



ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ

ООО «ЛУКОЙЛ-Югнефтепродукт»

БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Материалы IV Международной
научно-практической конференции
(31 марта 2020 г.)



*Памяти доктора технических наук, профессора,
Заслуженного деятеля науки и техники РФ,
Заслуженного изобретателя РФ,
академика Международной и Российской инженерных академий,
Анатолия Ивановича Булатова
посвящается*



ПРИ ФИНАНСОВОЙ ПОДДЕРЖКЕ

ООО «ЛУКОЙЛ-Югнефтепродукт»

READINGS OF A.I. BULATOV

Materials of IV International
scientific and practical conference
(on March 31, 2020)



*Dedicated in memories of Doctor of Technical Sciences, professor,
Honored worker of science and technology of the Russian Federation,
Honored inventor of the Russian Federation,
Academician of the International and Russian
engineering academies,
Anatoly Ivanovich Bulatov*

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР ----- EDITOR-IN-CHIEF

САВЕНОК Ольга Вадимовна

доктор технических наук, профессор кафедры Нефтегазового дела имени профессора Г.Т. Вартумяна ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Лауреат премии администрации Краснодарского края в области образования за 2015 год.

SAVENOK Olga Vadimovna

Doctor of Technical Sciences, Professor of department of Oil and gas engineering department named after professor G.T. Vartumyan FGBOU VO «Kuban state technological university», Winner of an award of administration of Krasnodar Region in the field of education for 2015.

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА: ----- DEPUTY CHIEF EDITOR:

ПАРИНОВА Татьяна Анатольевна

старший преподаватель кафедры русского языка ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет».

PARINOVA Tatyana Anatolyevna

Senior Lecturer of department of Russian Language FGBOU VO «Kuban state technological university».

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ: ----- EDITORIAL COUNCIL:

АГЗАМОВ Фарит Акрамович

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Бурение нефтяных и газовых скважин» ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», член Российской Академии Естественных Наук (РАЕН), член Академии горных наук, член диссертационного совета Д 212.289.04 на базе ФГБОУ ВО «Уфимский государственный нефтяной технический университет», член диссертационного совета Д 222.018.01 на базе Татарского научно-исследовательского и проектного института нефти имени В.Д. Шашина (ПАО «Татнефть»), Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Заслуженный деятель науки Республики Башкортостан.

AGZAMOV Farit Akramovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of «Drilling of Oil and Gas Wells» department FGBOU VO «Ufa state oil technical university», Member of the Russian Academy of Natural Sciences (Russian Academy of Natural Sciences), Member of Academy of mountain sciences, Member of dissertation council D 212.289.04 on the basis of FGBOU VO «The Ufa state oil technical university», Member of dissertation council D 222.018.01 on the basis of the Tatar research and design institute of oil of V.D. Shashin (PJSC «Tatneft»), Honored worker of science of the Russian Federation, Honored worker of science of the Republic of Bashkortostan.

БЕКЕТОВ Сергей Борисович

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры геофизических методов поисков и разведки месторождений полезных ископаемых ФГАОУ ВО «Северо-Кавказский федеральный университет», Почётный работник науки и техники РФ, Почётный работник газовой промышленности, Почётный работник топливно-энергетического комплекса, Почётный работник науки и техники Российской Федерации, Патриарший знак св. великомученицы Варвары.

BEKETOV Sergey Borisovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of department of geophysical methods of search and investigation of the mineral deposits FGAOU VO «North Caucasian federal university», Honorary worker of science and technology of the Russian Federation, Honorary worker of the gas industry, Honorary worker of fuel and energy complex, Honorary worker of science and technology of the Russian Federation, Patriarchal sign of the Saint great martyr Varvara.

ГОЛЬЧИКОВА Надежда Николаевна

доктор геолого-минералогических наук, доцент, заведующая кафедрой геологии нефти и газа ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет», член-корреспондент РАЕН, член УМО по прикладной геологии специальности «Геология нефти и газа», член Русского географического общества.

GOLCHIKOVA Nadezhda Nikolaevna

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Associate professor, Head of geology of oil and gas department FGBOU VO «Astrakhan state technical university», Corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences, Member of UMO on applied geology of specialty «Geology of Oil and Gas», Member of the Russian Geographical Society.

МУХАМЕДГАЛИЕВ Бахтиёр Абдукадирович

доктор химических наук, профессор, профессор кафедры «Строительные материалы и химия» Ташкентского архитектурно-строительного института, профессор Университета КЕИО (Иокогама, Япония), региональный эксперт ООН по Центрально-Азиатскому региону по вопросам охраны окружающей среды и экологии, региональный эксперт международной научно-технической программы «Global Environment System Lieders» (Japan) по странам Юго-Восточной и Центральной Азии, учёный секретарь экспертной комиссии ВАК Республики Узбекистан по естественным наукам, эксперт Госкомитета Республики Узбекистан по науке и инновационным технологиям, почётный профессор Каракалпакского государственного университета имени Бердак.

MUKHAMEDGALIYEV Bakhtiyor Abdukadirovich

Doctor of Chemical Sciences, Professor, Professor of «Construction Materials and Chemistry» department of Tashkent architectural and construction institute, Professor of the KEIO University (Yokohama, Japan), Regional Expert of the UN in the Central Asian region in environmental protection and ecology, Regional Expert of the international scientific and technical program «Global Environment System Lieders» (Japan) in the countries of Southeast and Central Asia, Scientific Secretary of commission of experts of VAK of the Republic of Uzbekistan in natural sciences, Expert of the State Committee of the Republic Uzbekistan in science and innovative technologies, Honorary professor of the Karakalpak state university named after Berdak.

МУХАМЕТШИН Рустам Закиевич

доктор геолого-минералогических наук, профессор, профессор кафедры геологии нефти и газа имени академика А.А. Трофимука Казанского (Приволжского) федерального университета и кафедры литологии и геологии горючих ископаемых Уральского государственного горного университета, член-корреспондент Российской Академии Естественных Наук (РАЕН) (2015), член Экспертной комиссии по проблемам нефти и газа ВАК Минобрнауки РФ, член Общества экспертов России по недропользованию (ОЭРН).

MUKHAMETSHIN Rustam Zakiyevich

Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Professor of the Trofimuk Department of Oil and Gas Geology, Kazan (Volga Region) Federal University and the Department of Lithology and Geology of Combustible Minerals, Ural State Mining University, corresponding member of the Russian Academy of Natural Sciences (RAEN) (2015), member of the Expert Commission on Oil and Gas Problems of the Higher Attestation Commission of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, member of the Russian Society of Experts on Subsoil Use (RSESU).

СИМОНЯНЦ Сергей Липаритович

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры бурения нефтяных и газовых скважин РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина, действительный член (академик) Российской академии естественных наук (РАЕН), действительный член академии технологических наук РФ, член диссертационного совета Д 212.200.15 на базе Российского государственного университета (национальный исследовательский университет) нефти и газа имени И.М. Губкина, член Экспертного совета по проблемам нефти и газа ВАК при Минобрнауки России, Лауреат премии имени академика И.М. Губкина (1989), Почётный нефтяник (1998), Почётный работник топливно-энергетического комплекса (2000), Почётная серебряная медаль В.И. Вернадского, РАЕН (2010), награждён медалью «В память 850-летия Москвы» (1997), член редакционных советов научно-технических журналов «Вестник Ассоциации буровых подрядчиков» и «Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море».

SIMONYANTS Sergey Liparitovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of drilling of oil and gas wells of RGU of oil and gas named after I.M. Gubkin, Full Member (Academician) of the Russian Academy of Natural Sciences (RANS), Full Member of Academy of Technological Sciences of the Russian Federation, Member of dissertation council D 212.200.15 on the basis of the Russian state university (the national research university) of oil and gas of I.M. Gubkin, Member of Advisory Council on problems of oil and gas of VAK at the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Winner of an Award of a named after academician I.M. Gubkina (1989), Honourable Oil Industry Worker (1998), Honorary Worker of fuel and energy complex (2000), Honourable Silver Medal of V.I. Vernadsky, Russian Academy of Natural Sciences (2010), Awarded with a medal «In Commemoration of the 850th Anniversary of Moscow» (1997), Member of editorial councils of the scientific and technical magazines «Bulletin of Association of drilling contractors» and «Construction of oil and gas wells by land and by sea».

СОЛОВЬЁВА Валентина Николаевна

кандидат технических наук, старший научный сотрудник, Заслуженный работник нефтяной и газовой промышленности РФ.

