

# **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

# **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 А.А., Leonov Я.А.**  
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>Яценко И.Г.</b> Попутный нефтяной газ Западной Сибири .....	255
<b>Yashchenko I.G.</b> Associated petroleum gas of Western Siberia	





УДК 25.00.17

## ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДА ИМПЛОЗИОННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ЛОКАЛЬНОГО ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА С ПОМОЩЬЮ ГИДРОУДАРНОЙ УСТАНОВКИ ГД19-5

### RESEARCH ON THE IMPLOSION EFFECT METHOD OF LOCAL FORMATION HYDRAULIC FRACTURING USING HYDROPERCUSSION UNIT GD19-5

**Павлов Роман Владимирович**магистрант,  
Удмуртский государственный университет**Новокшенов Дмитрий Николаевич**магистрант,  
Удмуртский государственный университет**Иванова Татьяна Николаевна**доктор технических наук, доцент,  
Удмуртский государственный университет  
nf-itn@udsu.ru**Pavlov Roman Vladimirovich**Undergraduate,  
Udmurt state university**Novokshonov Dmitry Nikolaevich**Undergraduate,  
Udmurt state university**Ivanova Tatyana Nikolaevna**Doctor of Engineering, associate professor,  
Udmurt state university  
nf-itn@udsu.ru

**Аннотация.** В настоящее время многие месторождения находятся на поздней стадии разработки, в связи с чем возникает проблема выработки остаточных извлекаемых запасов. Низкая продуктивность скважин обусловлена низкими коллекторскими свойствами пласта, ухудшением фильтрационных характеристик призабойной зоны пласта в процессе бурения, освоения, эксплуатации, засорением щелевых фильтров в горизонтальных стволах. Метод и оборудование, описанные в данной работе, позволяют увеличить коэффициент продуктивности скважины и ускорить выработку запасов. Применение имплозионного воздействия возможно там, где другие методы, такие как гидроразрыв пласта, кислотная обработка призабойной зоны не эффективны или рискованны. Рассмотрен физический смысл метода имплозионного воздействия, представлены результаты внедрения метода.

**Ключевые слова:** локальный гидроразрыв пласта, имплозионное устройство, имплозионное воздействие, призабойная зона, давление, коэффициент продуктивности скважины.

**Annotation.** Nowadays many oilfields are on the late stage of development, so there is a problem of recovery of remaining recoverable reserves. Low well productivity is governed by poor reservoir properties, worsening of filtration characteristics of bottom-hole zone during drilling, well completion and exploitation. In addition, clogging of slotted filters in horizontal wellbores also decreases well productivity. The method and the equipment described in this work allow us to increase productivity index and speed up the recovery of reserves. The use of implosion effect can be used when other methods such as hydraulic fracturing of the formation and acidizing of bottom-hole zone are not efficient or risky. The physical sense of implosion effect method was considered, the results of implementation of the method were demonstrated.

**Keywords:** local hydraulic fracturing of the formation, implosion device, implosion effect, bottom-hole zone, pressure, well productivity index.

Повышение эффективности доработки длительно эксплуатируемых нефтяных месторождений с малодебитными скважинами возможно при широком промышленном использовании искусственных методов управления продуктивностью скважин. Одним из таких методов является имплозионное воздействие. Преимущество данного метода заключается в том, что его применение возможно там, где другие методы, такие как гидроразрыв пласта, кислотная обработка призабойной зоны не эффективны или рискованны. Особенности технологии локального гидроразрыва пласта методом имплозионного воздействия заключается в улучшении фильтрационной характеристики призабойной зоны пласта за счет использования энергии гидравлического удара, который приводит к образованию серии трещин.

Известные конструкции гидравлических генераторов давления имеют ряд недостатков, в основном за счет того, что в них используются элементы стандартных штанговых насосов. Они часто клинят и засоряются механическими примесями [1].

Предлагаемая гидроударная установка типа ГД19-5 состоит из заполненной жидкостью колонны труб 1, в нижней части которой на уровне перфорации установлен генератор давления. Генератор давления представляет собой насосную систему, состоящую из цилиндра 2 длиной 3,0–5,0 м, в верх-



ней части которой установлено высокоэффективное механическое уплотнение 3, а в нижней части имеется обратный клапан 4, работающий от давления снизу. Работа устройства происходит за счет периодического спуска и подъема штока 5 диаметром 19 мм, связанного через колонну штанг 6 с подъемным устройством, например, краном 7 [2, 3].

