

# **БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ**

**Материалы II Международной  
научно-практической конференции  
(31 марта 2018 г.)**

Зарегистрировано в Национальном агентстве ISSN  
Российской Федерации 27.07.2017

**ISSN 2587-8913**

---

**Том 2**

**Часть 2:**

**РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ**

---

**Сборник статей**

Краснодар  
2018

УДК 622.1+622.323  
ББК 33.1+33.36  
Б90

Б90 **Булатовские чтения** : материалы II Международной научно-практической конференции (31 марта 2018 г.) : в 7 т. : сборник статей / Под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. О.В. Савенок. – Краснодар : Издательский Дом – Юг.

Т. 2 в 2 ч.: Разработка нефтяных и газовых месторождений. – 2018. – Ч. 2. – 262 с.

Сборник содержит материалы II Международной научно-практической конференции «Булатовские чтения», проведенной в г. Краснодаре 31 марта 2018 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, 2018  
© ООО «Издательский Дом – Юг», 2018

# **READINGS OF A.I. BULATOV**

**Materials of II International  
scientific and practical conference  
(on March 31, 2018)**

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

**ISSN 2587-8913**

---

**Volume 2**

**Part 2:**

**DEVELOPMENT OIL AND GAS  
FIELDS**

---

**Conference bulletin**

Krasnodar  
2018

UDC 622.1+622.323  
BBC 33.1+33.36  
Б90

Б90 **Readings of A.I. Bulatov** : Materials of II International scientific and practical conference (On March 31, 2018) : in 7 v. : Conference bulletin / Under the general editor, Doctor of Technical Sciences, Professor O.V. Savenok. – Krasnodar : Publishing House – South.

V. 2 in 2 part: Development oil and gas fields. – 2018. – Part 2. – 262 p.

The Conference bulletin contains materials of the II International scientific and practical conference «Readings of A.I. Bulatov» held in Krasnodar on March 31, 2018 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 7 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



## ОГЛАВЛЕНИЕ

\*\*\*\*\*

## TABLE OF CONTENTS

РАЗРАБОТКА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ

\*\*\*\*\*

DEVELOPMENT OIL AND GAS  
FIELDS

<b>Меликов Г.Х. оглы, Сулейманов А.А. оглы, Маммадли Н.Ф. оглы</b> Особенности интерпретации данных технологии распределенного измерения температуры (DTS) .. 21 <b>Melikov G.K., Suleymanov A.A., Mammadli N.F.</b> Features of the analysis of temperature measurements in DTS technology	21
<b>Мелюхов Е.В., Омелянюк М.В.</b> Применение осциллятора для повышения эффективности строительства скважин на Еты-Пуровском месторождении ..... 24 <b>Melyukhov E.V., Omelyanyuk M.V.</b> Using the oscillator to increase the efficiency of the construction of wells on the Yety-Purovsky field	24
<b>Мехдиев К.К. оглы</b> Методика расчёта параметров каверны в зафильтровом пространстве фонтанных и компрессорных пескопроявляющих скважин ..... 27 <b>Mehdiyev Kamil Kamal</b> Method for calculating cavern parameters in the space behind the filter of fountain and compressor wells with intensive manifestation of sand	27
<b>Милич Йована, Раупов И.Р.</b> Применение силикатных полимерных составов для внутрискважинной водоизоляции ..... 30 <b>Milich Jovana, Raupov I.R.</b> Application of silicate polymer systems for the in-situ water shut-off technologies	30
<b>Мостаджеран М.Г., Телков В.П.</b> Анализ полимерного заводнения как технологии повышения эффективности выработки месторождений высоковязких и тяжелых нефтей Ирана ..... 33 <b>Mostajeran M.G., Telkov V.P.</b> Analysis of polymer flooding as a technology to improve the efficiency of production of high viscosity and heavy oil fields in Iran	33
<b>Мустафина А.Н., Гумерова Д.М.</b> Изучение закономерности реологического поведения высоковязкой нефти Нурлатского месторождения ..... 39 <b>Mustafina A.N., Gumerova D.M.</b> Investigation of regularities of rheological behavior of high-viscosity oil of Nurlatskoe oilfield	39
<b>Мустафина А.Н., Хаярова Д.Р.</b> Лабораторные исследования и сравнительная оценка технологической эффективности деэмульгаторов для предотвращения образования водонефтяных эмульсий ..... 42 <b>Mustafina A.N., Khayarova D.R.</b> Laboratory studies and comparative evaluation of technological efficiency of demulsifiers for prevent the formation of water-in-oil emulsions	42
<b>Новокшонов Д.Н., Павлов Р.В., Иванова Т.Н.</b> Использование нагревательных кабельных линий для снижения асфальтосмолопарафиновых отложений ..... 46 <b>Novokshonov D.N., Pavlov R.V., Ivanova T.N.</b> The use of heating cable lines to reduce formation of asphalt-paraffin-resin deposits	46
<b>Омелянюк М.В., Пахлян И.А., Зотов Е.Н.</b> Разработка техники и технологии для комплексной обработки скважин газонефтяного месторождения Дыш ..... 50 <b>Omelyanyuk M.V., Pakhlyan I.A., Zotov E.N.</b> Development of equipment and technologies for complex processing of oil and gas field Dysh	50