SOLOVYYOVA Valentina Nikolaevna

Candidate of Technical Sciences, Senior Research Associate, Honoured Worker of the oil and gas industry of the Russian Federation.

ТРЕТЬЯК Александр Яковлевич

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовые техника и технологии» ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова», академик РАЕН, председатель диссертационного совета Д 212.304.07 при ФГБОУ ВО «ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова», Почётный разведчик недр, Почётный работник высшего профессионального образования Российской Федерации, награждён орденом Российской академии естественных наук «За пользу Отечеству» имени В.Н. Татищева, награждён медалью «За заслуги перед университетом», Заслуженный работник высшей школы Российской Федерации, присвоено почётное звание «Заслуженный профессор ЮРГТУ (НПИ)».

TRETIAK Alexander Yakovlevich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department «Oil and gas equipment and technologies» FGBOU VO «The southern Russian state polytechnical university (NPI) of M.I. Platov», Academician of the Russian Academy of Natural Sciences, Chairman of dissertation council D 212.304.07 at FGBOU VO «YURGPU (NPI) of M.I. Platov», Honorable prospector of subsoil, Honorary Worker of higher education of the Russian Federation, Awarded the order the Russian academy of natural sciences «For advantage to the Fatherland» named after V.N. Tatishchev, Honoured worker of the higher school of the Russian Federation, Awarded with the medal «For Merits before the University», Honorary title «Honored professor of YURGTU (NPI)».

ХИЖНЯК Григорий Петрович

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Нефтегазовые технологии» ФГБОУ ВО «Пермский национальный исследовательский политехнический университет».

HIZHNYAK Grigory Petrovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of Department «Oil and gas technologies» FGBOU VO «Perm National Research Polytechnical University».

ЯРЕМИЙЧУК Роман Семёнович

доктор технических наук, профессор, профессор кафедры бурения нефтяных и газовых скважин Ивано-Франковского национального технического университета нефти и газа, Заслуженный деятель науки УССР, Лауреат Государственной премии в области науки Украины, награждён орденом «За заслуги» 3-ей степени, действительный член Научного общества имени Шевченко, академик Украинской нефтегазовой академии, Иностранный член Российской академии естественных наук имени В. Вернадского, награждён серебряной медалью имени Вернадского.

YAREMIYCHUK Roman Semyonovich

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department of drilling of oil and gas wells of the Ivano-Frankivsk national technical university of oil and gas, Honored Worker of Science of USSR, Winner of the State Award in the field of science of Ukraine, Awarded the order «For Merits» of the 3-rd degree, Full Member of Scientific Organization of Shevchenko, Academician of the Ukrainian oil and gas Academy, Foreign Member of the Russian Academy of Natural Sciences of V. Vernadsky, Awarded with a silver medal named after Vernadsky.

Доктор Джошуа Лелези Конне

доктор химии материалов, Бристоль, Великобритания, старший лектор, отдел химии, отделение естественных наук, государственный университет рек, Порт-Харкорт, Нигерия.

Dr. Joshua Lelesi Konne

PhD Materials Chemistry, Bristol, UK, Senior Lecturer, Chemistry Department, Faculty of Science, Rivers State University, Port Harcourt, Nigeria.
Department, Faculty of Science, Rivers State University, Port Harcourt, Nigeria.

БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

**Материалы IV Международной
научно-практической конференции
(31 марта 2020 г.)**

**Зарегистрировано в Национальном агентстве ISSN
Российской Федерации 27.07.2017**

ISSN 2587-8913

В 7 ТОМАХ

ТОМ 3:

БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Сборник статей

**Краснодар
2020**

УДК 622.1+622.323
ББК 33.1+33.36
Б90

Б90 Булатовские чтения : материалы IV Международной научно-практической конференции (31 марта 2020 г.) : в 7 т. : сборник статей / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг.

Т. 3: Бурение нефтяных и газовых скважин. – 2020. – 384 с.

Сборник содержит материалы IV Международной научно-практической конференции «Булатовские чтения», проведенной в г. Краснодаре 31 марта 2020 г., посвященной памяти выдающегося инженера-нефтяника, доктора технических наук, профессора, академика Анатолия Ивановича Булатова.

Участники конференции дали всестороннюю характеристику развития нефтегазовой отрасли, проанализировали применяемые на сегодняшний день методы, технику и технологию и сделали предложения по их модернизации; выработали рекомендации по дальнейшему развитию прикладных направлений научных исследований; внесли предложения по совершенствованию кадрового обеспечения и международному сотрудничеству.

В сборнике изложены результаты исследовательских и опытно-конструкторских работ по широкому кругу вопросов, а также рассмотрены актуальные вопросы и проблемы освоения углеводородного потенциала Российской Федерации и зарубежных стран. Решение поставленных задач отражено в создании новых технологий разработки нефтегазовых месторождений, добычи, транспортировки и переработки углеводородного сырья. Широко представлены вопросы истории и современного состояния нефтегазового комплекса, подготовки кадров, разработки и внедрения энергетического и технологического оборудования, экономических и правовых исследований.

Научное издание предназначено для докторов и кандидатов наук различных специальностей, преподавателей вузов, докторантов, аспирантов, магистрантов, практикующих специалистов, студентов учебных заведений, а также всех, проявляющих интерес к рассматриваемой проблематике с целью использования в научной работе и учебной деятельности.

Издание выполнено в виде 7 томов, соответствующих тематическим направлениям работы конференции.

Материалы публикуются в авторской редакции. За достоверность сведений, изложенных в статьях, ответственность несут авторы.

Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

ББК 33.1+33.36
УДК 622.1+622.323

© Коллектив авторов, 2020
© ООО «Издательский Дом – Юг», 2020

READINGS OF A.I. BULATOV

**Materials of IV International
scientific and practical conference
(on March 31, 2020)**

**It is registered in the National agency ISSN of
the Russian Federation 07.27.2017**

ISSN 2587-8913

IN 7 VOL.

VOLUME 3:

DRILLING OF OIL AND GAS WELLS

Conference bulletin

Krasnodar
2020

UDC 622.1+622.323
BBC 33.1+33.36
Б90

Б90 **Readings of A.I. Bulatov** : Materials of IV International scientific and practical conference (On March 31, 2020) : in 7 v. : Conference bulletin / Under the general editor, Doctor of Technical Sciences, Professor O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing House – South.

V. 3: Drilling of oil and gas wells. – 2020. – 384 p.

The Conference bulletin contains materials of the IV International scientific and practical conference «Readings of A.I. Bulatov» held in Krasnodar on March 31, 2020 devoted to memory of the outstanding oil engineer, Doctor of Technical Sciences, Professor, Academician Anatoly Ivanovich Bulatov.

Participants of the Conference gave a comprehensive characteristic of the development of oil and gas fields, analysed the methods applied today, the equipment and technology and made offers on their modernization; developed recommendations about further development of applied scientific research; made offers on improvement of staffing and the international cooperation.

In the Conference bulletin results of research and developmental works on a wide range of questions are stated and also topical issues and problems of development of hydrocarbon capacity of the Russian Federation and foreign countries are considered. The solution based on the objectives is reflected in creation of new technologies of development of oil and gas fields, production, transportation and processing of hydrocarbon raw materials. Questions of history and the current state of an oil and gas complex, training, development and deployment of power and processing equipment, economic and legal researches are widely presented.

The scientific publication is intended for doctors and candidates of science of various specialties, teachers of higher education institutions, doctoral candidates, graduate students, undergraduates, practicing experts, students of educational institutions and also everyone, showing interest in the considered perspective for the purpose of use in scientific work and educational activity.

The edition is executed in 5 volumes corresponding to the thematic areas of the Conference.

Materials are published in author's original form as they were presented. Authors bear the reliability and responsibility of the data stated in the articles.

Editorial opinion can not coincide with opinion of authors of articles. It is obligatory that all materials cited are referenced.

