111.

14. Lebedev A., Cherepovitsyn A. Waste Management during the Production Drilling Stage in the Oil and Gas Sector: A Feasibility Study // Journal of Petroleum Science and Engineering. - 2024. - 13 (12). - 26. DOI 10.3390/resources13020026 .
15. Sotnikov G., Balakirev V. A., Tkach Yu. V., Yatsenko T. Yu. High-Frequency Method of Removal of Paraffin Plugs in the Equipment of Oil Wells and Oil Pipelines// Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2002.- Vol.75. - No 5. - 2002.
DOI 10.1023/A:1021180027735.

References

1. Patent № 7700. Sposob ochistki neftjanyh nasosno-glubinnyh skvazhin ot parafina i drugih otlozhenij / Sarsenbaev A. A., Zhan J. M., Karibaj E., Altybaj K. A., Sarsenbaev M. A., Sarsenbaev Zh. A. - № 7700; zjavl. 30.12.2022, opubl.30.12.2022. [in Russian]
2. Metaksa G.P., Alisheva Z.N., Metaksa A.S., Fedotenko N.A. Scientific and technical fundamentals of changing the properties of hydrocarbons in conditions of optimal subsoil use//Eurasian Mining. - 2023. - Vol.2. - P.75–79. DOI 10.17580/em.2023.02.16.
3. Mastobaev B.N., Hasanova K.I., Dmitriev M.E. Povyshenie jeffektivnosti primenenija sredstv i metodov bor' by s asfal' tosmoloparafinovymi otlozhenijami v processe transporta nefti po magistral'nym trubam provodam // Transport i hranenie nefteproduktov i uglevodorodnogo syr'ja.- 2013. - № 3. - S.7-12. [in Russian]
4. Zaripova L.M., Gabdrakhimov M.S., Sulejmanov R.I., Galimullin M.L., Davydov A.Ju., Habibullina R.G., Zaripov A.K. Sovremennye metody ochistki ot asfal' tosmoloparafinovyh otlozhenij // Sciences of europe. – 2017. №19 (19). – S.58-60. [in Russian]
5. Satyeva, Ju.P. Sovershenstvovanie ochistki neftesbornyh i nasosno –kompressornyh trub ot ASPO /Ju.P. Satyeva, L.M. Zaripova// V sbornike: Sovremennye tehnologii v neftegazovom dele2015 Sbornik trudov mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii: v 2 tomah. - 2015. S. 133-139. [in Russian]
6. Afanas'ev S. V., Volkov V. A., Turapin A. N. Ochistka magistral'nyh truboprovodov slozhnoj konfiguracii i peremennogo diametra ot otlozhenij // Neftegaz- 2019. - № 12.-S.56-63. [in Russian]
7. Alshavka H.H. Puti reshenija problemy ochistki nefteprovodov ot parafina i drugih otlozhenij // Teoriya i praktika sovremennoj nauki. - 2021. - № 4 (70). -S.36-40. [in Russian]
8. Orlov A.I. Metod operativnogo kontrolja sostojaniya parafinovyh otlozhenij pri ochistke demontirovannyh nefteprovodnyh trub: Diss. kand. tehn. nauk. Kazan', Kazanskij gos. jenergeticheskij universitet. - 2011. -129 c. [in Russian]
9. Patent RF № 2344338. Sposob opredelenija tolshiny otlozhenij na vnutrennej poverhnosti truboprovodov. Opubl.20.01.2009. [in Russian]
10. Podoplelov E. V., Kachan K. P., Tikunova N. S. Metody deparafinizacii neftjanyh skvazhin // Vestnik Angarskogo Gosudarstvennogo Tehnicheskogo Universiteta. - 2024. - T.1(18).- C.109-112. [in Russian]
11. Glushchenko, V. N. Preduprezhdzenie i ustranenie asfal' tenosmoloparafinovyh otlozhenij // Neftepromyslovaja himija. - 2009. - 475 s. ISBN 9785902063407. [in Russian]
12. Hoffman R., Amundsen L. Sposob udalenija parafina i izmerenija ego tolshiny // Patent EA018505B1. - 2013. [in Russian]
13. Hohlov, N. G. Udalenie asfal' to-smolistyh veshhestv i parafina iz nefteprovodov NGDU «Juzharlan - neft» // Neftjanoe hozjajstvo.- 2006. -№ 1. - S.110-111. [in Russian]

14. Lebedev A., Cherepovitsyn A. Waste Management during the Production Drilling Stage in the Oil and Gas Sector: A Feasibility Study // Journal of Petroleum Science and Engineering. - 2024. - 13 (12). - 26. DOI 10.3390/resources13020026 .
15. Sotnikov G., Balakirev V. A., Tkach Yu. V., Yatsenko T. Yu. High-Frequency Method of Removal of Paraffin Plugs in the Equipment of Oil Wells and Oil Pipelines// Journal of Engineering Physics and Thermophysics. – 2002.- Vol.75. - No 5. - 2002.
DOI 10.1023/A:1021180027735.

Сведения об авторах

Алишева Ж.Н.- PhD, и.о. доцента, Казахский Национальный Университет им. Аль-Фараби, Алматы, Казахстан, e-mail: zhannat_86.2007@mail.ru;

Сарсенбаев М.А.- ТОО "Научно-технологический парк" КазНУ имени аль-Фараби, Директор, Алматы, Казахстан, e-mail: mukhtar.sarsenbaev@mail.ru;

Сарсенбаев Ж.А., ТОО «Инновации Плюс», специалист, Алматы, Казахстан, e-mail: zhasstin@mail.ru.

Information about the authors

Alisheva Zh.N.- Doctor PhD, Associate Professor, Al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhannat_86.2007@mail.ru;

Sarsenbayev M.A.- Director of "Scientific and Technological Park of Al-Farabi Kazakh National University" LLP, Almaty, Kazakhstan, e-mail: mukhtar.sarsenbaev@mail.ru;

Sarsenbaev Z.A.- Engineer, Innovation Plus LLP, Almaty, Kazakhstan, e-mail: zhasstin@mail.ru.