- Омельянюк М.В., Пахлян И.А., Мелюхов Е.В.**  
Разработка роторного импульсного аппарата  
для диспергирования твердой фазы промывочных и тампонажных растворов ..... 54  
**Omelyanyuk M.V., Pakhlyan I.A., Melyukhov E.V.**  
Development of a rotary pulser for dispersing the solid phase of washing and plugging solutions
- Омельянюк М.В., Rogozin A.A., Leonov Ya.A.**  
Интенсификация добычи нефти  
для терригенных коллекторов с применением кислотных композиций ..... 59  
**Omelyanyuk M.V., Rogozin A.A., Leonov Ya.A.**  
Sandstone reservoirs production stimulation by acid compositions
- Оприкова В.Е., Раупов И.Р.**  
Результаты лабораторных исследований  
реологических характеристик сшитого полимерного состава ..... 63  
**Oprikova V.E., Raupov I.R.**  
Results of laboratory research of rheological characteristics of the crosslinked polymer composition
- Орлова И.О., Даценко Е.Н., Авакимян Н.Н., Орлов И.В.**  
Трассерные исследования межскважинного пространства ..... 67  
**Orlova I.O., Datsenko E.N., Avakimyan N.N., Orlov I.V.**  
Trasserny researches of interborehole space
- Орлова И.О., Даценко Е.Н., Авакимян Н.Н., Орлов И.В.**  
Фракталы в нефтегазовой отрасли ..... 70  
**Orlova I.O., Datsenko E.N., Avakimyan N.N., Orlov I.V.**  
Fractals in oil and gas branch
- Отдушкин И.С.**  
Предотвращение самовозгорания пирофорных отложений  
при добыче и транспортировке, а так же хранение сернистых нефтей и газов ..... 74  
**Otdushkin I.S.**  
Prevention of the fire-fighting of pyrophoric deposits  
at the production and transportation, and the storage of sulfur oil and gas
- Очередько Т.Б., Барамбонье С., Матвеева И.С.**  
Методы увеличения нефтеотдачи пластов  
на Восточно-Сулеевской площади Ромашкинского нефтяного месторождения ..... 77  
**Ocheredko T.B., Barambonye S., Matveyeva I.S.**  
Methods of increasing oil recovery in the East-Suleevskaya area of the Romashkinskoye oil field
- Павлов Р.В., Новокшенов Д.Н., Иванова Т.Н.**  
Исследование метода имплозионного воздействия локального гидроразрыва пласта  
с помощью гидроударной установки ГД19-5 ..... 85  
**Pavlov R.V., Novokshonov D.N., Ivanova T.N.**  
Research on the implosion effect method of local formation hydraulic fracturing  
using hydropercussion unit GD19-5
- Поварова Л.В., Яковина А.С., Даниелян Г.Г.**  
Подсчёт запасов нефти и растворённого газа Ковалевского месторождения ..... 89  
**Povarova L.V., Yakovina A.S., Danielyan G.G.**  
Calculation of oil reserves and dissolved gas of the Kovalevskoye field
- Пономарев А.И., Ахунов Р.Р.**  
Применение АСП заводнения, как третичного метода воздействия на пласт,  
с целью извлечения трудноизвлекаемых запасов нефти ..... 101  
**Ponomarev A.I., Akhunov R.R.**  
The application of ASP flooding as a tertiary method of stimulation,  
with the purpose of extraction of unconventional oil
- Рогов Е.А.**  
Метод оценки герметичности скважин на подземных хранилищах газа ..... 103  
**Rogov E.A.**  
Method for evaluation of well integrity in underground of gas storage facilities
- Родионова Е.А., Кабирова Г.Р., Калиновский Ю.В.**  
Определение зависимости коэффициента парного взаимодействия от температуры пар веществ:  
азот–нормальный бутан, азот–изобутан, азот–нормальный пентан, азот–изопентан,  
азот–нормальный гексан, азот–нормальный гептан для уравнения Пенга-Робинсона ..... 109