BBC 33.1+33.36
UDC 622.1+622.323

© Group of authors, 2020
© LLC «Publishing House – South», 2020



ОГЛАВЛЕНИЕ

TABLE OF CONTENTS

БУРЕНИЕ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

DRILLING OF OIL AND GAS WELLS

Введение	20
Бабаян Э.В., Сидоров Р.В., Усов С.В. Современные проблемы глубокого бурения	23
Babayan E.V., Sidorov R.V., Usov S.V. Modern problems of deep drilling	
Белей И.И., Речапов Д.А., Родер С.А. Оценка влияния состояния портландцементной системы на характер взаимодействия с высокоминерализованной пластовой водой	29
Beley I.I., Rechapov D.A., Roder S.A. Assessment of the influence of the state of the portland cement system on the nature of interaction with highly mineralized formation water	
Беляев К.В., Рыбалко Д.С., Рыбальченко Ю.М. Буровые промывочные жидкости при бурении горизонтально-направленных скважин	35
Belyaev K.V., Rybalko D.S., Rybalchenko Yu.M. Drilling washing fluids when drilling horizontal directed wells	
Беляев К.В., Рыбалко Д.С., Рыбальченко Ю.М. Радиальное вскрытие пласта. Технология «RadTech»	39
Belyaev K.V., Rybalko D.S., Rybalchenko Yu.M. Radial opening of the string. Technology «RadTech»	
Бороздин С.О., Подгорнов В.М. Влияние температуры и давления на величину поверхностного натяжения водной фазы буровых растворов, обработанных ПАВами	42
Borozdin S.O., Podgornov V.M. The effect of temperature and pressure on the surface tension of the aqueous phase of drilling fluids treated with surfactants	
Вахромеев А.Г., Ташкевич И.Д., Сверкунов С.А. Освоение запасов нефти в низкопроницаемых коллекторах	48
Vakhromeev A.G., Tashkevich I.D., Sverkunov S.A. Development of oil reserves in low-permeable reservoirs	
Вороник А.М., Каменских С.В., Уляшева Н.М. Крепление высокопроницаемых горных пород, содержащих агрессивные флюиды	51
Voronik A.M., Kamenskikh S.V., Ulyasheva N.M. Attachment of highly permeable rocks, containing aggressive fluids	
Гаибназаров С.Б. Разработка полимеров для буровых растворов	56
Gaibnazarov S.B. Drilling mud polymer development	
Гаибназаров С.Б., Алиев Б.А. Новые реагенты стабилизаторы из отходов для буровых растворов	58
Gaibnazarov S.B., Aliyev B.A. New waste stabilizers for drilling fluids	
Гаибназаров С.Б., Алиев Б.А. Исследование физико-химических свойств полимеров применяемых в буровых растворах	61



Gaibnazarov S.B., Aliyev B.A. Investigation of the physical and chemical properties of polymers used in drilling fluids	
Грибанова Е.Н., Рыбальченко Ю.М. Технология нулевого сброса при бурении морских скважин Gribanova E.N., Rybalchenko Yu.M. Zero reset technology for drilling sea wells	65
Губайдуллин Ф.А., Кузьмин В.Н., Аскаров Р.Ф., Гайнуллина Э.Ф. Ликвидация зон катастрофического поглощения бурового раствора с помощью современного полимер-содержащего реагента «ПРМД» Gubaidullin F.A., Kuzmin V.N., Askarov R.F., Gainullina E.F. Elimination of zones of catastrophic absorption of drilling mud using a modern polymer-containing reagent «PRMD»	68
Диоманде Б.Х., Савенок О.В. Анализ применения гель-раствора для бурения неустойчивых горных пород при строительстве эксплуатационной скважины на Приобском месторождении Diomande B.H., Savenok O.V. Analysis of the use of gel-solution for drilling unstable rocks during the construction of a production well on the Priobskoye field	71
Егорова Е.В., Минченко Ю.С. Результаты исследований эмульгатора «АРГУНИТ РХ» в составе буровых растворов для проводки горизонтальных скважин Yegorova E.V., Minchenko Ju.S. Emulsor research results «ARGUNIT RH» in the composition of drilling solutions for piping horizontal wells	77
Еловых П.Ф., Нескоромных В.В., Еловых В.Ф. Разработка технических и технологических приемов при осуществлении забуривания бокового ствола скважины в горных породах высокой категории твердости Elovykh P.F., Neskormnykh V.V., Elovykh V.F. Development of technical and technological methods for drilling sidetracks in rocks of high hardness category	81
Жуков В.А., Богомолов Р.М. Одношарошечный буровой инструмент Zhukov V.A., Bogomolov R.M. Single torch drilling tool	88
Жуков В.А., Кичаев П.Е., Мозговой Г.С. Ползучесть алюминиевых бурильных труб при сверхглубоком бурении Zhukov V.A., Kichaev P.E., Mozgovoi G.S. Creep of aluminum drill pipes at extra deep drilling	94
Зеленцов А.М., Кугатов В.А., Рыбальченко Ю.М. Эффективная система глубокой очистки бурового раствора Zelenczov A.M., Kugatov V.A., Rybalchenko Yu.M. Drilling mud complete cleaning effective system	97
Зеленцов А.М., Кугатов В.А., Рыбальченко Ю.М. Технология применения безмуфтовых обсадных труб Zelenczov A.M., Kugatov V.A., Rybalchenko Yu.M. Technology of use of clutch-free coupling pipes	100
Иванова Т.Н., Кашеев А.Б. Особенности технологии телесистемы ЗТС-42КК Ivanova T.N., Kashcheev A.B. Features of the ZTS-42KK telesystem technology	104
Иванова Т.Н., Доможиров А.В. Анализ технологии бурения скважин и механизмов искривления, применяемых в роторных управляемых системах Ivanova T.N., Domozhirov A.V. Analysis of well drilling technology and curvature mechanisms used in rotary controlled systems	108
Исмаилов Р.А., Аскерова Р.И. Фрактальный анализ режимов работы промысловых газопроводов Ismayilov R.A., Askerova R.I. Fractal analysis for modes of the field pipelines	113



Казарян А.Г., Рыбальченко Ю.М. Технология бурения и заканчивания скважин с депрессией на продуктивный пласт	121
Kazaryan A.G., Rybalchenko Yu.M. Technology of the well-drilling and well-completion with a draw-down pressure	
Капитонов В.А. Сбор данных из файлов Excel и Word	124
Kapitonov V.A. Collect data from Excel and Word files	
Каракозов А.А., Парфенюк С.Н., Овсянников В.П. Разработка гидродарников для бурения газовых и дегазационных скважин на угольных месторождениях Донбасса	135
Karakozov A.A., Parfenyuk S.N., Ovsyannikov V.P. Development of hydraulic hammer tools for drilling gas and degassing wells in coal deposits of Donbass	
Климанова Д.А., Мозговой Г.С., Никитин В.И. Исследования по определению физических параметров составов для глушения скважин	139
Klimanova D.A., Mozgovoyi G.S., Nikitin V.I. Studies to determine the physical parameters of well killing compositions	
Ковалева К.О., Мозговой Г.С. Ликвидация поглощений с применением стеклопластиковых труб	142
Kovaleva K.O., Mozgovoi G.S. The elimination of acquisitions with GRP pipes	
Кодиров Ш.Ш. Разработка нейросетевой модели прогнозирования прихватов колонн бурильных труб	145
Qodirov Sh.Sh. Development of neural network model for predicting drill pipe sticking	
Комилов Т.О., Умедов Ш.Х., Рахимов А.А. О разработки контейнера для доставки тампонажной смеси в зону поглощающего пласта	155
Komilov T.O., Umedov Sh.Kh., Rakhimov A.A. Development of a container for the delivery of the plugging mixture to the absorption zone	
Комилов Т.О. Тампонажный раствор для цементирования нефтяных и газовых скважин	157
Komilov T.O. Plugging mortar for cementing oil and gas wells	
Кондрашев О.Ф. Вязкоупругие аномалии в безглинистых растворах	159
Kondrashev O.F. Viscoelastic anomalies in clayless solutions	
Кондрашев О.Ф. Оценка глубины проникновения растворов без твердой фазы	163
Kondrashev O.F. Evaluation of the depth of permission of solutions without a solid phase	
Кузнецов В.А., Шамхалова Г.А. кызы, Исмаилов Ф.Н. оглы Исследование влияния качества и количества промывочной жидкости на процесс проводки горизонтальных скважин	168
Kuznetsov V.A., Shamkhalova G.A., Ismayilov F.N. oglu Research of the influence of quality and quantity of flushing fluid on the process of piping horizontal wells	
Кузьмин В.Н., Трефилова Т.В., Бурханов А.Н., Доможиров А.В. Сравнительный лабораторный анализ современных отечественных пеногасителей в системе буровых промывочных жидкостей на водной основе	171
Kuzmin V.N., Trefilova T.V., Burkhanov A.N., Domozhirev A.V. A comparative laboratory analysis of the modern domestic defoamer in the system of drilling of drilling fluids are water-based	
Кузьмин В.Н., Чиркова И.А. Мероприятия, направленные на повышение технико-экономической эффективности строительства скважин	174
Kuzmin V.N., Chirkova I.A. Measures aimed at improving the technical and economic efficiency of well construction	



