

БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

Материалы VII Международной
научно-практической конференции
(31 марта 2023 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*

БУЛАТОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

**Материалы VII Международной
научно-практической конференции
(31 марта 2023 г.)**

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

ISSN 2587-8913

В 2 ТОМАХ

ТОМ 2:

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТА
И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ, ГАЗА И ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ.**

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ
В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ.**

ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ.

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

Сборник статей

**Краснодар
2023**

READINGS OF A.I. BULATOV

Materials of VII International
scientific and practical conference
(on March 31, 2023)



*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*

READINGS OF A.I. BULATOV

**Materials of VII International
scientific and practical conference
(on March 31, 2023)**

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

ISSN 2587-8913

IN 2 VOL.

VOLUME 2:

**MODERN TECHNOLOGIES FOR TRANSPORTATION AND
STORAGE OF OIL, GAS AND REFINED PRODUCTS**

**CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY
IN THE OIL AND GAS INDUSTRY.**

**ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ
ELECTRICAL EQUIPMENT IN OIL AND GAS INDUSTRY.**

HUMANITIES

Conference bulletin

Krasnodar
2023

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

САВЕНОК Ольга Вадимовна

доктор технических наук, доцент, профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, Санкт-Петербургский горный университет, Лауреат премии администрации Краснодарского края в области образования за 2015 год.

SAVENOK Olga Vadimovna

Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Professor of Development and Operation of Oil and Gas Fields, St. Petersburg Mining 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 (Йокогама, 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», Honourable 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, Иностраный 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.



ОГЛАВЛЕНИЕ

TABLE OF CONTENTS

**СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ТРАНСПОРТА
И ХРАНЕНИЯ НЕФТИ, ГАЗА И ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ**

**MODERN TECHNOLOGIES FOR TRANSPORTATION AND
STORAGE OF OIL, GAS AND REFINED PRODUCTS**

Гасумов Э.Р. Перспективы развития «зеленой энергетики» в Азербайджане	17
Gasumov E.R. Prospects for the development of «green energy» in Azerbaijan	
Игнатченко О.А., Игнатченко Д.А., Аракелян А.Г. Применение нового метода охлаждения газа на компрессорных станциях за счет использования турбосопловых установок	23
Ignatchenko O.A., Ignatchenko D.A., Arakelyan A.G. Application of a new method of gas cooling at compressor stations through the use of turbosplane installations	
Смолякова О.Е. Инновационные методы безопасной транспортировки природного газа в виде газового гидрата	26
Smolyakova O.E. Innovative methods of safe transportation of natural gas in the form of gas hydrate	
Федорин Д.А., Бахтизин Р.Н. Разработка решений для обеспечения безопасности магистрального нефтепровода при отступлении от норм проектирования	31
Fedorin D.A., Bakhtizin R.N. Development of solutions to ensure the safety of the main oil pipeline in case of deviation from the design standards	
Ширалиев А.А. оглы Моделирование процесса закачки и добычи газа в подземном хранилище газа (ПХГ)	37
Shiraliyev A.A. oglu Modeling of the process of gas injection and extraction in an underground gas storage (UGS)	

**ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ И ЭКОЛОГИЯ
В НЕФТЯНОЙ И ГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

**CHEMICAL TECHNOLOGY AND ECOLOGY
IN THE OIL AND GAS INDUSTRY**

Арипджанов О.Ю., Тиркашева Х.О. кизи Анализ технологии адсорбционных процессов и области их промышленного применения	43
Aripdjanov O.Yu., Tirkasheva Kh.O. qizi Analysis of the technology of adsorption processes and areas of their industrial application	
Арипджанов О.Ю., Хайруллаева Д.З. Общий анализ технологии абсорбционной очистки природного газа от кислых газов с использованием композиционных абсорбентов	45
Aripdjanov O.Yu., Khayrullaeva D.Z. General analysis of absorption cleaning technology of natural gas from acid gases using composite absorbents	
Багирова Н.Н., Мустафаева Р.Э. Изучение устойчивости модифицированных топливных эмульсий	48
Bagirova N.N., Mustafayeva R.E. Study of the stability of modified fuel emulsions	
Борисова Ю.Г., Джумаев Ш.Ш., Мусин А.И., Раскильдина Г.З. Синтез и реакции 4-метил-2-метил-2-изобутил-1,3-диоксолана	51
Borisova Yu.G., Dzumaev Sh.Sh., Musin A.I., Raskildina G.Z. Synthesis and reactions of 2-[(e)-2-phenylethylenyl]-1,3-dioxolane	