**Rodionova E.A., Kabirova G.R., Kalinovsky Y.V.**

Relation determination between temperature and binary interaction parameters of Peng-Robinson equation of state for systems: nitrogen–normal butane, nitrogen–isobutan, nitrogen–normal pentan, nitrogen–isopentan, nitrogen–normal hexane, nitrogen–normal heptane

**Савенок О.В., Барамбонье С.**

Анализ технологии проведения реагентной обработки в призабойной зоне пласта ..... 116

**Savenok O.V., Barambonye S.**

Analysis of the technology of reagent treatment in the surface zone of the plast

**Савенок О.В., Поварова Л.В., Гаскаров Н.Р.**

Повышение продуктивности скважин Вынгапуровского месторождения путём увеличения эффективности перфорационных работ ..... 129

**Savenok O.V., Povarova L.V., Gaskarov N.R.**

Increasing the wells productivity of Vyngapurovskoye oil field by increase the efficiency of perforating works

**Савенок О.В., Поварова Л.В., Аванесов А.С.**

Применение метода гидроразрыва пласта для повышения дебита нефти на Вынгапуровском месторождении ..... 133

**Savenok O.V., Povarova L.V., Avanesov A.S.**

Application of a method of hydraulic fracturing of layer for increase the oil debit on the Vyngapurovskoye field

**Савенок О.В., Поварова Л.В., Аванесов А.С.**

Исследование результатов эксплуатации горизонтальных скважин, эффективности бурения боковых стволов и работ по их углублению на Вынгапуровском месторождении ..... 139

**Savenok O.V., Povarova L.V., Avanesov A.S.**

Investigation of the results of operation of horizontal wells, the efficiency of drilling sidetracks and work on their deepening on the Vyngapurovskoye field

**Савенок О.В., Поварова Л.В., Гаскаров Н.Р.**

Эффективность химических методов стимуляции пласта и нестационарного циклического заводнения на Вынгапуровском месторождении ..... 146

**Savenok O.V., Povarova L.V., Gaskarov N.R.**

The effectiveness of chemical methods of formation stimulation and non-stationary cyclic waterflooding on the Vyngapurovskoye field

**Савенок О.В., Поварова Л.В., Даниелян Г.Г.**

Технологическая эффективность геолого-технических мероприятий, применяемых на Вынгапуровском месторождении ..... 152

**Savenok O.V., Povarova L.V., Daniyelyan G.G.**

Technological efficiency of geological and technical measures applicable on the Vyngapurovskoye field