ТҮТҚЫРЛЫҒЫ ЖОҒАРЫ МҰНАЙДЫ ӨНДІРУДЕ ҰҢҒЫМАНЫҚ ТҮП АЙМАҒЫН ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІ

¹М.У. Калменов, ²М.Г. Абдуллаев, ¹С.Е. Байботаева[✉], ¹А.С. Садырбаева

¹Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан,

²Әзіrbайжан Республикасының Мұнай және газ институты, Баку, Әзіrbайжан

[✉]Корреспондент-автор: sbaibotaeva@mail.ru

Бұл мақалада ұңғыманық түп аймағын өндеу тиімділігін арттыруды жаңа әдіс әзірленген, жылутасығышты ұңғыманық түп аймағына енгізу арқылы, оның құрамының еру қабілетін, өндіруші ұңғымалардың түп аймағы бөлігін өндеу кезінде ерімейтін шөгінділердің еру жылдамдығы мен көлемін, сонымен қатар, қабатқа терең енуді арттыру болып табылады.

Бұл композиция қабаттардың мұнаймен қанықкан кеуектеріне енген кезде, скрипидар жақсы еріткіш ретінде мұнай-қышқыл әмульсияларының тұрақтылығын айтартықтай төмендетеді және ұңғыманық түп аймағындағы калий бихроматының сулы ерітіндісінің скрипидармен кейінгі реакциясы күшнейді және реакцияның қабаттан тыс жерде ығысуымен байланысты құрамының қабаттан шығуна қарай жалғасады. Қолданылатын композиция ароматты көмірсутектермен, сондай-ақ парафиндермен әрекеттеседі. Реакциялар нәтижесінде әр түрлі қышқылды қурделі эфирлер алынады, олар фазааралық керілуді төмендетеді, ингибиторлық әсерді арттырады, тау жынысы ұңғымасының кеуектеріндегі ауыр мұнай компоненттерінің шөгінділерін ерітеді және ұңғы түбінің және қабаттың шалғай аймағының өткізгіштігін қалпына келтіреді, нәтижесінде қабаттан ұңғымага мұнай ағыны жақсарады.

Түйін сөздер: түп қабат аймағы, өткізгіштік, мұнай, су, калий бихроматы

МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНОЙ ЗОНЫ СКВАЖИНЫ ПРИ ДОБЫЧЕ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

¹М.У. Калменов, ²М.Г. Абдуллаев, ¹С.Е. Байботаева[✉], ¹А.С. Садырбаева

¹Южно-Казахстанский университет им. М. Ауэзова, Шымкент, Казахстан,

²Институт нефти и газа Азербайджанской Республики, Баку, Азербайджан,
e-mail: sbaibotaeva@mail.ru

В данной статье разработан новый способ, задачей которого является повышение эффективности обработки призабойной зоны скважины, за счет введения в призабойную зону теплоносителя, которая повышает растворяющую способность состава, скорость и объем растворения труднорасторимых отложений при обработке призабойной зоны добывающих скважин, а также глубоко проникающий в пласт.

При попадании данного состава в нефтенасыщенные поры пласта, скрипидар как хороший растворитель, существенно снижает стойкость нежелательных нефtekислотных эмульсий и дальнейшая реакция водного раствора бихроматакалия соскрипидаром усиливается в призабойной зонескважины и продолжения реакции в глубине пласта за счет вытеснение состава с газом извне. Применяемый состав реагирует с ароматическими углеводородами, а также с парафинами. В результате реакций получаются различные кислые эфиры, которые позволяют уменьшить межфазное натяжение, увеличить ингибирующую действие, хорошо растворяют отложения тяжелые компоненты нефти в порах породы и восстановливают проницаемость призабойной и удаленной зоны пласта, в результате чего улучшается приток нефти из пласта к скважине.

Ключевые слова: призабойная зона пласта, проницаемость, нефть, вода, бихромат калия.

METHODS OF PROCESSING THE BOTTOMHOLE ZONE OF A WELL DURING THE EXTRACTION OF HIGH-VISCOSITY OILS

¹M.U. Kalmenov, ²M.Q. Abdullayev, ¹S.Ye. Baibotayeva[✉], ¹A.S. Sadyrbayeva

¹M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan,

²Institute of oil and gas of the Republic of Azerbaijan, Baku, Azerbaijan,
e-mail:sbaibotaeva@mail.ru

In this article, a new method has been developed, the task of which is to increase the efficiency of processing the bottomhole zone of a well by introducing a coolant into the bottomhole zone, which increases the solubility of the composition, the rate and volume of dissolution of difficult-to-dissolve deposits during processing of the bottomhole zone of producing wells, as well as penetrating deeply into the reservoir.

When this composition enters the oil-saturated pores of the reservoir, turpentine, as a good solvent, significantly reduces the resistance of undesirable petroleum acid emulsions and the further reaction of an aqueous solution of potassium bichromate with turpentine increases in the bottomhole zone of the well and the continuation of the reaction in the depth of the reservoir due to the displacement of the composition with gas from the outside. The applied composition reacts with aromatic hydrocarbons, as well as with paraffins. As a result of the reactions, various acid esters are obtained, which reduce the interfacial tension, increase the inhibitory effect, well dissolve deposits of heavy oil components in the rock pores and restore the permeability of the bottomhole and remote zone of the reservoir, resulting in improved oil flow from the reservoir to the well.

Keywords: bottom-hole formation zone, permeability, oil, water, potassium bichromate

Kіріспе. Қабаттың түп аймағы белгілі болғандай, ерекше аймақ болып табылады, өйткені, мұнда қысымның, температуралың өзгеруі, ауыр мұнай компоненттерінің шөгуі және т.б. сияқты күрделі процестер жүреді. Бұл процесстердің барлығы ұнғыма өнімділігіне, әсіресе ньютондық емес мұнайларды пайдаланатын өндіру ұнғымаларының жұмысына көрі әсер етеді.