Брылякова А.А. Очистка модельных вод от растворенной нефти комбинированным сорбционным материалом на основе отходов злаковых культур	54
Brylyakova A.A. Purification of model waters from dissolved oil by combined sorption material based on cereal waste	
Валеев А.Р., Чуракова С.К., Муллабаев К.А. Оценка равномерности распределения жидкой фазы трубчатым распределителем методом CFD-анализа при различных плотностях жидкой фазы	58
Valeev A.R., Churakova S.K., Mullabaev K.A. Evaluation of the uniformity of the distribution of the liquid phase by a tubular distributor by the method of CFD-analysis at different densities of the liquid phase	
Васильев П.С., Шурак А.А., Рева Л.С. Анализ работы парогенератора со статическим распылителем жидкости	60
Vasilyev P.S., Shurak A.A., Reva L.S. Analysis of steam generator operation with static liquid sprayer	
Васильев П.С., Шурак А.А., Рева Л.С. Анализ работы парогенератора с динамическим распылителем жидкости	63
Vasilyev P.S., Shurak A.A., Reva L.S. Analysis of steam generator operation with dynamic liquid sprayer	
Гевел Т.А., Парасотченко Ю.А., Суздальцев А.В., Зайков Ю.П. Электроосаждение тонких пленок кремния из хлоридных расплавов с добавкой K_2SiF_6	66
Gevel T.A., Parasotchenko Yu.A., Suzdaltsev A.V., Zaikov Yu.P. Electrodeposition of the thin silicon films from chloride melts with K_2SiF_6 addition	
Гурбанлы У.Р., Гейдарли Г.З., Гасанов А.А., Расулов Ч.К. Реакции арилалкилирования жидких продуктов пиролиза фенола с фракцией 130–190 °С	69
Gurbanly U.R., Heydarli G.Z., Hasanov A.A., Rasulov C.K. Arylalkylation reactions of liquid products of phenol pyrolysis with a fraction of 130–190 °С	
Гусейнова Х.А., Абилова А.З. Исследование диссимметричных поверхностно-активных веществ типа кокогем в качестве ингибиторов коррозии стали	71
Huseynova Kh.A., Abilova A.Z. Study of dissymmetric surfactants of the cocogem type as steel corrosion inhibitors	
Давыдов К.А., Чуракова С.К. Вопросы методологии при автоматизации технологического расчета реактора каталитического риформинга с неподвижным слоем катализатора	73
Davydov K.A., Churakova S.K. Methodological questions of engineering design automation of fixed-bed catalytic reforming reactor	
Кендирбаева Д.Ж., Жунусакунова А.Р., Сарыгулова К.А. Современное состояние использования водных ресурсов в центрально-азиатских государствах	78
Kendirbayeva Dz.J., Zhunusakunova A.R., Sarygulova K.A. Current state of the use of water resources in the central asian states	
Коновалов Д.Н., Лазарев С.И., Малин П.М., Коновалов Д.Д. Модернизация электробаромембранного аппарата комбинированного типа	82
Kononov D.N., Lazarev S.I., Malin P.M., Kononov D.D. Modernization of electric baromembrane apparatus of combined type	
Константинов Е.К., Чуракова С.К. Приближенный гидравлический расчет предельных парожидкостных нагрузок перекрестноточных тарельчатых внутренних контактных устройств	85
Konstantinov E.K., Churakova S.K. Approximate hydraulic calculation of limit vapor-liquid loads of cross-flow disc internal contact devices	
Королькова Н.А., Назанский С.Л. Анализ стационарных состояний рециркуляционной системы «реактор-сепаратор» на примере реакции димеризации	88
Korolkova N.A., Nazanskii S.L. Analysis of steady states of the reactor-separator recirculation system by the example of the dimerization reaction	
Красноперова С.А. Основные направления экологизации производства нефтегазового комплекса	91
Krasnoperova S.A. The main directions of greening the production of the oil and gas complex	