**Салаватов Т.Ш., Игбал Хуррам, Мамедов Р.М. оглы, Алиева К.А. кызы**

Анализ результатов промышленного внедрения массивного гидроразрыва с контролем прорыва воды ..... 157

**Salavatov T.S., Igbal Hurram, Mamedov R.M., Aliyeva K.A.**

The analysis of results of trade introduction of massive hydraulic fracturing with water break control

**Сопнев Т.В., Бекетов С.Б.**

Уточнение газогидродинамической модели сеноманской газовой залежи Южно-Русского месторождения ..... 162

**Sopnev T.V., Beketov S.B.**

Update of the gas-hydrodynamic model of the senoman gas deposit of the Yuzhno-Russkoyefield

**Сулейманов Б.А., Лятифов Я.А., Ибрагимов Х.М., Гусейнова Н.И.**

О промысловых испытаниях технологии термополимерного воздействия на опытном участке месторождения «Нефт Дашлары» (Азербайджан) ..... 174

**Suleymanov B.A., Lyatifov Ya.A., Ibragimov H.M., Guseynova N.I.**

About field testing of technologies using thermoactive polymer compositions on Neft Dashlary offshore field (Azerbaijan)

**Султанов Р.Р., Хафизов А.Р.**

Технология сепарации нефти с высоким газовым фактором ..... 183

**Sultanov R.R., Hafizov A.R.**

Technology for separation of oil with high gas factor



<b>Тимошенко В.Г., Никитин М.Н.</b> Бесштанговая насосная установка с линейным электродвигателем для добычи нефти из малодебитных скважин .....	186
<b>Tymoshenko V.G., Nikitin M.N.</b> Rodless pump unit with linear motor for oil production from marginal wells	
<b>Трефилова Т.В.</b> О роли смачиваемости в процессе нефтедобычи .....	191
<b>Trefilova T.V.</b> On the role of wettability in the process of oil production	
<b>Уразаков К.Р., Журавлев Д.В., Давлетшин Ф.Ф.</b> Методика расчета роторно-устьевого системы уравнивания станка-качалки .....	195
<b>Urazakov K.R., Zhuravlev D.V., Davletshin F.F.</b> Methodology for calculating rotary-wellhead counterbalancing of pumping unit	
<b>Хабибуллин Р.А., Зимин В.Д., Гумерова Д.М.</b> Изучение влияния теплового воздействия на реологические свойства битуминозной нефти Ашальчинского месторождения .....	199
<b>Khabibullin R.A., Zimin V.D., Gumerova D.M.</b> Study of the thermal influence on the rheological properties of bituminous oil of the Ashalchinskoye field	
<b>Цымбалов А.А.</b> Деформируемость образцов закольматированных зон низкодебитных скважин .....	202
<b>Tsybalov A.A.</b> Deformability of samples of the zkalmatyrated zones of low-conditable wells	
<b>Шальская С.В., Яковлев А.Л., Мд С.Х.</b> Расчёт технологической эффективности проектируемых мероприятий по интенсификации добычи нефти путём гидропескоструйной перфорации на скважинах Смольниковского месторождения .....	206
<b>Shalskaya S.V., Yakovlev A.L., Md S.H.</b> Calculation of technological efficiency of the designed activities on oil production intensification by hydro-sandblast perforation of the Smolnikovskoye field wells	
<b>Шарнов А.И.</b> Фильтрация к скважине в гетерогенном пласте двойной пористости .....	222
<b>Sharnov A.I.</b> Filtration to a well in a heterogeneous reservoir dual porosity	
<b>Шаяхметов А.И., Рабаев Р.У.</b> Перспективы развития проектов по освоению шельфовых месторождений нефти и газа в России .	232
<b>Shaiakhmetov A.I., Rabaev R.U.</b> Prospects for development of offshore oil and gas deposits in Russia	
<b>Шишкин Н.А., Лысенков А.В. (научный руководитель)</b> Обзор применяемых технологий добычи аномально-вязкой нефти .....	236
<b>Shishkin N.A., Lysenkov A.V. (research supervisor)</b> Overview of applied technologies of production abnormally-viscous oil	
<b>Шубин И.Г., Малышев В.Л.</b> Анализ применимости аналитических формул определения дебитов горизонтальных скважин различной протяженности .....	243
<b>Choubin I.G., Malyshev V.L.</b> Analysis of applicability of analytical formulas of determining the debit of horizontal wells of various protection	
<b>Яртиев А.Ф., Саетгараев Р.Х., Подалов В.Б.</b> Применение кислотной эмульсии в НГДУ «Бавлынефть» ПАО «Татнефть» им. В.Д. Шашиша .....	248
<b>Yartiev A.F., Saetgaraev R.K., Podavalov V.B.</b> Application of emulsified acid in NGDU Bavlyneft – PJSC Tatneft	
<b>Ященко И.Г.</b> Попутный нефтяной газ Западной Сибири .....	255
<b>Yashchenko I.G.</b> Associated petroleum gas of Western Siberia	