Кен орындарын игеру кезінде қабат қысымын ұстап тұру үшін қабатқа суық су айдаланының белгілі. Бұл қабат температурасының айтарлықтай төмендеуіне әкеліп соғады, бұл ұнғыма түбіндегі мұнайдың құрамындағы ауыр компоненттердің тұндырылуына әсер етеді және қабаттың кеуектерінің бітелуіне әкеледі. Капиллярлық арналардың құрылымымен сипатталатын қабаттың бастанқы негізгі өткізгіштігі асфальты-шайырлы және парафинді шөгіндердің әсерінен бұзылады және қабаттың ұнғы аймағының өткізгіштігінің төмендеуі орын ала-ды. Нәтижесінде көмірсутектерді бастанқы өндірудің мәнін қалпына келтіру мақсатында ұнғы түбінің түзілу аймағына әсер ету қажеттілігі туындаиды.

Қабаттың өнімділігін арттыру үшін ұнғыма түбіне әсер ету қабаттың түп аймағының өткізгіштігін қалпына келтіруді қамтиды. Қышқылдық, термиялық, химиялық, термохимиялық және т.б. көптеген ғылыми еңбектер ұнғы түбінің түзілу аймағының өткізгіштігін қалпына келтіру мәселелеріне арналған. Әдістері. Ұнғыманың түп аймағына қышқылдық әсер ету механизмі тау жыныстарының қаңқасының белгілі бір бөлігінің және әртүрлі шөгіндердің қышқылмен әрекеттесуі нәтижесінде мұнай өндіру жылдамдығының қалпына келуіне негізделген.

Ұнғымаларды қышқылмен өңдеу процесі - бұл ұнғыманы пайдалану кезінде ұнғыманың түп аймағын тазартуды, яғни ұнғыманың түп аймағын түздардан, парафинді-шайырлы шөгіндерден және коррозия өнімдерінен тазартуды, ұнғыманың түп аймағындағы тау жыныстарының өткізгіштігін арттыруды, сондай-ақ бұрғылаудан кейін ұнғыманы игеру кезінде, ұнғыманың түп аймағын қайта бұрғылаудан тазартуды қамтитын операция. Қарапайым қышқылдандыру, ең алдымен, өткізгіштігін қалпына келтіру немесе арттыру үшін ұнғыма оқпанының жа-

нындағы қабатқа енуге арналған. Процесс жоғары қысыммен қабатқа қышқылды айдау арқылы жүзеге асырылады.

Ұнғыманың түп аймағы - бұл қабаттардың ұнғыманың түп аймағына тікелей іргелес жатқан бөлігі (радиусы 2-3 метр цилиндрлік бөлік). Қабаттың бұл бөлігінде сұйықтықтың сүзілу жылдамдығы өзгереді, қысым төмендейді, ауыр мұнай құрамдастары шөгеді, энергия шығыны мен ағынның кедергісі максималды жоғары болады. Қабаттың төменгі қабатының шамалы ластануы да ұнғыманың өнімділігін айтарлықтай төмендетеді. Ұнғыманың түп аймағының өткізгіштігін қалпына келтіру немесе арттыру қабаттардың ұнғыманың түп аймағына сыртқы әсер ету немесе қабаттарда пайда болған шөгінділердің еруі негізінде жүзеге асырылады.

Пайдалану процесінде өндіру және айдау ұнғымаларының түп аймағының өткізгіштігінің төмендеуінің негізгі себептеріне келесі факторлар жатады:

- температура мен қысым жағдайлары өзгерген кезде мұнайдың асфальтенді-шайырлы парафинді құрамдас бөліктегі немесе ілеспе қабат суларынан тұздардың ағуы баяулайды және шөгеді;

- ұнғымаларды ағымдағы және күрделі жөндеу кезінде ұнғымаға бітелткіштер (ағын су немесе теңіз суы) немесе жуу сұйықтығының ту-суі;

- су-мұнай эмульсиясының түзілуі;

- саз бөлшектерін тұщы сумен қанықтыру кезінде терригендік қабаттардың цементте-луінің ісінуі;

- ұнғымаларды сөндіру немесе шаю кезінде механикалық қоспалар мен металл коррозиясы өнімдерінің ұнғыманың түп аймағына енүі және т. б.

Ұнғыманың тубінің аймағына әсер ету үшін жұмысшы агентінің құрамын таңдау кезінде оның келесі критерийлерге сәйкестігін қамтамасыз ету маңызды:

- құрам ұнғыма тубінің аймағының қажетті те-реңдігіне дейін енүіңажет;

- құрам жыныспен, оны қанықтыратын сұйықтықтармен немесе кольмотанттармен әрекеттескеннен кейін қайта ерімейтін шөгінділерді ту-дырмауы керек;

- реагенттер ұнғымаларды жөндеуде, қабат суларында және басқа технологиялық сұйықтықтарда қолданылатын тығындау ерітінділерімен үйлесімді болуы және мұнай өндіруге, оны тасымалдауға және оны тазартудың технологиялық сатыларына кері әсер етпеуі керек;

- құрамның компоненттері мүмкіндігінше аз улы болуы керек.

Ұнғыманың түп аймағын тазалау технологиясының негізгі принциптері:

- химиялық реагенттердің кольматтаушы заттарға әсер етуіне байланысты перфорациялау арналары мен ұнғының түп аймағының жағдайын шектеумен ұнғы тубінің қабат аймағының өткізгіштігін қалпына келтіру немесе жоғарылату, сондай-ақ өнімділікті арттыру немесе қабатқа су айдау мүмкіндігін арттыру;

- қабаттың түптік ұнғыма аймағына жақын жерде де, шалғай бөліктегінде де тау жыныстары қаңқасының кеуекті кеңістігінің құрылымына әсер ету нәтижесінде ұнғымалардың өнімділігін немесе қатаю қабілеттін арттыру;

- айдалатын химиялық реагенттермен физикалық және химиялық өзара әрекеттесу кезінде колматанттың жойылуы және т. б.