Маннанов Т.И., Чураков В.А., Чуракова С.К. Исследование влияния наличия верхнего и нижнего днища на эффективность лопастного устройства ввода сырья методом CFD-анализа	93
Mannanov T.I., Churakov V.A., Churakova S.K. Investigation of the effect of the presence of the upper and lower bottoms on the efficiency of the blade input device of raw materials by CFD analysis	
Меликов Э.А. оглы, Магеррамова Т.М. кызы, Ахмедова С.Ш. кызы Исследование установки получения пропиленгликоля как объекта автоматизации	97
Melikov E.A., Maharramova T.M., Ahmadova S.Sh. Study of propylene glycol production plant as an automation object	
Муллабаев К.А., Чуракова С.К. Исследовательский стенд для изучения процессов истечения капель	101
Mullabaev K.A., Churakova S.K. Research plant for drop outflow processes studying	
Муллабаев К.А., Чуракова С.К., Валеев А.Р. Обзор методов оценки равномерности распределения потоков в колонных аппаратах	103
Mullabaev K.A., Churakova S.K., Valeev A.R. Review of methods for evaluation the flow distribution uniformity in the column devices	
Новрузова А.Н., Раева В.М. Сравнение селективного действия экстрактивных агентов при разделении смеси метанол-тетрагидрофуран-ацетонитрил	106
Novruzova A.N., Raeva V.M. Comparison of the selective action of extractive agents at the separation of methanol-tetrahydrofuran-acetonitrile mixture	
Салахов И.И., Амансарыев А.Б., Горячев А.А., Черкасова Е.И. Обзор технологий улавливания, утилизации и хранения диоксида углерода	112
Salakhov I.I., Amansaryyev A.B., Goryachev A.A., Cherkasova E.I. A review of technologies for carbon dioxide capture, utilization and storage	
Салахова Э.И., Абдуллина А.А., Зинуров В.Э. Улавливание частиц в реакторе с псевдооживленным слоем	119
Salakhova E.I., Abdullina A.A., Zinurov V.E. Particle capture in a fluidized bed reactor	
Самигуллина З.С., Семёнов Д.В., Киреева Д.Р. Перспективы применения продуктов димеризации пентенов для получения гидрофобных компонентов неионогенных поверхностно-активных веществ	122
Samigullina Z.S., Semenov D.V., Kireeva D.R. Potential application of the pentenes dimerization products for the preparation of hydrophobic components of non-ionic surfactants	
Сидорская Е.М., Павлов К.Е., Петрова А.Э. Исследование ингибиторов парафиноотложений для нефтяных систем	124
Sidorskaya E.M., Pavlov K.E., Petrova A.E. Research of paraffin deposits inhibitors for oil systems	
Хурмаматов А.М., Бойтұраев С.А. Результаты исследования изменению вязкости масла марки И-20 и ОЭ-26 в зависимости от температуры	126
Khurmatov A.M., Boytutayev S.A. Results of the study of viscosity changes in I-20 and OE-26 oil depending on temperature	
Хурмаматов А.М., Муминов Ж.А. угли Влияние конструктивных параметров аппарата на эффективность охлаждения	128
Khurmatov A.M., Muminov J.A. ugli Influence of the design parameters of the unit on the cooling efficiency	
Чураков В.А., Маннанов Т.И., Чуракова С.К. Сравнительный анализ степени влияния эффективности сепарации парожидкостного потока в зоне питания на энергозатраты процесса при различных условиях разделения	130
Churakov V.A., Mannanov T.I., Churakova S.K. Comparative analysis of the degree of influence of the efficiency of separation of vapor-liquid flow in the feeding zone on the energy consumption of the process under different separation conditions	