Кулиев Д.Д., Джаббарова Г.В. кызы, Шмончева Е.Е. Изучение комплексной технологии бурения скважин Kouliev J.J., Jabbarova G.V. Kyzy, Shmoncheva E.E. The study of complex drilling technology	182
Мамедов А.С. оглы Повышение качества бурения скважин в истощённых, поглощающих зонах Mammadov A.S. oglu Quality drilling of wells in waste, absorbing zones	184
Марусов М.А., Мойса Ю.Н. Современные решения по применению смазывающих добавок при бурении и реконструкции скважин в условиях АВДП Marusov M.A., Moisa Yu.N. Modern solutions for the use of lubricating additives in drilling and well reconstruction under the conditions of AVDP	186
Матько В.С., Рыбальченко Ю.М. Буровой раствор на основе избыточного или для вскрытия продуктивного пласта Matiko V.S., Rybalchenko Yu.M. Drilling mixture based on excess or for opening productive layer	188
Махаматхожаев Д.Р. Разработка состава тампонажного раствора с закупоривающим свойством Mahamatkhodzhaev D.R. Development of the tamponage position from plugging property	191
Махаматхожаев Д.Р. Разработка состава нефтэмульсионного бурового раствора для вскрытия и капитального ремонта скважин с аномально низкими пластовыми давлениями Mahamatkhodzhaev D.R. Development of composition of oil-emulsion drilling mortar for opening and capital repair of wells with abnormally low burner pressures	194
Мацко А.В., Лукьянов В.Т. Промысловое определение сил трения при движении гибких труб в скважине Matsko A.V., Lukyanov V.T. Industrial definitions of friction forces during motion of a coiled tubing in a well	197
Меринов И.А., Савенок О.В. Предупреждение и ликвидация аварий с обсадными колоннами при строительстве скважин Merinov I.A., Savenok O.V. Prevention and elimination of accidents with casing strings during well construction	203
Меринов И.А., Шиян С.И. Обоснование выбора бурового раствора на основании геолого-технических данных бурения наклонно-направленной скважины на Чайядинском нефтегазоконденсатном месторождении Merinov I.A., Shiyan S.I. Substantiation of the choice of drilling fluid based on geological and technical data for drilling an directional well on the Chayandinskoye oil and gas condensate field	214
Мовлаев А.И. оглы Изучение связи между скоростью бурового раствора в кольцевом пространстве и скоростью сдвига Movlaev A.I. oglu A study of the relationship between drilling fluid velocity in annular space and shear rate	224
Мостовой В.А. Оценка экономической эффективности применения телесистемы «Geolink» на Дулиньминском нефтегазоконденсатном месторождении Mostovoy V.A. Evaluation of economic efficiency of application of the «Geolink» telesystem on the Dulisminskoye oil, gas and condensate field	226
Мыслюк М.А., Волошин Ю.Д. Исследования поверхностных и реологических свойств биополимерной системы для глушения скважин Myslyuk M.A., Voloshyn Yu.D. Research surface and rheological properties of the biopolymer system for well killing operation	235



Назарова З.М., Забайкин Ю.В., Новикова С.А., Леонидова Ю.А. Повышение эффективности освоения нефтегазовых месторождений с применением инновационных методов бурения	243
Nazarova Z.M., Zabaikin Yu.V., Novikova S.A., Leonidova Yu.A. Increase of efficiency of development of oil-gas deposits through innovative methods of drilling	
Нескоромных В.В., Чихоткин А.В. Аналитическое исследование механики разрушения горных пород резцами PDC с учетом динамических процессов резания-скалывания горной породы и сопротивления среды	251
Neskoromnykh V.V., Chikhotkin A.V. Analytical study of the mechanics of destruction of rocks by PDC cutters taking into account dynamic processes of cutting-chipping of rock and medium resistance	
Нечаева О.А., Никитин В.И., Фесенко Н.А. Управление свойствами фильтра буровой промывочной жидкости для сохранения коллекторских свойств пласта	258
Nechaeva O.A., Nikitin V.I., Fesenko N.A. Managing of drilling fluid filtrate properties to preserve filtration properties of reservoir	
Никитин В.И., Милькова С.Ю., Мясников Д.Ю. Определение остаточной насыщенности фильтратом буровой промывочной жидкости призабойной зоны пласта	261
Nikitin V.I., Milkova S.Yu., Myasnikov D.Yu. Determination of residual filtrate saturation of drilling flushing fluid in the bottomhole formation zone	
Новрузова С.Г., Агабейли А. Экспериментальное исследование влияния добавок к буровому раствору на набухаемость и водоотдачу	264
Novruzova S.H., Agabeyli A. Experimental study of the impact of additives in the drilling mud on swell ability and water loss	
Новрузова С.Г., Нариманов Я. Влияние эксцентриситета на появление осложнений в скважине при бурении	268
Novruzova S.H., Narimanov Y. The effect of eccentricity on the occurrence of complications in the well during drilling	
Нурматов У.Д. Влияние бурового раствора на основе устойчивости ствола скважины на борьбу с геологическими осложнениями	271
Nurmatov U.D. The effect of drilling mud based on the stability of the wellbore in the fight against geological complications	
Пашчевская Н.В., Буков Н.Н. Облегченные тампонажные растворы для скважин с низким пластовым давлением	274
Pashchevskaya N.V., Bukov N.N. Lightweight well plugging solutions low-pressure	
Петрушин Е.О., Арутюнян А.С., Шиян С.И. Исследование износостойких покрытий буровых труб при строительстве эксплуатационной скважины на Южно-Харьгагинском нефтяном месторождении	278
Petrushin E.O., Arutyunyan A.S., Shiyan S.I. Study of wear-resistant coatings of drill pipes during the construction of a production well on the Yuzhno-Kharyaginskoye oil field	
Плиева Е.Б., Пиксаев С.А., Живаева В.В. Тампонажный раствор с газоблокирующими свойствами для обеспечения качественного крепления скважин ОНГКМ	285
Plieva E.B., Piksaev S.A., Zhivaeva V.V. Cement slurry with gas-blocking properties for high-quality cementing of ONGKM wells	
Поварова Л.В., Мунтян В.С., Скиба А.С. Перспективы использования буровых растворов на основе биополимерных систем	289
Povarova L.V., Muntian V.S., Skiba A.S. Prospects for the use of drilling fluids based on biopolymer systems	
Проводников Г.Б. Применение борсиликатного реагента-ингибитора глин (БСР, БСР-С, КОЛЬМАСИЛ) в буровых растворах	293



- Provodnikov G.B.**
Use of borosilicate reagent-clay inhibitor (BSR, BSR-S, KOLMASIL) in drilling fluids
- Рахматуллин Д.В., Алсынбаев Г.Т.**
Буровое оборудование для строительства скважин на сверхвязкие нефти и битумы 297
Rakhmatullin D.V., Alsynbaev G.T.
Drilling equipment for construction of wells for extra-heavy oil and bitumens
- Рахматуллин Р.Р., Хузина Л.Б.**
Применение оборудования для изоляции зон поглощений
через гидромеханический пакер в зимнее время 302
Rakhmatullin R.R., Khuzina L.B.
Application of equipment for isolation of absorption zones through a hydro-mechanical packer in winter
- Рожков С.Ю., Овчинников В.П., Рожкова О.В.**
Влияние объема концентрации фибры на прочностные показатели цементного камня
при дисперсном армировании 306
Rozhkov S.Yu., Ovchinnikov V.P., Rozhkova O.V.
The effect of the concentration of fiber on the strength characteristics of cement stone with dispersed reinforcement
- Сабре Д.М.-Н., Сабре М.М.-Н., Левчук А.А.**
Разработка мероприятий по повышению безопасности в процессе бурения нефтяных скважин 311
Sabre D.M.-N., Sabre M.M.-N., Levchuk A.A.
Development of measures to improve safety in the process of drilling oil wells
- Савенко В.И.**
Повышение эффективности бурения горных пород за счет использования технологических сред,
содержащих водные растворы электролитов и ПАВ 314
Savenko V.I.
Improving the efficiency of rock drilling by using process media
containing aqueous solutions of electrolytes and surfactants
- Самсоненко Н.В.**
Пути повышения качества крепления скважин 331
Samsonenko N.V.
Ways to improve well attachment quality
- Симонянц С.Л.**
Эпоха турбобуров: итоги и перспективы 336
Simonyants S.L.
Turbodrills epoch: results and prospects
- Симонянц С.Л., Аль Тии М.**
Форсирование режимов роторного бурения с использованием винтового забойного двигателя 342
Simonyants S.L., Ali Taae M.
Forcing rotary drilling modes using a screw down hole motor
- Соловьева В.А., Рыбальченко Ю.М.**
Применение системы бурового раствора на основе формиатов калия
для повышения скоростей бурения в осложненных условиях 347
Solovieva V.A., Rybalchenko Yu.M.
Drilling system application based on potassium formates for increasing drilling speeds in complicated conditions
- Сулейменов Н.С.**
Удаление фильтрационных корок буровых растворов в процессе кислотной обработки 352
Suleimenov N.S.
Removal of filtration cake of drilling fluids during acid treatment taking into account the content and fractional composition of the carbonate filler
- Султанов Д.Р., Баймаханов А.Е., Абилтаева А.З., Баймаханов Е.А.**
Исследование, диагностика причин возникновения межколонного давления
в скважинах и их ликвидация 358
Sultanov D.R., Baimakhanov A.E., Abiltaeva A.Z., Baimakhanov Ye.A.
Investigation, diagnosis of the causes of inter-column pressure in wells and their elimination
- Третьяк А.А., Онофриенко С.А.**
Технология улучшения качества бурового раствора 361
Tretyak A.A., Onofrienko S.A.
Drilling mud quality improvement technology



Чирков С.А., Лышко О.Г.