Материалдар мен әдістер. Аталған бағыттар бойынша көптеген ғылыми мақалалар, технологиялар, композициялар мен әдістер, сондай-ақ қойылған мақсаттарға жету үшін түрлі химиялық реагенттер пайдаланылған патенттік жұмыстар жарияланды. Төменде осы жұмыстардың кейбірін қарастыру ұсынылады.

Әдістердің [1] бірінде мұнай ұнғымасының ұнғыма тубінің аймағын өндеу ұнғыма сұйықтығымен (негізгі су) толтырылған ұнғыманың өңделген интервалына ұнғыма сұйықтығынан оқшауланған зат түріндегі гидрореактивті құрамды (ГРК) жеткізуі қамтиды. Гидрореактивті құрам ұнғыма сұйықтығының суымен гетерогенді химиялық реакцияға тусу, нәтижесінде жылу және газ тәрізді өнімдер бөлініп, гидро-

реактивті құрамды ұнғыма сүйиқтығымен жасасу арқылы химиялық реакцияны бастау қасиеттеріне ие болады. Процессте алюминий хлоридінің кем дегенде түйіршіктепе және алюминий хлориді үшін еріткіш болып табылмайтын органикалық мұнай шөгінділері үшін еріткіш бар гидроактивті композиция қолданылады. Бұл әдісті қолданғанда реакция ұнғыманың перфорация аймағының ішінде жүреді. Бұл экзотермиялық реакция нәтижесінде бөлінетін жылудың жоғалуына ықпал етеді.

Ұсынылған әдісте [2], өнімді қабаттың термохимиялық өндөуі тазарту аймағына жанғыш-тотықтырғыш құрамды айдауды және жану инициаторын өндөу аймағына жіберуді қамтиды, ол сілтілі металдың боргидридіне және метанолға немесе диэтил эфиріне негізделген композиция 5-40 мас.% мөлшерінде пропилкарборан 5 - 25 мас.% мөлшерінде сілті, немесе қатты изопропилкарборанның мөлшері 5 - 40 мас.% болып табылады.

Жану инициаторы тығыздалған контейнерді мұнайқесіпшіліктегі бұрғылау ұршығы арқылы сорапты және компрессорлық құбырлар колоннасына түсіру арқылы жеткізіледі, содан кейін шнурлы торпедасын жару арқылы контейнер жойылады. Шнур торпедасы контейнердің бүкіл ұзындығы бойынша орнатылады.

Сонымен қатар, қабаттың түп аймағын ыстық қышқылмен (термоқышқыл) өндөу әдісі қолданылды [3]. Бұл әдіс формальдегид ерітіндісінде тасымалдаушы сүйиқтық ретінде кездесетін түйіршіктелген немесе ұнтақ магний қабаттың түп аймағынабөлек айдаудан, сондай-ақ онымен әрекеттесетін химиялық реагент ретінде аммоний хлоридінің сулы ерітіндісін бөлек инъекциялаудан тұрады.

Бұл жағдайда құбырға енгізілген ерітінділер арасындағы реакциядан бөлінетін жылуды жоғалтуды болдырмау үшін оларды енгізу арасында да, соңғы компонентті айдаудан кейін де буферлік сүйиқтық айдалады. Бұл қабаттың түп аймағында термохимиялық әсердің пайда болуын қамтамасыз етеді.

Бірақ бұл жағдайда реакциядан бөлінетін жы-

лу мұнайдың ауыр компоненттерінің толық еруі үшін жеткіліксіз және сазды жыныстардағы саздардың ісінуі мүмкін.

Ерітіндін жоғары температураға дейін алдын ала қыздыру арқылы ұнғы түбінің түзілу аймағын әлсіз қышқылдармен өңдеудің тағы бір әдісі белгілі [4]. Бұл жағдайда термиялық әрекет тау жынысындағы химиялық реагенттермен біріктіріледі. Қышқыл алдын ала қыздырылған суға немесе буға енгізіледі. Қышқылды суға немесе буға енгізгеннен кейін алынған температура мақсатқа жету үшін жеткіліксіз болып, жұмыс көп еңбекті қажет етеді.

Құрамында фтор қышқылы, тұз қышқылы және су бар ұнғы түбінің түзілу аймағын өңдеуге арналған қышқыл ерітіндісі де белгілі [5]. Бұл ерітінді іс жүзінде карбонатты жыныстарды ерітпейді, өйткені фтор қышқылының карбонаттармен әрекеттесуі реакцияға кедегі келтіретін және ұнғыма жабдығын қатты коррозияға ұшырататын нашар еритін флюорит шығарады.

Нейтралдау тиімділігін арттыру және қышқыл ерітіндісінің енү тереңдігін жоғарылату үшін қышқылды айдау алдында гидрофобты эмульсияны айдауымен ерекшеленетін қышқылдық және гидрофобты эмульсияның ерітінділерін айдаудан тұратын мұнай қабатының ұнғы аймағын қышқылмен өндөу әдісі тәжірибеде де қолданылды [6]. Бұл шешімнің кемшілігі – ұнғы түбінің түзілу аймағын өңдеудің төмен тиімділігі, сонымен қатар қабат тереңдігіне аз ғана енү болып табылады.

Тұз қышқылын ұнғыма аймағына айдау арқылы ұнғымаларды өндөу үшін қолдану әдісі белгілі [7]. Дегенмен, тұз қышқылы терригендік жыныстарды өте нашар ерітеді, сонымен қатар ұнғымалардың түбі аймағын өндөу кезінде жабдықты қатты тоттандырады. Бұл композицияның тағы бір кемшілігі - ұнғыманың түбін қалыптастыру аймағын тазалау сапасының төмендігі.

Жұмыста [8] ұнғымалардың түбі аймағын тазалауға арналған композиция ұсынылған, оның құрамдас бөліктері тұз қышқылы мен натрий гидроксидінен тұрады. Бұл компоненттер бір-

бірімен әрекеттескен кезде экзотермиялық реакция пайда болады, нәтижесінде үлкен мөлшерде жылу бөлінеді. Бірақ құрамында тұз қышқылының болуы ұнғыма жабдығының коррозиясын тудырады және реакция кезінде бөлінетін жылу ете жоғары емес.