За счет использования механических уплотнений типа 2СПхх и НСБхх, а также специальных конструкций клапанов система является менее энергозатратной и более эффективной по сравнению со стандартными насосными устройствами. При ходе штока вниз жидкость, находящаяся в цилиндре выдавливается через обратный клапан в затрубное пространство и в пласт. При ходе штока вверх в цилиндре 2 создается глубокий вакуум, который обеспечивается за счет надежной работы комбинированного (механического + манжетного) уплотнения 3 штока 5. При выходе штока из уплотнения 3, жидкость из колонны труб 1 с большой скоростью устремляется в полый цилиндр 2 [3]. В результате резкой разгерметизации, быстрого заполнения жидкостью пустого объема цилиндра и последующего торможения потока происходит мощный гидроудар. Волна высокого давления через отверстия перфорации проникает в пласт и разрывает его. Для увеличения эффективности устройства в верхней части клапанного узла установлен пакер (концентратор давления). Затем цикл повторяется.

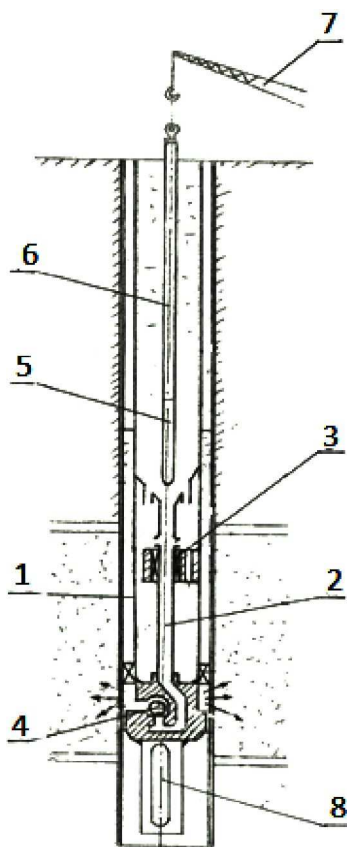


Рисунок 1 – Схема гидроударной установки ГД-19-5

Действие локального гидроразрыва пласта методом имплозионного воздействия заключается в том, что пластовая жидкость, инициируемая этим давлением гидрогенератора, действует на породу пласта. При этом начинают раскрываться существующие, но закрытые трещины, которые берут начало от затрубного пространства обсадной колонны, где плотность породы вследствие вымывания меньше чем в основном массиве. Распространяясь в направлении наименьшего сопротивления, трещина, не будет ориентирована только в вертикальной или в горизонтальной плоскостях, а будет похожа на крону дерева [1]. Это происходит еще и потому, что мощность продуктивных пластов колеблется от нескольких метров до нескольких десятков метров и перепад горного давления в верхней части относительно нижней незначителен по сравнению с величиной импульса давления, создаваемого генератором. Таким образом, одиночный импульс давления создает в массиве продуктивного пласта разветвленную сеть трещин.

По мере увеличения расстояния от скважины амплитуда импульса давления постепенно падает, жидкость теряет способность к переупаковке зерен скелета породы, однако, ее давление превышает горное давление, необходимое для раскрытия трещины, и раскрытие трещины еще некоторое время продолжается. Когда давление жидкости становится равным горному давлению, процесс рас-



крытия трещины останавливается. При дальнейшем снижении давления жидкости от горного до пластового начинается постепенное закрытие трещины. Этот процесс протекает противоположно первоначальному направлению, то есть от периферии к скважине. Жидкость постепенно выдавливается из трещины, и ее стенки смыкаются. В процессе смыкания трещины те зерна скелета породы, которые изначально оказались наиболее заклиненными и не изменили положения под действием импульса давления жидкости, входя в контакт с зернами противоположной стороны трещины, начинают воспринимать горное давление. Зерна скелета, которые под действием импульса давления получили перемещение или разворот, не смыкаются с зернами противоположной стороны трещины, образуя арочно-сводчатую структуру. Передний фронт импульса давления, создаваемого генератором, очень крутой и жидкость действует на стенки трещины как жесткий штамп, движущийся с большой скоростью. В результате такого воздействия происходит переупаковка зерен скелета породы пласта, увеличивающая ширину трещины. При применении технологии локального гидроразрыва создание вторичных импульсов давления несколько увеличивает протяженность, разветвленность и раскрытие трещин. Вместе с тем, количество повторов может быть небольшим (в пределах 10–15), т.к. эффективность каждого последующего воздействия по сравнению с предыдущим падает, из-за падения амплитуды импульса давления и сглаживания его переднего фронта при фильтрации жидкости по длинным и узким каналам образующейся трещины. Таким образом, применение технологии локального гидроразрыва при помощи имплозионных устройств позволяет создать в породе продуктивного пласта разветвленную сеть трещин, наличие которых повышает его дренируемость и увеличивает, таким образом, нефтеотдачу. При этом технология локального гидроразрыва не требует введения пропанта, т.к. вследствие переупаковки зерен скелета происходит не полное смыкание стенок трещин после снятия давления.