ТЕХНИЧЕСКИЕ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ

TECHNICAL AND TECHNOLOGICAL DEVELOPMENTS

- Новрузова С.Г., Гадашова Э.В., Алиев И.Н.**
Использования газовых потоков в струйных аппаратах в процессе сепарации 137
Novruzova S.H., Qadashova E.V., Aliyev I.N.
Application of gas flows in jet devices for gas separation
- Гололобов Д.В.**
Формирование электронной библиотеки станочных элементов
на основе формирования информационных моделей описания 141
Gololobov D.V.
Formation of an electronic library of machine elements based on the formation
of information models of description
- Исмагилова Э.Р., Бикбау М.Я.**
Перспективы применения наноматериалов для устройства фундаментов
и оснований объектов нефтегазового промысла 145
Ismagilova E.R., Bikbau M.J.
Prospects for the application of nanocements for laying foundations and footings of oil and gas facilities
- Исмаилов О.Ю., Исмоилов М.Х.**
Влияния магнитного поля на процесс образования накипи в водонагревателях 148
Ismailov O.Yu., Ismoilov M.H.
The influence of the magnetic field on the process of scale formation in water heaters
- Михеев Р.С., Калашников И.Е., Быков П.А., Кобелева Л.И.**
Разработка наплавочных композиционных материалов на основе сплава системы Al-Sn-Cu
для формирования антифрикционных покрытий узлов трения ответственного оборудования
нефтегазовой отрасли 151
Mikheev R.S., Kalashnikov I.E., Bykov P.A., Kobleva L.I.
Development of surfacing composite materials based on an Al-Sn-Cu system alloy
for the formation of anti-friction coatings for friction units of critical equipment in oil and gas industry
- Хурмаматов А.М., Исмаилов О.Ю., Юсупов Р.А.**
Влияние центробежной силы на процесс конденсации углеводородных паров 155
Khurmatov A.M., Ismailov O.Yu., Yusupov R.A.
The effect of centrifugal force on the process of condensation of hydrocarbon vapors
- Хурмаматов А.М., Исмаилов О.Ю., Юсупов Р.А.**
Определения физические свойства углеводородного сырья 157
Khurmatov A.M., Ismailov O.Yu., Yusupov R.A.
Definitions physical properties of hydrocarbons
- Шахмарова Р.С.**
Влияние плотности высококачественного чугуна на температуру кристаллизации 160
Shakhmarova R.S.
The effect of the density of high-quality cast iron on the crystallization temperature
- Шестерикова Р.Е., Серяк А.А.**
Эффективный способ электрохимической защиты объектов газораспределительных станций 162
Shestikova R.E., Seryak A.A.
An effective method of electrochemical protection of gas distribution station facilities
- Шишлин Д.И., Улитин Н.П., Ильин М.В.**
Оценка энергоэффективности способов регулирования давления
в магистральном нефтепроводе на нефтеперегонной станции 165
Shishlin D.I., Ulitin N.P., Ilyin M.V.
Evaluation of energy efficiency of pressure control methods in the main oil pipeline at an oil refinery station
- Якубов С.И., Турдиев М.Ш., Узокоев Г.Н., Темирова Д.У. кизи**
Газоэнергетический способ извлечения оставшегося мощного охранного угольного целика 169
Yakubov S.I., Turdiev M.Sh., Uzokov G.N., Temirova D.U. kizi
Gas-energy method of extraction of the remaining powerful protective coal column at the angren mine



ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ

ELECTRICAL EQUIPMENT IN OIL AND GAS INDUSTRY

- Автайкин И.Н., Квон А.М., Шестаков Ф.А., Бесчастный И.А.**
 Математическая модель однофазного трансформатора 175
Avtaykin I.N., Kvon A.M., Shestakov F.A., Beschastny I.A.
 Mathematical model of a single-phase transformer
- Бацева Н.Л., Валиев Т.Т., Федькин А.С., Хошбекян С.М.**
 Совершенствование системы разгрузки генераторов в изолированной энергосистеме месторождения 178
Batseva N.L., Valiev T.T., Fedkin A.S., Khoshbekyan S.M.
 Development of the load shedding system of generators at an isolated power system of a field
- Иванова Т.Н., Ковалев Д.Ю.**
 Исследования энергетических показателей вентильных электродвигателей при нефтедобыче 183
Ivanova T.N., Kovalev D.Yu.
 Investigation of the energy performance of brushless electric motors in oil production
- Старостина Я.К., Поснов Д.Д., Токарев А.Д.**
 Трансформаторно-транзисторный регулятор напряжения для управления гидропоршневым нефтяным насосом 186
Starostina Ya.K., Posnov D.D., Tokarev A.D.
 Transformer-transistor voltage regulator for control of hydro-piston oil pump

ГУМАНИТАРНЫЕ НАУКИ

HUMANITIES

ИСТОРИЯ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ HISTORY OF THE OIL AND GAS INDUSTRY

- Минкин М.Р.**
 Советский опыт решения кадровых проблем производства (на примере нефтяной промышленности Республики Татарстан в 1950-е гг.) 191
Minkin M.R.
 Soviet experience in solving staff problems of production (by the example of Tatarstan Republic oil industry in 1950-s)
- Цымбалов А.А.**
 Приемственность научно-технических знаний в основах декольматации скважин 196
Tsybalov A.A.
 Continuity of scientific and technical knowledge in the basics of well decollimation