Изучение возможности сокращения расхода ксантановой камеди
как структурообразователя в буровых растворах 365

Chirkov S.A., Lyshko O.G.

The study of the possibility of consumption reducing of xanthan gum as a structure builder in drilling fluids

Шайхутдинова А.Ф.

Разработка компоновки с динамически активным элементом
для повышения эффективности бурения скважин долотами PDC 368

Sheikhutdinova A.F.

Development of bha with dynamic active element to increase well drilling efficiency with PDC drill bits

Шалипин Д.В., Щербakov А.В., Бакирова А.Д.

Разработка для Пякxинского месторождения технологических решений
по подготовке ствола скважины к цементированию и повышению качества крепления
с использованием искусственного интеллекта 372

Shaliapin D.V., Sherbakov A.V., Bakirova A.D.

Development of the technological solutions for the Pyakyakhinsky field for preparing the well bore for cementing
and improving the quality of cementing using artificial intelligence

Шемелина О.Н.

Основные положения бурения в Баженовской свите 377

Shemelina O.N.

Drilling guidelines for the Bazhenov formation

Ширели И.Я. оглы

О причинах прихвата бурильного инструмента в желобах пробуренных
на скважинах Каспийского моря 380

Shireli I.Y. oglu

About the reasons for the seizure of drilling tools in the trenches drilled in the wells of the Caspian Sea



УДК 622.24

МЕРОПРИЯТИЯ, НАПРАВЛЕННЫЕ НА ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА СКВАЖИН

MEASURES AIMED AT IMPROVING THE TECHNICAL AND ECONOMIC EFFICIENCY OF WELL CONSTRUCTION

Кузьмин Вячеслав Николаевич

заведующий кафедрой, кандидат наук,
Институт нефти и газа, кафедра
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Удмуртский государственный
университет имени М.С. Гущериева
yakvn72@yandex.ru

Чиркова Ирина Алексеевна

старший преподаватель,
Институт нефти и газа, кафедра
«Бурение нефтяных и газовых скважин»,
Удмуртский государственный
университет имени М.С. Гущериева
chirkova140706@yandex.ru

Аннотация. В статье даны мероприятия, направленные на улучшение технико-экономических показателей бурения скважин. Показано, что применение ряда мероприятий (технологических решений), таких как: применение производительного породоразрушающего инструмента, системы управляемого роторного бурения, управляемого шпиндельного бурения, лазеров, современных качественных буровых растворов без твердой фазы, телеметрических систем; бурение скважин малого диаметра и скважин с несколькими горизонтальными стволами; выбор оптимальной буровой установки; улучшение качества крепления ствола скважины; снижение материальных затрат за счёт облегчения конструкции скважины; строгое соблюдение требований группового (индивидуального) рабочего проекта и других руководящих документов; сокращение непроизводительного времени в цикле строительства скважины и поддержание работоспособности системы очистки буровых промывочных жидкостей на высоком уровне эффективности, с применением четырёхступенчатой системы очистки, позволит достичь весьма существенного повышения экономической эффективности строительства скважин.

Ключевые слова: бурение скважин, эффективность строительства скважин.

Kuzmin Vyacheslav Nikolaevich

Head of the Department, candidate of science,
Institute of oil and gas,
Department «Drilling of oil and gas wells»,
Udmurt state University
named after M.S. Gutseriev
yakvn72@yandex.ru

Chirkova Irina Alekseevna

Senior teacher,
Institute of oil and gas,
Department «Drilling of oil and gas wells»,
Udmurt state University
named after M.S. Gutseriev
chirkova140706@yandex.ru

Annotation. The article presents the measures aimed at improving the technical and economic indicators of well drilling. It is shown that the application of a number of measures (technological solutions), such as: the use of productive rock-breaking tools, systems of controlled rotary drilling, controlled spindle drilling, lasers, modern high-quality drilling fluids without solid phase, telemetric systems; drilling of small diameter wells and wells with several horizontal wells; selection of the optimal drilling rig; improving the quality of the borehole attachment; reducing material costs by facilitating the design of the well; strict compliance with the requirements of the group (individual) work project and other guidance documents; reducing unproductive time in the construction cycle of the well and maintaining the efficiency of the drilling fluid cleaning system at a high level of efficiency, using a four-stage cleaning system, will achieve a very significant increase in the economic efficiency of well construction.

Keywords: well drilling, well construction efficiency.

Бурение скважин всегда было и сегодня остается чрезвычайно капиталоемким. В производственной сфере добычи нефти 40 % капиталовложений приходится на строительство скважин из них около 25 % тратится на ликвидацию последствий аварий, осложнений, на оплату простоев и возмещение ущерба, нанесенного окружающей среде. Также весомое влияние на эффективность добычи нефти оказывают снижение продуктивности скважин из-за некачественного вскрытия пластов в процессе строительства и заканчивания скважин, достигающее, по различным оценкам, 20–30 % [1].

Удаленность новых месторождений от развитой инфраструктуры, ввод в эксплуатацию новых объектов разработки, их подключение к существующей системе обустройства месторождений, а также суровые климатические условия осложняют управление нефтегазовыми активами.

В этих условиях бурение скважин требует постоянного совершенствования технологий. Это, в свою очередь, обуславливает тот факт, что сегодня российская буровая отрасль приближается вплотную к массовому переходу на бурение высокотехнологичных скважин.



Этот переход требует ряда мероприятий (технологических решений), способных практически улучшить технико-экономические показатели бурения.

Технологические решения

1. Применение производительного породоразрушающего инструмента (буровых долот).

Бурение (углубление) скважин посредством производительных буровых долот, является одним из технологических решений снижения затрат бурового предприятия в современных условиях, позволяющих сократить затраты времени. И здесь большую роль играют такие характеристики долот, как механическая скорость; проходка на долото, влияющая на количество спускоподъемных операций; склонность к сальникообразованию; возможность обратного выбуривания при подъеме инструмента; защищенность долота от износа; управляемость долота. Данные характеристики определяют ценность долота и его эффективность для снижения затрат бурового предприятия. В настоящее время широкое применение получили PDC-долота режуще-скалывающего типа с алмазными поликристаллическими вставками. По существу, с помощью правильного подбора долота можно снизить стоимость строительства скважины до 40 %, в первую очередь, за счет уменьшения затрат времени. Отметим, что среди всех затрат в себестоимости скважины доля затрат на долота обычно составляет около 3 %. Таким образом, буровые долота следует рассматривать, не только как материальный, но и комплексный технологический ресурс [2].

2. Использование системы управляемого роторного бурения.

Роторная управляемая система (РУС) относится к современному поколению бурового оборудования, предназначенному для бурения наклонно-направленных, горизонтальных и многоствольных скважин протяженностью до 12 км с большим отходом от вертикали, точной проводки ствола скважины и вскрытия сложных пластов и пластов с нетрадиционными запасами, а также при бурении на континентальном шельфе и в Арктике. Применение РУС позволяет проводить ствол скважины в режиме наклонно-направленного бурения с постоянным вращением бурильной колонны. Со скоростью бурильной колонны вращаются и все элементы роторной системы, за счет чего увеличивается темп бурения.

При роторном бурении порой бывает достаточно одного спуска и подъема оборудования, что дает значительную экономию времени строительства скважины.

При бурении с помощью РУС механическая скорость увеличивается примерно в два раза. Расстояние горизонтального участка скважины становится больше до 40 %, что способствует увеличению дебита скважин более чем в два раза. Также установлено, что, по сравнению с забойным двигателем, с помощью РУС возможно бурение более гладких стволов, что уменьшает риски аварийности.