При исследовании эффективности локального гидроразрыва пласта методом имплозионного воздействия на призабойную зону пласта Самотлорского месторождения были проведены 4 обработки на малодебитных скважинах: с дебитом по жидкости  $Q_{ж}$ , не превышающем  $16 \text{ м}^3/\text{сут}$ , дебит по нефти  $Q_{н}$  не превышал  $8 \text{ т./сут}$ . Результаты замеров представлены в таблице 1. После обработки средний прирост дебита по нефти составил  $4 \text{ т./сут.}$ , дополнительная добыча будет  $1170 \text{ т./год}$ .

При цене реализации нефти на внутреннем рынке  $15000 \text{ руб.}$ , выручка составит  $17550 \text{ тыс. руб.}$  По сравнению с оборудованием для ГРП стоимость оборудования для гидроудара на порядок ниже и при стоимости проведения локального гидроразрыва пласта методом имплозионного воздействия  $650 \text{ руб/т}$ . себестоимость добытой нефти составит  $7425 \text{ руб/т.}$ , прибыль  $8102 \text{ тыс. руб.}$

**Таблица 1** – Режим скважин до и после локального гидроразрыва пласта методом имплозионного воздействия

Скв	До обработки			После обработки			Прирост $Q_{н}$ , т/сут	Прирост $Q_{ж}$ , $\text{м}^3/\text{сут}$
	$Q_{н}$ , т/сут	$Q_{ж}$ , $\text{м}^3/\text{сут}$	%	$Q_{н}$ , т/сут	$Q_{ж}$ , $\text{м}^3/\text{сут}$	%		
1	1,7	3,3	38	3	5,5	44	1,3	2,2
2	7,7	16	43	13,1	23,5	34	5,4	7,5
3	4,5	5,9	10	9,0	11,8	10	4,5	5,9
4	0,0	0	0	5,0	6	1	5,0	6,0

По данным испытаний, можно сделать следующие заключения:

1. Конструкция гидрогенератора простая, включает в себя проверенные на практике механические уплотнения типа НСБМ19 и стандартные шариковые клапаны.

2. Гидроударная установка включает в себя стандартное скважинное оборудование – колонну штанг ШН19 и колонну труб НКТ73, устьевое оборудование, пакер, цистерну с рабочей жидкостью, подъемник-кран и др. При опытно-промышленных испытаниях гидроударник, скважинное и наземное оборудование работали исправно.

3. В гидроударной установке осуществлен двойной эффект воздействия на пласт. Гидроразрыв пласта за счет веса колонны штанг и ударное воздействие за счет гидрогенератора давления ГД19-5.

4. Наблюдается общий положительный эффект при проведении испытаний локального гидроразрыва пласта методом имплозионного воздействия. Данный метод позволяет увеличить коэффициент продуктивности скважины и ускорить выработку запасов.

#### 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. Захаров Б.С., Драчук В.Р., Шариков Г.Н. Новое насосное оборудование для добычи нефти. – М.; Ижевск : Институт Компьютерных Технологий, 2015.
3. Захаров Б.С., Шариков Г.Н., Гафиятуллин Х.Х. Штанговые насосы и привод для малодебитных скважин // ПТНЖ Инженерная практика, 2014. – № 04.

**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. Zakharov B.S., Drachuk V.R., Sharikov G.N. New pump equipment for oil production. – М.; Izhevsk: Institute of Computer Technologies, 2015.
3. Zakharov B.S., Sharikov G.N., Gafiyatullin H.H. Shtangovye pumps and the drive for marginal wells // PTNZh Engineering practice, 2014. – No. 04.