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ PEDAGOGICAL SCIENCES

- Бакеева Л.В., Дмитриева М.Л.**
 Отраслевые олимпиады как инструмент профориентационной работы в университете 201
Bakeeva L.V., Dmitrieva M.L.
 Industry Olympiads as a tool for career guidance at the University
- Григорьева О.С., Мохова О.М.**
 Синхронизация предметных результатов с компетенциями в рамках учебного предмета для СПО 205
Grigoreva O.S., Mikhova O.M.
 Synchronization of subject results with competencies within the subject for SVE
- Зими́на Н.Ю., Милейко Е.В., Туманов К.А.**
 Об употреблении библеизмов в современном русском языке 207
Zimina N.Yu., Mileyko E.V., Tumanov K.A.
 About the use of bibleisms in modern Russian speech
- Энсис Е.И., Колесников В.П., Терехов В.В.**
 Разработка методов интерактивного образования иностранных курсантов 209
Ensis E.I., Kolesnikov V.P., Terekhov V.V.
 Development of methods of interactive education of foreign cadets



ФИЛОСОФСКИЕ НАУКИ PHILOSOPHICAL SCIENCES

Намазова Ш.А.
 Философские идеи Фараби в проекции на XXI век 213
Namazova Sh.A.
 Philosophical ideas of Farabi in the projection for the XXI century

ЭКОНОМИКА ECONOMICS

Кабакова М.Ю.
 Об организационных и экономических аспектах внедрения систем управления качеством
 на производственных предприятиях 216
Kabakova M.Yu.
 About organizational and economic aspects of the introduction of quality management systems
 at manufacturing enterprises

Прокофьева Л.М., Кузовлева Н.Ф.
 Геологический риск и экономическая эффективность геологоразведочных проектов
 морских месторождений углеводородов 219
Prokofieva L.M., Kuzovleva N.F.
 Geological risk and economic efficiency of offshore hydrocarbon exploration projects

Сафиуллина Е.У., Шаройко М.Д.
 Оценка инновационной активности и её результатов в нефтедобывающей отрасли России 223
Safiullina E.U., Sharoiko M.D.
 Assessment of innovation activity and its results in the oil producing industry of Russia



УДК 621.313

ИССЛЕДОВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВЕНТИЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ НЕФТЕДОБЫЧЕ

INVESTIGATION OF THE ENERGY PERFORMANCE OF BRUSHLESS ELECTRIC MOTORS IN OIL PRODUCTION

Иванова Татьяна Николаевна

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры Бурения нефтяных и газовых скважин,
Удмуртский государственный университет
nf-itn@udsu.ru

Ковалев Дмитрий Юрьевич

аспирант,
Удмуртский государственный университет
главный инженер,
ООО «РИМЕРА-сервис»

Аннотация. Вентильные электродвигатели наиболее энергоэффективны за счет пусковых характеристик, наличия постоянных магнитов на роторе и специальной схемы подачи питающего напряжения на обмотке статора. Проведены исследования технических и энергетических показателей после ремонта погружных синхронных односекционных вентильных. Из экспериментальных данных следует, что технические и энергетические показатели отремонтированного двигателя ВЭДТ1-32-177М-3000Э соответствуют заявленным в ТУ 27.11.2-107-20340362-2020 и годны к внедрению на скважины.

Ключевые слова: вентильные двигатели, мощность, статор, ротор, магниты.

Ivanova Tatyana Nikolaevna

Doctor of Technical Sciences,
Associate Professor, Professor
of the Department of Oil
and Gas Well Drilling
Udmurt State University
nf-itn@udsu.ru

Kovalev Dmitry Yuryevich

Postgraduate student,
Udmurt State University,
Chief Engineer,
RIMERA-service LLC

Annotation. Valve motors are the most energy efficient due to starting characteristics, the presence of permanent magnets on the rotor and a special scheme for supplying voltage to the stator winding. Researches of technical and power indicators after repair of submersible synchronous one-section valve are carried out. It follows from the experimental data that the technical and energy indicators of the repaired VEDT1-32-177M-3000E engine correspond to those stated in TU 27.11.2-107-20340362-2020 and are suitable for implementation in wells.