Өндіруші ұнғымалардың өнімділігін арттыру үшін қабаттың тәменгі бөлігін өңдеу кезінде көптеген жұмыстар белгілі екенін атап өткен жөн. Бұл жұмыстарға гидродинамикалық, физика-химиялық, термиялық, термохимиялық және т.б. әдістер кіреді [9].

Ұнғыма аймағын өңдеудің келесі белгілі әдісі - түйіршіктелген магний мен тұз қышқылын айдау [10]. Бұл әдіс түзуді тереңірек қыздыру және процесті жеделдешту есебінен өңдеу процесінің тиімділігін арттыру үшін магний мен қышқылды айдау бір мезгілде, ал айдау бөлек жүргізілетіндігімен ерекшеленеді. Дегенмен, бұл шешім ұнғы түбінің түзілу аймағын өңдеуде, сондай-ақ қабат тереңдігіне енүде тиімділігі төмен. Бұл жағдайда ұнғыманың түбі аймағында да шөгінділер пайда болуы мүмкін.

Мұнай-газ ұнғымасының түптік аймағын өңдеу әдісі де қолданылады, ол қабаттың түптік ұнғыма аймағына газ тәрізді хлорлы сутегін айдаудан тұрады. Бұл әдіс өндөлетін аймақтың өткізгіштігі мен көлемін арттыру үшін ұнғымада соңғысын хлор мен сутегі қоспасымен толтыру арқылы ұнғыма сағасындағы жарылыс жағдайынан аспайтын қысыммен хлорсүтек алуымен ерекшеленеді. Бұл әдістің кемшілігі - төмен тиімділік және технологиялық қындықтар болып табылады.

Жұмыс [11] ұнғы түбінің аймағын ыстық су немесе бу айдау арқылы өңдеудің ерекше әдісін ұсынады. Бастапқыда агенттер 80 °C температуралық дейін қыздырылған 8-15% HCl ерітіндісі айдалады. Біраз уақыт әрекетсіз болғаннан кейін ұнғыма пайдалануға беріледі.

Сондай-ақ ұнғыманың түптік қабат аймағын термохимиялық өңдеу арқылы ұнғыма өнімділігін арттыру әдісі белгілі [12]. Ұсынылған әдісте өңдеудің тиімділігі ұнғыма аймағына жылу

тасымалдағышты енгізу арқылы жоғарылайды, бұл композицияның еріту қабілетін арттырады. Қолданылатын композиция хром қышқылының (хромандиридінің сулы ерітіндісі) және метанолдың (немесе тәменгі спирттердің) қоспасы болып табылады. Композициялар ұнғыманың түбінің түзілу аймағына бірінен соң бірі айдалады: бірінші хром қышқылы, содан кейін тәменгі спирттер (мысалы, метанол) немесе керісінше.

Сондай-ақ ұнғыманың түбіне тасымалдаушы сүйықтық пен химиялық реагенттегі өзара әрекеттесетін түйіршіктелген немесе ұнтақталған магнийді ұнғыма түбіне бөлек енгізуден тұратын ұнғыманың түбінің түзілу аймағын термиялық қышқылмен өңдеу әдісі енгізілді, мұнда формальдегидтің сулы ерітіндісі ұнғыма түбіне тасымалдаушы сүйықтық ретінде енгізіледі, ал аммонийдің реактивті ерітіндісі болып табылады. Бұл жағдайда ерітінділерді айдау алдында олардың арасында және ұнғымада айдаудан кейін буферлік сүйықтық айдалады. Бұл әдістің кемшілігі - процестің көп сатылыштыры, сонымен қатар тиімділігінің төмендігі.

Жұмысында [13] жұмыс істеп тұрған ұнғымалардың өнімділігін арттыратын көптеген әдістер ұсынылған, мысалы, күрделі ішкі қабатты термоқышқылды өңдеу, сонымен қатар жер асты, ядролық (мысалы: атомдық) жарылыстар, қабаттың тәменгі қабатына химиялық әсер ету әдістері, өнімді қабаттардың тәменгі қабатының гидрожаруы және т.б. бұл әдістерді қышқыл ретінде қолданған кезде негізінен тұз қышқылы қолданылған.

Жұмыста [14] жұмыс істеп тұрған ұнғымалардың өнімділігін арттырудың көптеген әдістері ұсынылған, мысалы, күрделі жерасты термиялық қышқылды өңдеулер, сондай-ақ жер асты ядролық (мысалы: атомдық) жарылыстар, ұнғыма түбіне химиялық әсер ету әдістері, өнімді қабаттардың ұнғыма түбінің аймағын гидравликалық жару және т.б. Бұл әдістерді қолданғанда қышқыл ретінде негізінен тұз қышқылы қолданылды.

Қабаттың тұп аймағын термохимиялық өңдеу әдісі [15] ұсынылған. Әдістеме бойынша өнімді қабаттың түбінің ұнғыма аймағына жанғыш-

тотықтырғыш композиция айдалады. Құрамына келесі компоненттер кіреді: карбамид, азот қышқылы, сірке қышқылы, калий перманганаты, карборан, аммиякты селитра және массалық % үлесіне сәйкес мөлшерде су. Сонымен қатар, жанғыш-тотықтырғыш құрамы орналасқан аймаққа келесі құрамдас бөлігі бар жану инициаторы енгізіледі: алюминий 10-30, хром оксиді 70-90. Енгізілген жану инициаторының мөлшері жанғыш-тотықтырғыш құрамының құрамдас бөліктегінің массасының 10% аспайды. Карборан ретінде изопропилметакарборан қолданылады. Бұл әдісті қолдану жаңа ұнғымаларды игеру процесінің тиімділігін арттыруға және жұмыс істеп тұрған ұнғымалардан ағынды күштегі түркістандық шектеуден мүмкіндік береді.

Дегенмен, ұсынылған әдісте қолданылатын композиция көп компонентті және оны өндірістік жағдайларда, әсіресе теңіз жағдайында дайындау мүмкін емес.