УДК 25.00.17

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НАГРЕВАТЕЛЬНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ СНИЖЕНИЯ АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

### THE USE OF HEATING CABLE LINES TO REDUCE FORMATION OF ASPHALT-PARAFFIN-RESIN DEPOSITS

**Новокшонов Дмитрий Николаевич**магистрант,  
Удмуртский государственный университет**Павлов Роман Владимирович**магистрант,  
Удмуртский государственный университет**Иванова Татьяна Николаевна**доктор технических наук, доцент,  
Удмуртский государственный университет  
rsg078829@mail.ru

**Аннотация.** В зависимости от геолого-физикотехнологических условий и состава добываемых флюидов процесс эксплуатации добывающих скважин осложнен образованием асфальтеносмолопарафиновых отложений АСПО на поверхностях скважинного оборудования. В работе выполнен анализ методов предупреждения образования асфальтеносмолопарафиновых отложений в нефтедобывающих скважинах; проведен сбор и обработку данных измерений толщины образующихся на скважинном оборудовании АСПО при эксплуатации добывающих скважин; определена глубина начала интенсивной парафинизации в нефтедобывающих скважинах; предложены технические средства и технологий предупреждения образования и удаления АСПО в скважинах, направленных на снижение количества подземных ремонтов и промывок добывающих скважин. Предложена технология предупреждения АСПО за счет поддержания температуры потока нефти с использованием нагревательного кабеля. Применение данной технологии позволило вывести скважины из часто ремонтируемого фонда с сокращением отказов по причине АСПО, снизить количество текущих ремонтов скважин в 3 раза, повысить наработку на отказ.

**Ключевые слова:** асфальтеносмолопарафиновые отложения, установки штангового глубинного насоса, нагревательные линии, скважина, отложения парафина, отказы оборудования, механические примеси.

**Novokshonov Dmitrij Nikolaevich**  
Master Student,  
Udmurt State University**Pavlov Roman Vladimirovich**  
Master Student,  
Udmurt State University**Ivanova Tat'yana Nikolaevna**  
Doctor of Engineering,  
Associate professor,  
Udmurt State University  
rsg078829@mail.ru

**Annotation.** According to geological, physical and technological conditions as well as the composition of produced fluids, the process of exploitation of producing wells is complicated by formation of asphalt-paraffin-resin deposits APRD on surfaces of well equipment. Methods of prevention of producing wells from asphalt-paraffin-resin deposits were analyzed; the data of measuring of thickness of APRD, formed on well equipment during well exploitation were collected and treated; the depth of the beginning of intensified paraffin formation in producing wells was determined; technical means and technologies for APRD prevention and their removal were proposed to decrease the number of workovers and flushings of producing wells. The technology of APRD prevention by maintenance of temperature of oil flow using heating cable was suggested. Implementation of this technology allowed the wells to be brought out from well stock subject to frequent workover with drop in failures caused by APRD. In addition, by using this technology well servicing was decreased by 3 times while mean time between failures was increased.