Keywords: brushless motors, power, stator, rotor, magnets.

Вентильные электродвигатели погружные синхронные односекционные с диаметром корпуса 117 мм, длиной 2,8 м (рис. 1) предназначены для эксплуатации в качестве привода погружных центробежных насосов и откачки пластовой жидкости (смеси нефти, пластовой воды, попутного газа) из нефтяных скважин, имеющих угол отклонения по вертикали не более 60 градусов и внутренним диаметром обсадных труб не менее 123,7 мм. Управление двигателем осуществляется от станции управления с трехпроводной линией питания. Номинальная частота ВЭД $f = 1000$ Гц, частота вращения вала $n = 3000$ об/мин, число пар полюсов $p = 2$. Рабочее направление вращения вала со стороны головки, как правило, по часовой стрелке. Вал погружного электродвигателя соединяется через шлицевую муфту с валом гидрозащиты непосредственно при монтаже на скважине. Внутренняя полость двигателя герметична и заполнена диэлектрическим маслом. В головке электродвигателя имеется разъем для электрического и механического соединения с питающим электрическим кабелем. Верхняя часть гидрозащиты состыковывается с погружным насосом. При подаче напряжения по кабелю, вал двигателя приводится во вращение и через шлицевую муфту вращает вал насоса. Статор выполнен из трубы, в которой запрессован магнитопровод, изготовленный из листовой электротехнической стали (рис. 1, б). В пазы статора установлена пазовая гильза из фторопластовой трубки и уложена протяжная трехфазная обмотка из специального обмоточного провода (рис. 1, в). Фазы обмотки соединены в звезду. Внутри статора размещается ротор, состоящий из взаимно ориентированных наборных магнитных пакетов из 28 шт., выполненных из редкоземельных металлов самарий-кобальт. Между пакетами установлены подшипники из немагнитного чугуна «нирезист» с запрессованными бронзографитовыми втулками, закрепленными стопорными кольцами от проворота в расточке статора. Вал ротора имеет отверстие в центре для циркуляции масла по длине вала, в нижней части ротора расположен фильтр для очистки масла от механических примесей. Верхняя часть статора соединена с узлами опорного подшипника и токоввода – элемента электрического разъема для подсоединения кабеля, обратными клапанами для закачки масла, гидрозащитой для защиты внутренней полости двигателя от попадания пластовой жидкости, герметичности ЭД и термоиндикатором для контроля перегрева двигателя.

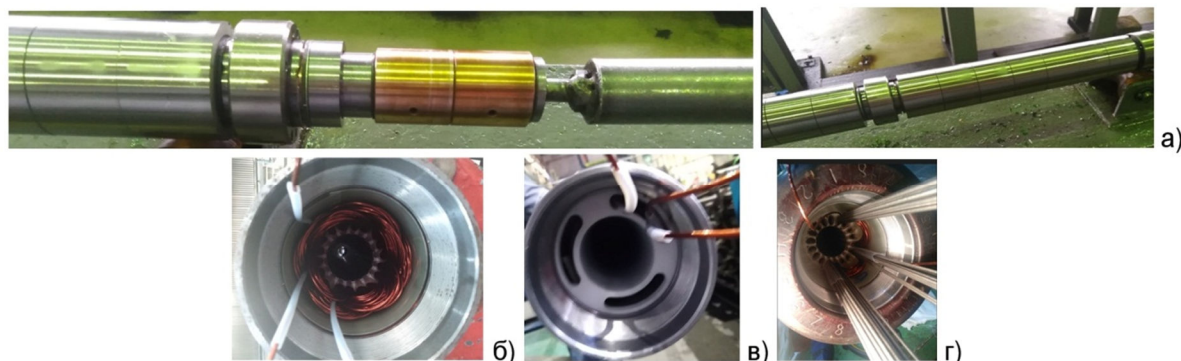


Рисунок 1 – Вентильный погружной односекционный электродвигатель производства ООО «Ремера-Алнас»: а) общий вид; б) статор с запрессованным магнитопроводом; в), г) пазы статора с пазовой гильзой из фторопластовой трубки и протяжной трехфазной обмоткой

Цель исследований: определение технических и энергетических показателей вентильного электродвигателя после ремонта и повышение надежности вентильного привода при эксплуатации в составе погружного центробежного насоса.