Өнімді қабаттарды термохимиялық өндеу әдісі [16] белгілі. Бұл әдісте қабаттың өндеду аймағына жанғыш тотықтырғыш қосылыс (ЖТК) айдалады, содан кейін өндеду аймағына жану инициаторы енгізіледі. Жану инициаторы металл гидридіне немесе металлоидқа негізделген қатты немесе сұйық қосылыс болып табылады. Атап айтқанда, сілтілі металл борандар сияқты тұз гидридтерін қолдануға болады. Металлоидты гидрид негізінде жану инициаторының сұйық құрамы құрамдастардың тиісті массасында % диэтил эфирі немесе метил спирті сияқты органикалық еріткіш негізінде бордың суспензия ерітіндісі болуы мүмкін.

Жану инициаторын өнеркәсіптік көтергішті пайдалана отырып, тығыздылған контейнерді сорғы мен компрессорлық құбырлар бағанына түсіру, содан кейін көтеру кабелінің ұштары сорапты- компрессорлық құбырларының аяқшасындағы қуат көзіне тигенмен кейін контейнердің бүкіл ұзындығы бойынша орнатылған кері зарядты жару арқылы контейнерді жою арқылы енгізу ұсынылады.

Көріп отырганыңыздай, бұл әдісті қолдану өте көп еңбекті қажет етеді және көптеген жабдықты және қолдануға ерекше көзқарасты қажет

етеді.

Мұнай қабатының ұнғым маңындағы аймағын термохимиялық өндеу әдісі белгілі [17]. Әдіс құрамында оттегі бар органикалық қосылыстар немесе олардың қоспасы және натрий нитритінің сулы ерітіндісі бар отын тотықтырғыш құрамын (ОТК) түзілу аймағына кезекпен айдаудан тұрады.

Қабатқа реагенттерді айдағаннан кейін ұнғым маңындағы аймақта қабатішлік жану жүреді, ұнғым ішіндегі экзотермиялық реакцияның индукциялық кезеңі 100 минуттан астам уақытты алады, ал ұнғыманы өндеудің жалпы уақыты 400 минутқа жетеді, бұл ұнғым ішлік өндеу әдісін көнінен қолданудың негізгі шектеуі болып табылады.

Қабатты термохимиялық өндеудің тағы бір әдісі [18] белгілі, ол құрамында аммоний селитрасының (аммоний нитраты), аммоний хлориді немесе аммоний фосфатының сулы ерітіндісі бар жанғыш-тотықтырғыш құрамды өнімді түзілу аймағына айдау және жану инициаторын (тотықтырғыш зат, жанғыш зат орналасқан ұнтақ орналасқан жер) енгізу кіреді. Өте ұзақ өндеу уақыты (~130 с), жарылғыш заттарды қолдану және әдісті біршама күрделі ұйымдастыру оны пайдалану мүмкіндіктерін шектейді.

Көптеген осы бағыттағы орындалған еңбектерді зерттеу нәтижелері бойынша бұл әдістердің ешқайсысы әмбебап емес екенін және оларды қолдануда әлі де көптеген қындықтар бар екенін көрсетті. Кейде бұл әдістерді қолдануда пайдаланатын композициялар көп компонентті, кейде композицияның кейбір компоненттері қымбат болады, кейде оларды дайындауда қындықтар туындауды, әсіресе оларды өндірістік жағдайда дайындау мүмкін еместігін көрсетті.

Осы қындықтардың барлығын ескере отырып, ұнғыманың тұп аймағына және қабаттың теренірек қабаттарына әсер ету мүмкіндігін, сондай-ақ кәсіпшілік жағдайында дайындаудың қарапайымдылығын ескеретін жаңа әдіс әзірленді. Тағы бір артықшылығы – бұл әдісте қолданылатын композицияның құрамдас бөліктері Қазақстан Республикасында өндіріледі.

Нәтижелер және талқылау. Ұсынылып отырған әдістің мақсаты – ұнғыманың түптік аймағын өңдеу кезінде нашар еритін шөгінділердің жылдамдығы мен көлемін ұлғайту арқылы ұнғыма түбінің түзілу аймағына жылу тасымалдағышты енгізу арқылы өңдеудің тиімділігін арттыру, сондай-ақ ұнғыманың түбіндегі терендейтікке түзілу мүмкіндігін туғызу.

Бұл мақсатқа жету үшін алдымен натрий бихроматының (немесе калий бихроматының) сулы ерітіндісін қабаттың ұнғыма аймағына тазарту ерітіндісін теренейрек енгізу үшін тотықтырғыш ретінде ұнғыма оқпанына айдал, содан кейін скіпидардың есептелген мөлшерін ұнғыма оқпанына айдағанда, экзотермиялық реакция пайда болады. Осыдан кейін, қоспа жоғары қысымды газбен ұнғыма түбінің аймағынан қабаттың терендейтікке ығыстырылады, нәтижесінде бөлінетін жылу және жақсы еритін реакция өнімі қабат түбінің ұнғы аймағының терендейтігіне түседі.

Скипидар негізінен терпендердің көмірсүтектердің $C_{10}H_{16}$ курделі қоспасы, өзіне тән қарағай ісі бар мөлдір, түссіз, ұшқыш сұйықтық болып табылады. Скипидар полярлы емес органикалық еріткіштерде, этанолда, ацетонда жақсы ериді және суда ерімейді. $T_{кип}=153\text{--}180^{\circ}\text{C}$, $d^{20}_4=0,855\text{--}0,865$, $n^{20}_d=1,460\text{--}1,478$.

Құрамындағы терпендердің көмірсүтектер сияқты скіпидар өте белсенді және ауада, әсіресе жарықта химиялық тотықтырғыштармен (концентрлі HNO_3 , хромангидрид және т.б.) оңай тотығады. Скипидар жаңу арқылы тотығады.