3. Использование управляемого шпиндельного бурения.

Управляемое шпиндельное бурение (УШБ) позволяет добиваться более точного контроля кольцевого профиля давления по всему стволу скважины. Это означает, что кольцевой профиль давления контролируется так, чтобы скважина постоянно была в сбалансированном состоянии и стремилась избежать постоянного притока пластовых флюидов к поверхности. В УШБ используются инструменты и методы, способствующие снижению рисков и стоимости при бурении скважин с узкими границами скважинной среды, также возможно ускорение выполнения корректирующего действия при регистрации колебаний давления. Способность УШБ осуществлять динамическое регулирование кольцевого давления делает процесс бурения легче, а без этого, в свою очередь, достижение каких бы то ни было экономически обоснованных результатов было бы невозможно [2].

4. Бурение скважин малого диаметра (малогабаритное бурение).

Бурение скважин малого диаметра, это технология, обеспечивающая достижение нефтяных и газовых залежей бурением малогабаритной скважины. При малогабаритном бурении 90 % и более скважины пробуриваются с применением буровой коронки диаметром менее 6 дюймов (для сравнения – при бурении обычных скважин используются коронки диаметром 12,25 дюйма) [3].

Малогабаритное бурение является недорогим и сравнительно экологичным методом, использующимся при бурении разведочных скважин на новых площадях, при бурении более глубоких скважин на существующих промыслах, а также для извлечения природного газа и нефти в существенных объемах [4].

Экономия затрат бурового предприятия при использовании технологии малогабаритного бурения оценивается в размере порядка 30–50 % от стоимости бурения, по сравнению с традиционными технологиями. Данные технологии позволяют бурить новую конструкцию скважин, обеспечивающую уменьшение диаметра и количество спускаемых колонн, уменьшение отходов бурения (особенно шлама), а также потребного количества материалов, возможность использовать меньшее по геометрическим параметрам и мощности оборудование, снижать затраты энергии и выбросы в атмосферу, возможность строить скважины со сверхбольшим отходом от вертикали.

Дальнейшее развитие технологии малогабаритного бурения позволит осуществлять рентабельную разработку небольших месторождений по запасам, а также бурение более глубоких скважин и скважин с большим отходом от вертикали, что при разработке морских месторождений позволит отказаться или уменьшить число морских платформ.



5. *Использование лазеров.*

К технологиям, обеспечивающим возможности для экономически эффективного бурения, относят также использование лазеров. Технология повышения отдачи месторождений легко адаптируется к уже существующей системе добычи углеводородов. С поверхности земли в вертикальный ствол опускается буровая штанга с оптическим волокном. Также, в горизонт нефтяного пласта под давлением более 100 атмосфер подается углекислый газ. Он предотвращает возникновение горения. Лазер работает в импульсном режиме, не более 1 минуты, нагревая породу до 1200 градусов. После его отключения в рабочую зону подается вода, которая охлаждает породу до 200 градусов. Резкий перепад температур ослабляет прочность нефтеносной породы и дальнейшее механическое бурение легче и быстрее формирует разветвленную сеть каналов в призабойной зоне. Десятки таких микротоннелей значительно увеличивают объем охвата нефтеносного слоя. Скорость добычи, при этом, возрастает на 300-400 %. КПД лазеров может достигать 20–60 %. Данный способ бурения позволяет возродить закрытые месторождения.

По оценкам экспертов, увеличение коэффициента извлечения нефти хотя бы на 1 % равноценно открытию сразу нескольких нефтяных месторождений.

Использование технологии позволит получить значительный экономический эффект при наиболее полном извлечении нефти и газов из пластов и значительно улучшить экологию территорий, на которых разрабатываются месторождения. Лазерная технология обеспечивает наиболее технологичное и экологически чистое, практически, полное извлечение запасов нефти и газов на суше и на шельфе, в том числе считающихся трудноизвлекаемыми и неизвлекаемыми и, что особенно важно, позволяет бурить с земной и водной поверхности скважины на нефтяные и газonosные пласты без использования буровых растворов и крепления пробуренных скважин обсадными трубами, а также осуществлять текущие и капитальные ремонты скважин без использования традиционного крепления их стенок трубами и цементировании затрубного пространства в пластах и породах. С помощью этого способа можно очищать добывающие скважины и промышленное оборудование в них мощным лазерным излучением от отложений парафинов, смол и асфальтенов.

Вышеописанная технология требует больших энергетических затрат. Подсчитано, что для скважины глубиной 2000 м и диаметром 20 см нужно затратить около 30 млн кВт энергии лазерного излучения. Но, тем не менее, в финансовом плане лазерная технология полностью окупает обустройство крупных месторождений.

Инновационная технология лазерного бурения на нефть защищена патентами на изобретение в России и в США.

6. *Применение современных качественных буровых растворов без твердой фазы.*

Постоянная тема большого объема научно-практических исследований в области бурения – совершенствование технологий буровых растворов (состав буровых растворов, оценка его свойств и условия применения на практике).

Буровой раствор крайне важен для эффективного, экономичного и безопасного выполнения и завершения процесса бурения. Основная функция бурового раствора удаление продуктов разрушения с забоя на поверхность. Кроме того, буровой раствор является средой, в которой протекают практически все процессы, связанные с бурением скважин, он во многом определяет степень использования и ресурс работы оборудования и инструмента, механическую скорость бурения, вероятность возникновения различных осложнений (нарушение устойчивости горных пород в околоствольном пространстве скважины, флюидопроявлений, поглощений и т.д.); качество вскрытия продуктивных пластов, качество геологической и геофизической информации, затраты всех видов ресурсов и многое другое.

Разнообразие условий бурения, многокомпонентность, многофункциональность, многообразие свойств и геолого-технических условий бурения делают буровой раствор сложной системой и в сочетании с экономической целесообразностью не позволяют создать универсальный буровой раствор, но на сегодняшний день существует множество новейших технологий, методик и алгоритмов проектирования состава бурового раствора, позволяющих осуществить обоснованный подбор бурового раствора и поддерживать требуемые структурно-реологические, фильтрационные свойства при минимальном содержании твердой фазы и заданном уровне ингибирования, термостойкости и осмотической активности в соответствии с горно-геологическими условиями и гидравлической программой бурения. Также разработано большое количество новых реагентов и материалов, позволяющих создавать буровые растворы с различными свойствами.

Несмотря на многообразие инновационных технологий состава бурового раствора в мировой практике 90 % всего объема буровых работ выполняется с использованием буровых растворов на водной основе.

Анализ научно-технической литературы, опыт передовых буровых предприятий в различных регионах России, позволил сделать вывод, что применение инновационных буровых растворов позволяет обеспечить безопасность и безаварийность ведения работ при высокой скорости бурения, качественное



вскрытие продуктивного пласта, не оказывать вредного воздействия на бурильный инструмент и забойные двигатели, должны легко прокачиваться и очищаться от шлама и газа, быть безопасным для персонала и окружающей среды, быть недорогим и допускать возможность многократного использования.

С точки зрения экономической эффективности принятие решения выбора бурового раствора осуществляется на основе анализа базовой стоимости системы, предполагаемой скорости проходки, вероятности наличия зон поглощения, эффективности оборудования очистки бурового раствора и т.д. Выполнение всех этих требований залог успешного бурения скважин [5].

7. Бурение скважин с несколькими горизонтальными стволами (многозабойное или многоствольное бурение).

Вернуть к жизни обводненные месторождения с выработанностью более 80 % и низким коэффициентом проницаемости позволяет бурение скважин с несколькими горизонтальными стволами.

Сущность многозабойного способа бурения состоит в том, что из основного ствола скважины с некоторой глубины проводят один или несколько стволов, т.е. основной ствол используется многократно. Полезная протяженность скважин в продуктивном пласте и, следовательно, зона дренирования (поверхность фильтрации) возрастают. Дополнительные стволы могут переходить в горизонтальные. Увеличение количества горизонтальных стволов эффективно в случае, когда к этому располагают геологические характеристики коллектора.

Помимо того, что многоствольное бурение повышает производительность скважин, оно дает возможность вскрывать небольшие изолированные залежи, обходить участки с обводнением, а также позволяет эксплуатировать месторождения в щадящем режиме, обходясь без гидроразрыва пласта.

Размещение в продуктивном пласте нескольких горизонтальных стволов одной скважины позволяет повысить ее продуктивность и увеличить площадь разработки без дополнительного бурения новых скважин, сократив, таким образом, затраты.