Объект испытаний: вентильный электродвигатель ВЭДТ1-32-117М-3000Э производства ООО «Ремера-Алнас» после ремонта ротора, замены кабельных линий и обмотки предприятием ООО «РИМЕРА-Сервис» г. Нижневартовск.

Опытные испытания соответствовали ГОСТ 11828-86, ГОСТ Р 56830-2015, ГОСТ IEC 60034-1-2014, ТУ 27.11.2-107-20340362-2020.

Определение показателей ВЭД после ремонта проводились на стенде СИ ЭППА ООО «ЭПУ-ИТЦ» (рис. 2 [1]), аттестованного ВНИИМС. Двигатель подвешен вертикально, заполнен электроизоляционным маслом МДПН, электроснабжение от вентильной станции управления СИСУ ВД-125А с шести пульсной системой управления через повышающий трансформатор ТМПНГ-125/3 УХЛ1.

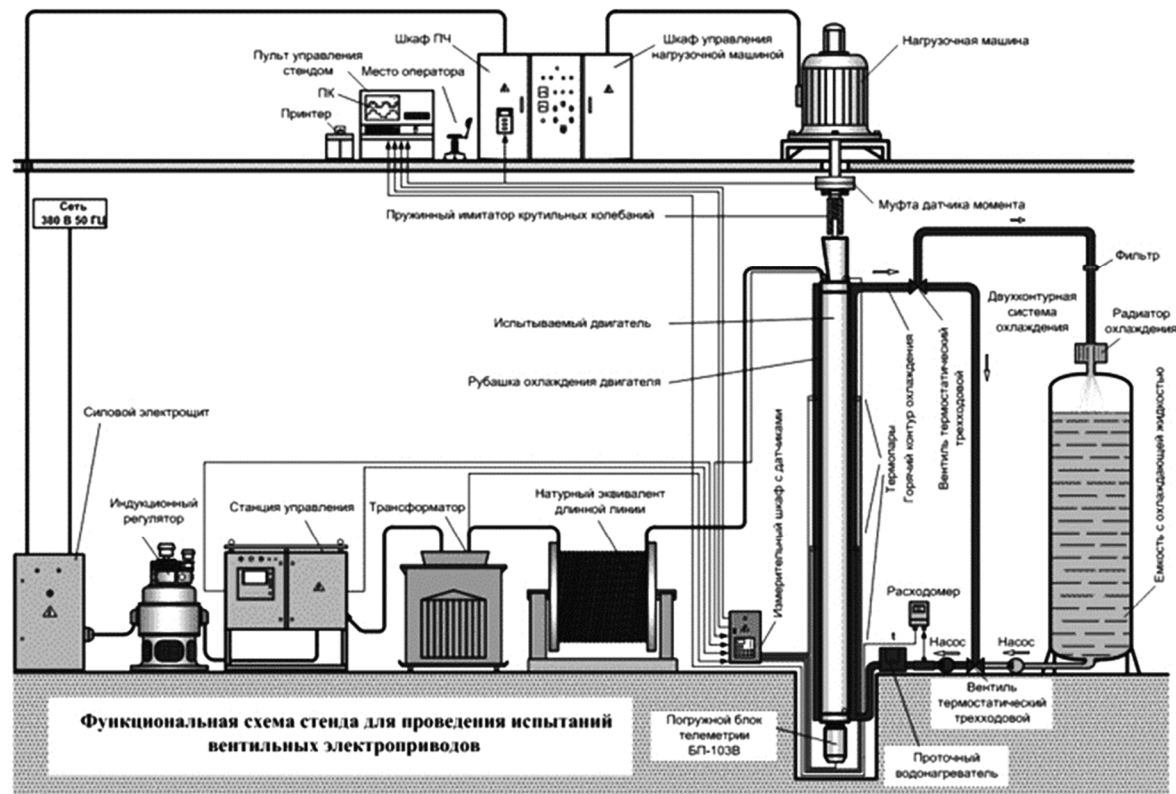


Рисунок 2 – Структурная схема стенда для проведения исследований вентильных электроприводов

Измерение сопротивления изоляции обмотки статора относительно корпуса ЭД проводилось мегомметром MI 3200 при температуре корпуса + 23,6 °С. Сопротивление изоляции обмотки статора относительно корпуса ЭД составило 36312 МОм, что соответствует техническим условиям ТУ 27.11.2-



107-20340362-2020 по показателю > 2000 МОм. Индекс поляризации составил 2,23 при норме в технических условиях > 2,0. Омическое сопротивление обмотки по фазам 2,540/2,551/2,548 Ом – норма.