Құрамдас бөліктердің ұнғыма оқпанының аймағына осы ретпен айдаған кезде, «жоғары қысым мен жылу көзі» ретінде әрекет ететін көп мөлшерде жылу мен газдардың бөлінуімен термохимиялық реакция жүреді. Осыған байланысты бөлінетін газ өңдеуге арналған компоненттердің тотығу реакциясының әсерінен қыздырылған қоспаны қабаттың терендейтіктеріне енгізеді, ал әлсіз жарылыстардың әсерінен реакция қабаттың түбі аймағының үлкен терендейтігін қамтиды. Осыдан кейін температура $500\text{--}600^{\circ}\text{C}$ -тан жоғары көтеріледі, бұл ұнғыманың түп аймағында

мұнайдың ауыр компоненттерінің еруіне және сол арқылы ұнғыманың түп аймағының өткізгіштігінің жоғарылауына әкеледі.

Жұмыс аяқталғаннан кейін ұнғыма 1,0 – 2,0 сағатқа жабылады. Бұл уақыт мұнайдың ауыр құрамдас бөліктерін ұнғы аймағының кеуектерінде және қабат терендейтігінде еріту және өндөлген ерітіндінің қабатқа теренейрек енгізу үшін жеткілікті. Осыдан кейін ұнғыма бірқалыпты пайдалануға беріледі. Айта кету керек, ұнғы-маларды іске қосқаннан кейін саңылаулардағы кез келген қалдықтарды, соның ішінде саздықұмды бөлшектер мен бұрғылау ерітіндісінің қалдықтарын тазалауда термохимиялық реакция нәтижесінде бөлінген газ және тазарту ерітіндісін қабатқа терең енгізу басты рөл атқарады. Ұнғымалардың түп аймағындағы кеуектердегі ауыр мұнай компоненттерінің балқыған қалдықтары кеуекті кеңістікте ілулі күйінде қалады. Бұл жағдайда қабаттан жоғары қысыммен ұнғымаға қайтып келетін газ өзінің жоғары жылдамдығының арқасында, өз жолын кез келген кедергілерден, соның ішінде осы ілмелі қалдықтардан тез тазартады. Бұл ұнғыдан мұнай өндіруді ұлғайта отырып, ұнғы түбінің қабат аймағының өткізгіштігінің одан әрі артуына ықпал етеді.

Қорытынды:

- тұтқырлығы жоғары мұнай кен орындарында жұмыс істейтін өндіру ұнғымаларының түптік аймағын термохимиялық өңдеу үшін жана құрам әзірленді;

- тұтқырлығы жоғары мұнай кен орындарында өндіру ұнғымаларының түптік аймағын термохимиялық өңдеу әдісі ұсынылды;

- ұсынылған әдісті қолдана отырып, ұнғыма түбі аймағының өткізгіштігін толық қалпына келтіруге қол жеткізуге болады;

- әртүрлі кен орындарындағы мұнайлардың физикалық және химиялық қасиеттерін ескере отырып, композициялық құрамдастардың кең диапазондағы өзгеруі эксперименталды түрде мүмкін болады;

- ұсынылған әдісте қолданылатын композицияның жоғары тежеу қасиетіне ие;

Әдебиеттер

1. Аглиуллин М.М. Способ термохимической обработки призабойной зоны нефтяных скважин. Патент RU 2320862C2, 2017-10-27, 2018-03-27
2. Александров Е.Н., Щербина К.Г., Дараган Е.В., Доманов Г.П., Мовшович Э.Б. Способ термохимической обработки продуктивного пласта и горюче-окислительный состав для его осуществления. Патент RU2153065C1, 2009-08-27, 2010-07-20.
3. Edward D. McCabe A way to increase the production of hydrocarbon wells by treating them with hot acid solutions - US Patent No.3367417, 2018, cl.166-40.
4. John L. Gidley. Method of acid treatment of siliceous formations. - US patent №.3548945, 2014, cl.166-307.
5. Ибрагимов Г.З., Сорокин В.А. Кислотные обработки с использованием поверхностно-активных веществ.- А.С. СССР № 828047, 2016, кл. E21B 43/27.
6. Игнатов А.Н., Кореняко А.В., Здобнова О.Л., Сергеев В.В. Инструкция по обработке карбонатных пластов кислотными составами с одновременным ограничением водопритоков ИОС. ЗАО НПФ Бурсинтез-М.2014. -35 с.
7. Хабибуллин Р.А., Краченко О.В., Велигоцкий Д.А. «Комплексное воздействие на пласт основа перспективных технологий нефтегазодобычи»//Деловой журнал Neftgaz.RU.- № 3. -2015, с.24-27.
8. Кунунянц И.Л. «Химическая энциклопедия». Из-во Советская энциклопедия, Москва т.2, 1990.- 673 с. ISBN 5-85270-035-5
9. Когарко СМ., Маргулов Р.Д., Гарушев А.Р., и др. «Способ обработки нефтегазовой скважины». - авторское свидетельство СССР № 991034, 2015, кл. E21B 43/27.
10. Мирзаджанзаде А.Х., Кузнецов О.Л., Басниев К.С, Алиев З.С. Основы технологии добычи газа. - М.: ОАО «Издательство «Недра», 2003. - 879 с. ISBN 5-247-03885-1
11. Салаватов Т.С., Абдуллаев М.Г., Гараев Р.Г., Хамитов Н.М., Джаманбаев С.Е. Способ повышения продуктивности скважин за счет термохимической обработки призабойной зоны// Научное обозрение.-2016.- № 9. - С.61-69
12. Мищенко И.Т. Скважинная добыча нефти: учебник, Издательство:Нефть и газ, 2008.- 826 с. ISBN:5-7246-0404-3
13. Сулейманов А.Б., Мамедов К.К., Нисanova Т.М. и др. «Способ термокислотной обработки призабойной зоны пласта». - авторское свидетельство № 1668645, кл.1991, E21B 43/27.
14. Александров Е.Н. Способ термохимической обработки призабойной зоны пласта. Патент RU №2126084C1, E21B43/24 E21B43/25, 02.10.1999
15. Дараган Е.В. Способ термохимической обработки продуктивного пласта и горюче-окислительная смесь (ГОС) для ее осуществления». Патент № US6488086B1, E21B43/243, 03.12.2002.
16. Александров Е.Н. Способ термохимической обработки призабойной зоны пласта. Патент РФ № 2070283, E 21B43/24, 10.02.1999.
17. Рамазанов Р.Г. Способ разработки залежи высоковязкой и тяжелой нефти с термическим воздействием. Патент РФ № 2526047, E21B43/24, 20.08.2014