Экономическая эффективность проявляется в сокращении: времени, необходимого на разведку месторождения; объемов работ более чем на 20 % по монтажу и демонтажу оборудования, подведения электричества и воды.

Дополнительный фактор, указывающий на экономическую эффективность многоствольных скважин – возможность их строительства на базе уже действующих стволов. Бурение с поверхности здесь не требуется, можно создать ответвления к пластам, которые ранее были пропущены.

Восстановление бездействующего фонда скважин бурением бокового ствола обходится дешевле в среднем на 40 %, чем бурение новых скважин.

8. Использование телеметрической системы.

Использование телеметрической системы является весьма перспективной технологией. Система телеметрии является универсальной системой контроля работы скважины, а также получения с забоя скважины разнообразной информации о параметрах режима бурения: значения осевой нагрузки, крутящего момента, частоты вращения долота.

В настоящее время практически все телеметрические системы включают комплекс забойных датчиков, максимально приближенных к забою скважины, автономный, чаще всего в виде гидротурбины, вырабатывающей электроэнергию, источник питания, систему съема, передачи и приема информации с забоя на поверхности, компьютерную систему обработки полученных данных для решения задач контроля и управления процессом бурения скважины.

В результате отечественных и зарубежных работ создано достаточно большое количество приборов для контроля за забойными параметрами. Для связи с поверхностью используется следующие каналы связи: гидравлический, проводной, электромагнитный и др. В отечественном бурении предпочтение получили телесистемы с электромагнитным каналом связи, хотя они и имеют свои недостатки, связанные с сильным влиянием на передачу сигнала высокоомных и низкоомных пластов, искажающих структуру импульса.

Телеметрическая система позволяет контролировать работу скважины в реальном режиме времени, сократить время бурения и внутрисменные простои, предупредить аварийные ситуации путем контроля геологических и технологических параметров скважин. А программное обеспечение позволяет строить фактическую и прогнозировать дальнейшую траекторию скважины.

9. Выбор оптимальный буровой установки.

Одной из задач, стоящих перед нефтегазовым комплексом России, является повышение эффективности строительства скважин, связанное с рациональным применением технических средств – буровых установок (БУ). Большое значение имеет обоснованный выбор современных БУ с высокой функциональной насыщенностью и использованием средств автоматизации, позволяющих сокращать затраты на строительство нефтяных скважин. Для повышения технико-экономической эффективности строительства скважин актуальным является применение методов оптимального выбора БУ с учетом горно-геологических условий строительства скважин на стадии подготовки производства буровых работ.



Одним из способов сокращения затрат является соответствие функциональной структуры буровой установки условиям строительства, под которыми следует понимать конструктивные и технологические особенности скважин.

Также критерием выбора буровой установки могут быть коммерческая скорость бурения или стоимость 1 м буримой скважины.

10. *Улучшение качества крепления ствола скважины.*

Важным условием длительной эксплуатации скважины безусловно является улучшение качества крепления скважины. Решающее значение при креплении скважины имеют тампонажные растворы. От их способности выполнять свои функции в различных геолого-технических условиях зависит не только эффективность буровых работ, но и срок службы скважины.

Наиболее простым способом крепления скважины является цементирование скважины, которое представляет собой нагнетание тампонажного раствора насосами в трубное пространство колонн сверху вниз и его обратно поднимается по затрубному пространству до заданной высоты.

Основной целью цементирования обсадных колонн при строительстве нефтяных и газовых скважин является получение качественной и долговечной изоляции между породой, цементным камнем и колонной.

Дешевым с точки зрения экономики и качественным с точки зрения технологии, будет применение облегченных (плотностью 1400–1650 кг/м³) или легких (плотностью не более 1200 кг/м³) изоляционных составов.

Облегченные тампонажные растворы, получают путем увеличения водоцементного отношения и применением различных добавок (ранее – глинопорошки, диатомит, трепел, а в настоящее время – алюмосиликатные микросферы, пеностекло, стеклянные микросферы и др.).

Технологии с применением облегченных изоляционных составов устойчивы к циклическим нагрузкам, позволяют сократить сроки ОЗЦ в 2 раза, время строительства скважин и экономить средств на материальные ресурсы (химические добавки).

11. *Снижение материальных затрат за счёт облегчения конструкции скважины.*

Зачастую повышение эффективности бурения можно достичь не только за счет внедрения более совершенных и дорогих методов, но и за счет снижения материальных затрат. Например, при переходе от 4-х к 3-х колонной конструкции скважины можно значительно сократить затраты на обсадную колонну, снизить количество спускоподъемных операций и значительно сократить время строительства скважин.

12. *Строгое соблюдение требований группового (индивидуального) рабочего проекта и других руководящих документов.*

Неукоснительное соблюдение требований группового (индивидуального) рабочего проекта, правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности и других руководящих документов позволит избежать большинства технологических осложнений и инцидентов, что, в свою очередь, повысит общую производительность буровых работ [6, 7].

13. *Сокращение непроизводительного времени в цикле строительства скважины.*

Сокращение непроизводительного времени в цикле строительства скважины может быть достигнуто только при снижении аварийности буровых работ, при неукоснительном исполнении положений руководящей документации и четко отлаженной работе специалистов и работников занятых на всех этапах цикла строительства скважины [8].

14. *Поддержание работоспособности системы очистки буровых промывочных жидкостей на высоком уровне эффективности, с применением четырёхступенчатой системы очистки.*

– Установка размерности ячеек ситовых панелей, исходящая из фракционного состава выносимой буровой породы, оптимального расхода промывочной жидкости, структурно-механических и пластико-вязкостных свойств применяемого в данном разрезе бурового раствора;

– поддержание потока на первичной ступени системы очистки бурового раствора, так, чтобы были установлены ситовые панели, максимально удовлетворяющие конкретным условиям бурения (размерность ситовых панелей должна быть подобрана таким образом, чтобы площадь их покрытия буровой промывочной жидкостью составляла не менее 2/3);

– поддержание давления на манифольдах системы очистки буровых растворов на уровне 2,5–4 атмосферы, с постоянным контролем проходимости выходных отверстий гидроциклонов, а также характера истечения (выброса) пульпы (необходимо поддерживать выброс пульпы в виде «зонтика»);

– систематический контроль плотности пульпы, отделяющейся с песко- и илоотделителя и с центрифуги (плотность пульпы с пескоотделителя должна быть не менее чем на 0,25 г/см³ больше плотности бурового раствора, а с илоотделителя – не менее чем на 0,3–0,4 г/см³, с центрифуги – не менее чем на 0,5 г/см³);

– установка угла наклона вибрации 45–55°, а угла наклона виброрамы от –3 до +5° в зависимости от модели вибросит гидроциклонных сепараторов, выхода раствора и степени осушения шлама (наиболее эффективная степень очистки достигается при угле наклона виброрамы от 0 до +2°) [9].



В обобщенном виде влияние технологических решений на технико-экономические результаты деятельности бурового предприятия, и, как следствие, на затраты на бурение скважин, представлено в таблице 1.

Таблица 1 – Влияние предлагаемого свода буровых технологических решений на технико-экономические результаты бурения

№ п/п	Технология	Краткая характеристика влияния на стоимость строительства скважины
1	2	3
1	Применение производительного породоразрушающего инструмента (буровых долот)	– увеличение механической скорости бурения, позволяющее экономить время бурения; – увеличение проходки на долото, снижающие количество спускоподъемных операций
2	Использование системы управляемого роторного бурения	– увеличение механической скорости бурения, позволяющее экономить время бурения; – увеличение расстояния горизонтального участка скважины, что позволяет увеличить дебит скважин
3	Использование управляемого шпиндельного бурения	снижение рисков и стоимости бурения скважин с узкими границами скважинной среды, приводящие к снижению непроизводительных затрат
4	Бурение скважин малого диаметра (малогабаритное бурение)	– увеличение механической скорости бурения, что обеспечивает существенную экономию времени бурения; – снижение диаметра и количества спускаемых колонн, металлоемкости конструкции скважины, позволяет снизить материальные затраты бурения скважин; – оптимизация затрат ВЗД и растворного сервиса; – снижение отходов бурения (особенно шлама); – возможность применения уменьшенного по геометрическим параметрам и мощности оборудования; – снижение затрат энергии и выбросов в атмосферу
5	Использование лазеров	– увеличение механической скорости бурения, позволяющей сократить затраты времени на строительство скважин – оптимизация затрат на растворный сервис и крепление ствола обсадными трубами, что сокращает материальные затраты; – снижение выбросов в атмосферу; – формирует разветвленную сеть каналов призабойной зоне, что позволяет увеличить дебит скважины; – возможность возродить закрытые месторождения
6	Применение современных качественных буровых растворов без твердой фазы	– увеличение механической скорости бурения, что обеспечивает экономию времени бурения; – сокращение потребных объемов буровых растворов, при многократном использовании; – сокращение затрат на выполнение природоохранных мероприятий, связанных с утилизацией отработанного бурового раствора; – снижение износа бурового инструмента
7	Бурение скважин с несколькими горизонтальными стволами (многозабойное или многоствольное бурение)	– сокращение времени на разведку месторождения; – увеличение дебита скважин за счет вскрытия и подключения к разработке оставшихся целиком и пропущенных нефтяных пластов; – снижение затрат времени и средств на проведение работ по обустройству и подключению скважин к системе сбора и закачки; – снижается отрицательное влияние на окружающую среду
8	Использование телеметрической системы	– контроль геологических и технологических параметров скважины, позволяющий снизить риски возникновения аварийных ситуаций и увеличить коммерческую и механическую скорость бурения
9	Выбор оптимальной буровой установки	соответствие функциональной структуры буровой установки условиям строительства, позволяет увеличить механическую скорость и снизить стоимость одного метра проходки
10	Улучшение качества крепления ствола скважины	– сокращение сроков ОЗЦ; – экономия материальных затрат