Сопротивление фаз обмотки статора в холодном состоянии, измеренные микроомметром С.А6250 и приведенные к 20 °С: междофазные сопротивления измеренные непосредственно на клеммах ЭД 1,503/1,506/1,484 Ом; сопротивления фаз на клеммах двигателя 1,325/1,324/1,320 Ом. Сопротивления фаз обмотки статора при постоянном токе в холодном состоянии должно быть в диапазоне 1,283 ± 0,064 Ом. Установлено, чем больше частота вращения, тем выше межфазное ЭДС.

Для определения сопротивления обмотки статора ЭД в нагретом состоянии использовалось устройство УПСО-1, позволяющее измерять сопротивление обмотки в момент остановки двигателя. Сопротивление фаз обмоток статора при постоянном токе в холодном состоянии соответствует диапазону ТУ.

Проведение экспериментов холостого хода состояло из определения характеристик ЭД при работе на холостом ходу в диапазоне частот вращения 1000 – 3500 об/мин. Движение холостого хода проводилось с воздушным естественным охлаждением при величине отпайки трансформатора 1240 В, при этом измерялись: фазное значение напряжения и междофазное напряжение на клеммах двигателя, ток двигателя I_{хх}, потери холостого хода Р_{хх} и S_{хх}. Результаты даны в таблице 1, на рисунке 3.

Таблица 1 – Экспериментальные характеристики ВЭД при работе на холостом ходу

n, об/мин	1000	1500	2000	2500	3000	3500
U _ф , В	225	350	450	580	670	800
U _{мф} , В	390	600	800	1000	1200	1350
I, А	0,55	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9
ΣP, Вт	260	480	720	1000	1400	1800
ΣS, ВА	330	570	850	1200	1600	2000
km	0,78	0,83	0,84	0,85	0,86	0,87
Тобм, °С	75	82	83	84	85	86

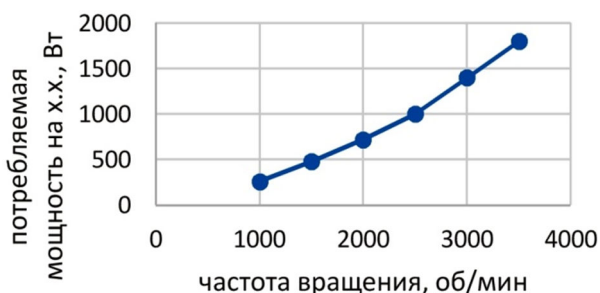


Рисунок 3 – Зависимость потребляемой мощности двигателя на холостом ходу от изменения частоты вращения

Определение рабочих характеристик вентильного двигателя проводилось в нагретом состоянии (температура обмотки ЭД 72–78 °С) в диапазоне нагрузок на валу ЭД от 28–120 % от номинальной мощности, при величине отпайки трансформатора 1420–1600 В. Результаты испытаний представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Экспериментальные характеристики ВЭДТ1-32-177М-3000Э

Частота вращения ротора двигателя n, об/мин	2990	3000	3002	3016
Крутящий момент на валу двигателя M, Нм	48,5	91,5	96,2	98,7
Активная потребляемая мощность двигателя P ₁ , кВт	31,28	31,688	33,68	34,73
Коэффициент полезного действия КПД	0,866	0,907	0,898	0,905

Измеренные величины U_n, I_n, КПД, km ВЭДТ1-32-177М-3000Э соответствуют заявленным техническим и энергетическим параметрам ТУ 27.11.2-107-20340362-2020 и вентильный двигатель годен к внедрению на скважины.

Опытно-промышленные исследования ВЭД на месторождениях Сибири позволили установить показатели надёжности: средняя наработка на отказ 22000 ч, средний ресурс до капитального ремонта 25000 ч, средний срок службы до списания 5,5 лет.

Список литературы / List of references:

1. <https://lukoil-epu.ru/businesses/sieppa>