**Keywords:** asphalt-paraffin-resin deposits, sucker-rod pumping units, heating lines, well, paraffin deposits, equipment failures, mechanical impurities.

При добыче нефти давление и температура в добывающих скважинах снижаются, выделяется газ, поток флюидов охлаждается, это приводит к уменьшению растворяющей способности нефти и выпадению АСПО в штанговом глубинном насосе и в насосно-компрессорных трубах (НКТ). На образование отложений АСПО большое влияние оказывают [1–4]:

– Снижение давления на забое скважины ниже давления насыщения нефти. В результате этого нарушается гидродинамическое равновесие газожидкостной системы.

– Интенсивное выделение газа из нефти.

– Уменьшение температуры в пласте и стволе скважины.

– Изменение скорости движения газожидкостной смеси.

– Состояние поверхности насосно-компрессорных труб и насосных штанг.



- Соотношение объема фаз нефть – вода.
- Состав углеводородов в каждой фазе смеси.

Образование парафиновых отложений в скважинах происходит при снижении давления, температуры и разгазирования нефти. При забойном давлении больше давления насыщения в стволе скважины от забоя до области, где давление становится равным давлению насыщения, сохраняется равновесное состояние системы и происходит движение только жидкости. Далее равновесие нарушается, увеличивается объем газовой фазы, жидкая фаза становится нестабильной и приводит к выделению из нее парафина. Поэтому место выделения парафина может находиться на различной глубине и зависит от режима работы скважины. Если забойное давление меньше давления насыщения, то происходит нарушение равновесного состояния в пласте и выпадение парафина, как в пласте, так и в стволе скважины, начиная от забоя. Парафинообразование усиливается при снижении забойного давления и температуры до критических значений.

Способствуют выделившемуся из нефти парафину образовывать отложения или пробки в скважинах:

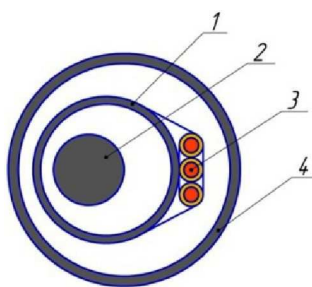
- адсорбционные процессы, происходящие на границе металл – парафин – смолистые вещества;
- продукты разрушения пласта, механические примеси;
- шероховатость поверхности;
- скорость движения и структура потока газожидкостной смеси;
- электрокинетические явления, вызывающие электризацию, как поверхности стенки трубы, так и поверхности кристаллов парафина, усиливающие адгезию парафина к металлу.

Отложение парафина на внутренней поверхности стенки колонны НКТ начинается на глубине, на которой температура в скважине соответствует температуре начала кристаллизации парафина. Накопление АСПО в проточной части насосно-компрессорных труб приводит к снижению производительности насосных установок, сокращению межремонтного периода работы скважин. Толщина отложений АСПО постепенно увеличивается от места начала их образования на глубине 500–900 м и достигает максимальной толщины на глубине 50–200 м от устья, затем уменьшается до 1–2 мм в области устья. При максимальной вязкости жидкости (обводненностью до 75 %) наблюдается снижение интенсивности отложений парафина, уменьшается и количество горячих обработок.

Борьба с асфальтосмолопарафиновыми отложениями (АСПО) ведется по двум основным направлениям: предупреждение образования АСПО и удаление отложений асфальтосмолопарафиновых веществ (АСПВ).

Применение специальных нагревательных кабельных линий с целью предотвращения отложений АСПО позволит увеличить МОП скважины, снизить количество отказов глубинно-насосного оборудования ГНО, возникающих вследствие отложений АСПО.

Для скважин, оснащенных штанговым глубинным насосом (ШГН), нагреть скважинную жидкость можно с помощью нагревательного кабеля, проложенного только снаружи НКТ (рис. 1), так как внутри НКТ находится штанга.