Окончание таблицы 1

	1	2
11	Снижение материальных затрат за счёт облегчения конструкции скважины	– снижение стоимости бурения, за счет снижения стоимости обсадной колонны и снижение количества спускоподъемных операций, обеспечивающих экономию времени бурения
12	Строгое соблюдение требований группового (индивидуального) рабочего проекта и других руководящих документов	– профилактика большинства технологических осложнений и инцидентов, что, в свою очередь, повысит общую производительность буровых работ
13	Сокращение непроизводительного времени в цикле строительства скважины	– снижение аварийности, что приведёт к сокращению сроков строительства скважин и, тем самым, снизит её себестоимость
14	Поддержание работоспособности системы очистки буровых промывочных жидкостей на высоком уровне эффективности, с применением четырёхступенчатой системы очистки	– увеличение механической скорости бурения, что обеспечивает экономию времени бурения; – сокращение потребных объемов буровых растворов, при многократном использовании; – сокращение затрат на выполнение природоохранных мероприятий, связанных с утилизацией отработанного бурового раствора; – снижение износа бурового инструмента – снижение объемов буровых промывочных жидкостей и, соответственно, объемов транспортирования и утилизации [10]

Выводы

Разумеется, помимо предложенных мероприятий, существуют и многие другие технологии, основной задачей которых также является повышение качества буровых работ, позволяющее сократить сроки строительства скважин и затраты на бурение.

Внедрение и применение предложенных методов, позволяющих повысить эффективность бурения, является сложной задачей, требующей привлечения большого количества специалистов из различных областей, а их решение возможно лишь при участии всех, вовлеченных в процесс бурения, сторон.

Литература

1. Басарыгин Ю.М., Булатов А.И., Проселков Ю.М. Осложнения и аварии при бурении нефтяных и газовых скважин. – М.: Недра, 2006. – 680 с.
2. Руднева Л.Н. Резервы снижения стоимости строительства нефтяных и газовых скважин: учебное пособие. – Тюмень: ТюмГНГУ, 2012. – 72 с.
3. Миловзоров А.Г., Гаязов И.Р. Бурение скважин малым диаметром // Приоритеты стратегии научно-технологического развития России и обеспечение воспроизводства инновационного потенциала высшей школы: Материалы Всероссийской научной конференции. – 2019. – С. 93–99.
4. Мещеряков К.А., Яценко В.А. и др. Бурение скважин малого диаметра как способ снижения затрат при строительстве эксплуатационных и разведочных скважин // Территория Нефтегаз. – 2013. – № 10. – С. 10.
5. Клешнин А.Г., Фаталиев К.Б., Кузьмин В.Н. Особенности применения гидрогелевых составов и их модификаций в качестве буровых растворов при первичном вскрытии нефтеносной залежи // IX научно-практическая конференция. Совет молодых специалистов АО «Белкамнефть» имени А.А. Волкова, Институт нефти и газа имени М.С. Гучериева. – Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2019. – С. 232–236.
6. Кузьмин В.Н., Абашев А.Г. Авторский надзор за строительством эксплуатационных и поисковоразведочных скважин на месторождениях нефти ОАО «Удмуртнефть» // Современные технологии извлечения нефти и газа. Перспективы развития минерально-сырьевого комплекса (Российский и мировой опыт): материалы Всероссийской научно-практической конференции, с международным участием. – Ижевск. – 2018. – С. 289–294.
7. «Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности» (утв. Федеральной службой по экол., технолог. и атомному надзору, приказ №101 от 12.03.2013г., с доп. от 12.01.2015г., приказ Ростехнадзора № 1.
8. Кузьмин В.Н., Ардашева Т.А., Чиркова И.А. Меры предупреждения и ликвидации технологических и геологических осложнений при бурении скважин под кондуктор и эксплуатационную колонну // Конвергенция в сфере научной деятельности: проблемы, возможности, перспективы: материалы Всероссийской научной конференции. – Ижевск: Издательский центр «Удмуртский университет». – 2018. – С. 46–50.
9. Кузьмин В.Н. Практические рекомендации по предупреждению и ликвидации геолого-технологических осложнений при бурении скважин // Нефтяная провинция. – 2020. – № 1. – С. 44–55.
10. Фаталиев К.Б., Державин Д.Б., Кузьмин В.Н. Сбор, хранение, транспортировка и утилизация отходов // IX научно-практическая конференция. Совет молодых специалистов АО «Белкамнефть» им. А.А. Волкова, Ин-т нефти и газа им. М.С. Гучериева. – Ижевск: Институт компьютерных исследований. – 2019. – С. 246–250.



References

1. Basarygin Yu.M., Bulatov A.I., Proselkov Yu.M. Complications and accidents during drilling of oil and gas wells. – M. : Nedra, 2006. – 680 p.
2. Rudneva L.N. Reserves for reducing the cost of construction of oil and gas wells: textbook. – Tyumen : TSOGU, 2012. – 72 p.
3. Milovzorov A.G., Gayazov I.R. Drilling small diameter wells // Priorities of the strategy of scientific and technological development of Russia and ensuring the reproduction of the innovative potential of higher education : Materials of the all-Russian scientific conference. – 2019. – P. 93–99.
4. Meshcheryakov K.A., Yatsenko V.A. and others. Drilling of small-diameter wells as a way to reduce costs in the construction of production and exploration wells // Territory Neftegaz. – 2013. – № 10. – P. 10.
5. Kleshnin A.G., Fataliev K.B., Kuzmin V.N. Features of application of hydrogel compositions and their modifications as drilling solutions at primary opening of an oil-bearing Deposit // IX scientific and practical conference. Council of young specialists of JSC «Belkamneft» named after A.A. Volkov, Institute of oil and gas named after M.S. Gutseriev. – Izhevsk : Institute of computer research, 2019. – P. 232–236.
6. Kuzmin V.N., Abashev A.G. Author's supervision of the construction of production and exploration wells in the oil fields of JSC «Udmurtneft» // Modern technologies of oil and gas extraction. Prospects for the development of the mineral resource complex (Russian and world experience): proceedings of the all-Russian scientific and practical conference, with international participation. – Urals-Izhevsk, 2018. – P. 289–294.
7. «Safety rules in the oil and gas industry» (approved by the Federal environmental service, technologist. and nuclear supervision, order № 101 of 12.03.2013, with an Addendum of 12.01.2015, Rostekhnadzor order №1.
8. Kuzmin V.N., Ardasheva T.A., Chirkova I.A. Measures of prevention and elimination of technological and geological complications when drilling wells for the conductor and production column // Convergence in the field of scientific activity: problems, opportunities, prospects: materials of the all-Russian scientific conference. – Izhevsk : Udmurt University Publishing center. – 2018. – P. 46–50.
9. Kuzmin V.N. Practical recommendations for prevention and elimination of geological and technological complications in drilling wells // Oil province. – 2020. – № 1. – P. 44–55.
10. Fataliev K.B., Derzhavin D.B., Kuzmin V.N. Collection, storage, transportation and utilization of waste // IX scientific and practical conference. Council of young specialists of JSC «Belkamneft» named after A.A. Volkov, Institute of oil and gas named After M.S. Gutseriev. – Izhevsk : Institute of computer research, 2019. – P. 246–250.