References

1. Agliullin M.M. Sposob termohimicheskoy obrabotki prizabojnoj zony neftjanyh skvazhin. Patent RU 2320862C2, 2017-10-27, 2018-03-27. [in Russian]

2. Aleksandrov E.N., Shherbina K.G., Daragan E.V., Domanov G.P., Movshovich Je.B. Sposob termohimicheskoy obrabotki produktivnogo plasta i gorjuche-okislitel'nyj sostav dlja ego osushhestvlenija. Patent RU2153065C1, 2009-08-27, 2010-07-20. [in Russian]
3. Edward D. McCabe A way to increase the production of hydrocarbon wells by treating them with hot acid solutions - US Patent No.3367417, 2018, cl.166-40.
4. John L. Gidley. Method of acid treatment of siliceous formations. - US patent №.3548945, 2014, cl.166-307.
5. Ibragimov G.Z., Sorokin V.A. Kislotnye obrabotki s ispol'zovaniem poverhnostno-aktivnyh veshhestv.-A.S. SSSR № 828047, 2016, kl. E21V 43/27.
6. Ignatov A.N., Koren jako A.V., Zdobnova O.L., Sergeev V.V. Instrukcija po obrabotke karbonatnyh plastov kislotnymi sostavami s odnovremennym ograniceniem vodopritokov IOS. ZAO NPF Bursintez-M.2014. -35 s. [in Russian]
7. Habibullin R.A., Krachenko O.V., Veligockij D.A. «Kompleksnoe vozdejstvie na plast osnova perspektivnyh tehnologij neftegazodobychi»//Delovoj zhurnal Neftegaz.RU.- № 3. -2015, s.24-27. [in Russian]
8. Knunjanc I.L. «Himicheskaja jenciklopedija». Iz-vo Sovetskaja jenciklopedija, Moskva t.2, 1990.- 673 s. ISBN 5-85270-035-5. [in Russian]
9. Kogarko SM., Margulov R.D., Garushev A.R., i dr. «Sposob obrabotki neftegazovoj skvazhiny». - avtorskoe svidetel'stvo SSSR № 991034, 2015, kl. E21V 43/27. [in Russian]
10. Mirzadzhanzade A.H., Kuznecov O.L., Basniev K.S, Aliev Z.S. Osnovy tehnologii dobyschi gaza. - M.: OAO «Izdatel'stvo «Nedra», 2003. - 879 s. ISBN 5-247-03885-1. [in Russian]
11. Salavatov T.S., Abdullaev M.G., Garaev R.G., Hamitov N.M., Dzhamanbaev C.E. Sposob povyshenija produktivnosti skvazhin za schet termohimicheskoy obrabotki prizabolnoj zony// Nauchnoe obozrenie.- 2016.- № 9.- S.61-69. [in Russian]
12. Mishhenko I.T. Skvazhinnaja dobyscha nefti: uchebnik, Izdatel'stvo:Neft' i gaz, 2008.- 826 s. ISBN:5-7246-0404-3. [in Russian]
13. Sulejmanov A.B., Mamedov K.K., Nisanova T.M. i dr. «Sposob termokislotnoj obrabotki prizabolnoj zony plasta». - avtorskoe svidetel'stvo № 1668645, kl.1991, E21V 43/27. [in Russian]
14. Aleksandrov E.N. Sposob termohimicheskoy obrabotki prizabolnoj zony plasta. Patent RU №2126084C1, E21B43/24 E21B43/25, 02.10.1999. [in Russian]
15. Daragan E.V. Sposob termohimicheskoy obrabotki produktivnogo plasta i gorjuche-okislitel'naja smes' (GOS) dlja ee osushhestvlenija». Patent № US6488086B1, E21B43/243, 03.12. 2002. [in Russian]
16. Aleksandrov E.N. Sposob termohimicheskoy obrabotki prizabolnoj zony plasta. Patent RF № 2070283, E 21V43/24, 10.02.1999. [in Russian]
17. Ramazanov R.G. Sposob razrabotki zalezhi vysokovjazkoj i tjazheloj nefti s termicheskim vozdejstviem. Patent RF № 2526047, E21V43/24, 20.08.2014. [in Russian]

Авторлар туралы мәліметтер

Калменов М.У. - докторант, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: mkalmen81@mail.ru;

Абдуллаев М.Г. - техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, Әзіrbайжан Республикасының Мұнай және газ институты, Әзіrbайжан, e-mail: malik.abdullayev.1952@gmail.com;

Байботаева С.Е. – PhD докторы, доцент, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: sbaibotaeva@mail.ru;

Садырбаева А.С. - техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент, Қазақстан, e-mail: a.sadyrbaeva@mail.ru

Information about the authors

Kalmenov M. U.- doctoral student, M. Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: mkalmen81@mail.ru;

Abdullayev M. G.-Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Institute of oil and gas of the Republic of Azerbaijan, Azerbaijan, e-mail: malik.abdullayev.1952@gmail.com;

Baibotaeyva S.Ye. - PhD, associate professor, M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: sbaibotaeva@mail.ru;

Sadyrbayeva A.S. - Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department. M.Auezov South Kazakhstan University, Shymkent, Kazakhstan, e-mail: a.sadyrbaeva@mail.ru

Редактор: Оспанова М.К.

Верстка: Ундасынов Р.Е.

Подписано в печать: 28.06.2025 г.

Издание: АО «КазУТБ» 010000, Астана, Казахстан, ул. Кайыма Мухамедханова, 37 А,

Рабочий телефон: +7 (7172)72-58-12(134)

E-mail: vestnik@kaztbu.edu.kz