**Рисунок 1** – Расположение нагревательного кабеля в скважине для прогрева текучей среды в скважине:  
1 – насосно-компрессорная труба, 2 – насосные штанги, 3 – нагревательный кабель, 4 – обсадная колонна

Тип кабеля, диаметр сечения и материал токопроводящих жил определяются тепловым расчетом и зависят, от режима работы скважины, вязкости добываемого флюида, интервала и интенсивности отложений АСПО.

Нагревательный кабель монтируется на наружную стенку колонны НКТ с помощью стальных поясов крепления кабеля и протекторов-центраторов.

Прирост нагреваемой пластовой жидкости  $\Delta T$  на устье скважины определяется по формуле:

$$\Delta T = \frac{7,5 \times P}{Q}, \text{ } ^\circ\text{C}, \tag{1}$$

где  $P$  – мощность НКЛ, кВт;  $Q$  – дебит скважины, т/сут.



В установке используется кабель типа КНМПпБП-120 – кабель с жилами из стальных и медных проволок, изолированных друг от друга полипропиленовой изоляцией, бронированный стальной оцинкованной лентой, плоский, с длительно допустимой температурой нагрева жил 120 °С.

Глубина спуска нагревательного кабеля зависит от глубины начала интенсивного парафинообразования, толщины отложений. Для нефтей верейского – башкирского горизонта глубина отложений парафина достигает глубины от 200 до 1300 м. Максимальная толщина отложений находится в интервале от 200 до 300 м. Температура плавления парафина на верейско-башкирском объекте составляет 51,4 °С. Пластовая температура составляет 24 °С. Для компенсации тепловых потерь при подъеме пластовой жидкости и обеспечения температуры растепления отложений АСПО необходимо 27 °С.

Тогда мощность, необходимая для поддержания температуры выше точки начала кристаллизации парафина, на примере скважины № 1, составит:

$$P = \frac{Q \cdot \Delta T}{7,5} = \frac{13,5 \cdot 15}{7,5} = 27, \text{ кВт/ч.} \tag{2}$$

В таблице 1 представлены расчеты для скважин в зависимости от дебита, разницы температуры плавления парафина и пластовой температуры, и мощности нагрева кабельной линии для верейского – башкирского горизонта.

Таблица 1 – Мощность нагревательной кабельной линии НКЛ для скважин

№ скв	Qж, м³/сут	ΔT, °С	P, кВт/ч
1	13,5	15	27
2	12,5	16,2	27
3	7,8	26	27
4	16,7	12	27
5	12	17	27
6	9	23	27
7	14,1	14,4	27
8	15,2	13,5	27
9	19	10,8	27
10	19,2	10,5	27

Интервал отложений АСПО варьируется от глубины на отметке 1000 м до устья скважины. Дебит скважины по жидкости до внедрения нагревательного кабеля составлял 25 м³/сут. После применения нагревательного кабеля снизилось количество промывок горячей нефтью скважин более чем в 3 раза (рис. 1).

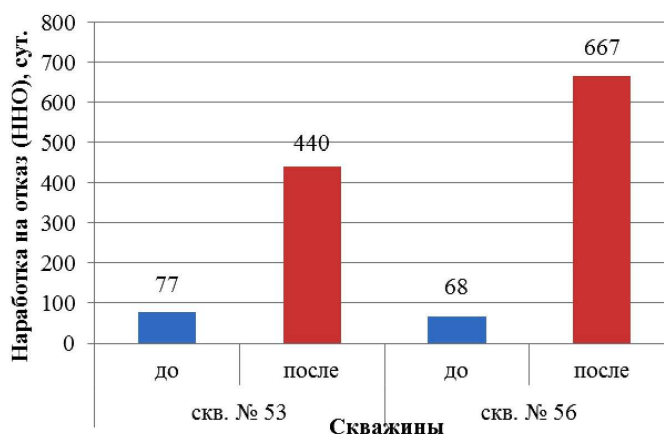
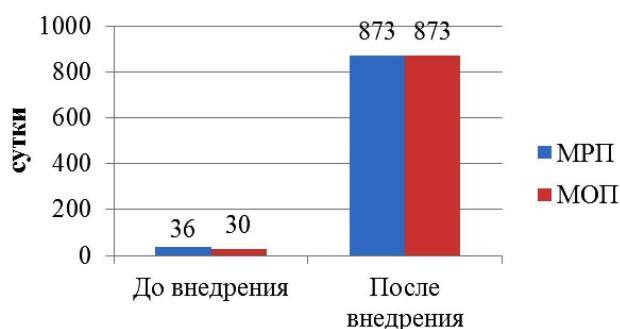


Рисунок 1 – Повышение ННО скважин

Благодаря этому удалось вывести скважины из ЧРФ с сокращением отказов по причине АСПО и снизить количество ТРС в 3 раза. Так же удалось добиться повышения наработки на отказ (ННО). Произошло увеличение межремонтного периода работы скважины с 36 до 873 суток. До применения



нагревательного кабеля была необходимость проводить депарафинизацию глубиннонасосного оборудования, используя обработку горячей нефтью, каждые 30 суток. После внедрения данного оборудования обработки по депарафинизации скважины не требовалось. Результаты опытно-промышленных испытаний представлены на рисунке 2.



**Рисунок 2** – Результаты опытно-промышленных испытаний нагревательного кабеля на скважинах месторождений Удмуртии

Несмотря на существующие энергозатраты, данные установки окупаются благодаря снижению затрат на предупреждение и борьбу с АСПО, ТРС и дополнительно добытой нефти за счет увеличения МРП скважин. Количество ТРС по причине АСПО после внедрения нагревательных кабельных линий снизилось в 35–40 раз. Применение данной технологии позволило полностью отказаться от депарафинизации глубиннонасосного оборудования путем обработки скважин горячей нефтью.

**Литература:**

1. Иванова Т.Н., Емельянов Е.О., Новокшенов Д.Н., Вдовина Е.Ю. Исследование работоспособности насоса и выявление причин выхода его из строя // Химическое и нефтегазовое машиностроение. – 2016. – № 5/2016. – С. 33–34.
2. Новокшенов Д.Н., Баранов М.Н., Иванова Т.Н. Повышение надежности колонны насосных штанг в наклонно направленных и горизонтальных скважинах : Интеллектуальные системы в производстве. – Ижевск : Издательство: Ижевский государственный технический университет им. М.Т. Калашникова, 2017. – Т. 15. – № 1. – С. 110–113.
3. Галикеев И.А., Насыров В.А., Насыров А.М. Эксплуатация месторождений нефти в осложненных условиях. – Ижевск : Парацельс Принт, 2015. – 353 с.
4. Расчет межремонтного периода работы скважин. Расчет наработки на отказ. Расчет средней наработки установок до отказа : Рекомендации / Экспертный совет по механизированной добыче нефти. – М., 2015.

**References:**

1. Ivanova T.N., Yemelyanov E.O., Novokshonov D.N., Vdovina E.Yu. Research of operability of the pump and identification of the reasons of his exit out of operation // Chemical and oil and gas mechanical engineering. – 2016. – No. 5/2016. – P. 33–34.
2. Novokshonov D.N., Baranov M.N., Ivanov T.N. Increase in reliability of a column of pump bars in obliquely the directed and horizontal wells : Intellectual systems in production. – Izhevsk : Publishing house: Izhevsk state technical university of M.T. Kalashnikov, 2017. – T. 15. – No. 1. – P. 110–113.
3. Galikeev I.A., Nasyrov V.A., Nasyrov A.M. Operation of oil fields in the complicated conditions. – Izhevsk : Paracelsus Print, 2015. – 353 p.
4. Calculation of the between-repairs period of work of wells. Calculation of a time between failures. Calculation of an average operating time of installations to the full : Recommendations / Advisory council on the mechanized oil production. – M, 2015.