

АВТОМАТИЗАЦИЯ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИЯ И СВЯЗЬ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Научно-технический журнал

Основан в 1973 г.

Апрель 2013 г.

№ 4

Выходит 12 раз в год

СОДЕРЖАНИЕ

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЯ, АВТОМАТИЗАЦИИ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИИ И СВЯЗИ

Прахова М.Ю. Системы автоматического управления осушкой газа на основе измерения температуры точки росы 3

ИНФОРМАЦИОННЫЕ, ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ, ЭКСПЕРТНЫЕ, ОБУЧАЮЩИЕ СИСТЕМЫ

Башлыков А.А. SCADA-системы как средства построения современных человеко-машинных систем управления в нефтепроводном транспорте 6

Музипов Х.Н., Литвинов С.Э., Канев Д.Д. Новые технологии идентификации объектов 16

Зейналов Р.Р., Довлатов С.Дж., Асадов Т.Г. Об основных принципах статистических методов управления качеством продукции 19

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Моисеенко А.С., Командровский В.Г., Ступак И.С. Математическая модель процесса получения информации о минеральном составе бурового шлама и нефтесодержании промывочной жидкости бурящейся скважины 24

Есауленко В.Н., Шевченко М.А. Математическая модель датчика азимутального искривления скважины для сверхглубокого бурения 28

Соловьёв И.Г., Говорков Д.А. Задачи и инструменты анализа и управления режимами эксплуатации скважин 32

Ермолаев А.И., Воронова В.В. Оптимизация буферного объема газа при его подземном хранении 38

МОНТАЖ, НАЛАДКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ, ТЕЛЕМЕХАНИЗАЦИИ И СВЯЗИ, ИХ СЕРВИСНОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

Давев Ж.А., Латышев Л.Н. Применение шкал твердости для оценки радиусов закругления входных кромок диафрагм 43

Информационные сведения о статьях 46

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Абрамов Г.С. (главный редактор),

Вороненко А.В., Григорьев Л.И. (зам. главного редактора),

Гуревич М.С., Джавадов Н.Г.,

Кизина И.Д., Костогрызов А.И., Лачков А.Г.

(зам. главного редактора), *Панарин В.В.,*

Пимкин М.А., Сабиров А.И., Сидоров В.В.,

Слепян М.А., Терехина Г.В., Фафурин В.А.

Ведущий редактор: *Г.В. Терехина*

Компьютерный набор: *В.В. Васина*

Компьютерная верстка: *Т.Д. Диатроптова*

Корректор: *Н.Г. Евдокимова*

Индекс журнала

58504 — по каталогу Агентства "Роспечать".

10338 — по объединенному каталогу

10339 "Пресса России".

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ № 77-12331 от 10.04.2002 г.

Журнал по решению Президиума ВАК Минобразования и науки РФ входит в "Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней кандидата и доктора наук".

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования

Адрес редакции: 117420 Москва, ул. Наметкина, д. 14, корп. 2, ОАО "ВНИИОЭНГ".

Тел. ред.: 332-00-35, 332-00-49.

Адрес электронной почты: <vniiioeng@vniiioeng.ru>

www.vniiioeng@mcn.ru

Подписано в печать 28.02.2013. Формат 84×108 1/16.

Бумага офсетная. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,46.

Уч.-изд. л. 5,6. Тираж 1500 экз. Заказ № 27.

Цена свободная. ОАО "ВНИИОЭНГ" № 5858.

Печатно-множительная база

ОАО "ВНИИОЭНГ".

117420 Москва, ул. Наметкина, д. 14, корп. 2.

ОАО "ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ ОРГАНИЗАЦИИ, УПРАВЛЕНИЯ И ЭКОНОМИКИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ"

© ОАО "ВНИИОЭНГ", 2013

При перепечатке материала ссылка на издание обязательна.
Мнение редакции не всегда совпадает с мнением автора материала.

AUTOMATION, TELEMCHANIZATION AND COMMUNICATION IN OIL INDUSTRY

Scientific-Technical Journal

Founded in 1973

April 2013

No. 4

12 issues per year

CONTENTS

MEASURING, AUTOMATION, TELEMCHANIZATION AND COMMUNICATION FACILITIES

Prakhova M.Yu. The automatic control systems of gas dehydration based on the measured dew point temperature..... 3

INFORMATIONAL, MEASURING, EXPERT, EDUCATIONAL SYSTEMS

Bashlykov A.A. Scada-systems as construction tools of modern man-machine control systems used in oil pipeline transport..... 6
Muzipov Kh.N., Litvinov S.E., Kanev D.D. New technologies of objects' identification..... 16
Zeynalov R.R., Dovlatov S.J., Assad T.G. Some information about basic principles of statistical methods of product quality control 19

MATHEMATICAL MODELING AND SOFTWARE

Moiseenko A.S., Komandrovsky V.G., Stupak I.S. Mathematical model of the process of obtaining information about the mineral composition of drilled cuttings and oil content of drilling fluid from a well being drilled 24
Esaulenko V.N., Shevchenko M.A. Symbolic model of azimuth borehole deviation sensor for ultra-deep drilling 28
Solovyev I.G., Govorkov D.A. Tasks and tools of analysis and control of oil wells operational modes..... 32
Ermolaev A.I., Voronova V.V. Optimization of cushion gas volume while its underground storage..... 38

MOUNTING, ADJUSTMENT AND OPERATION OF AUTOMATION, TELEMCHANIZATION AND COMMUNICATION FACILITIES, THEIR SERVICING

Dayev Zh.A., Latyshev L.N. Application of hardness scales for calculation of rounding radius of the sharp edges of orifice plates..... 43
Information about the articles..... 46

EDITORIAL BOARD:

Abramov G.S. (Chief editor), Voronenko A.V., Grigoriev L.I. (Deputy Chief editor), Dzhavadov N.G., Gurevich M.S., Kizina I.D., Kostogryzov A.I., Lachkov A.G. (Deputy Chief editor), Panarin V.V., Pimkin M.A., Sabirov A.I., Sidorov V.V., Slepyan M.A., Terekhina G.V.,

Leading editor: *G.V. Terekhina*

Computer handling: *V.V. Vasina*
Computer proof in pages: *T.D. Diatroptova*
Corrector: *N.G. Evdokimova*

Certificate of mass media registration is PI (III) No. 77-12331 dated April 10, 2002.

With respect to solution of the Highest Certifying Commission of the RF Ministry of Education and Science the Journal enters "The List of leading reviewed scientific journals and editions where general scientific results of scientific papers nominated for Candidate degree and Doctor of Science degree should be published".

The Journal enters the Russian Index of Scientific Quotation (RISO).

Address of the editorial house: 14/2, Nametkin str., 117420, Moscow, Russia, JSC "VNIIOENG".
Phone: 332-00-35, 332-00-49

e-mail: <vniiioeng@mcn.ru>, <vniiioeng@vniiioeng.ru>
www.vniiioeng.mcn.ru.

Printing-copying base of VNIIOENG:
14/2, Nametkin str., 117420, Moscow, Russia.

УДК 66.074.31:681.5

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ОСУШКОЙ ГАЗА НА ОСНОВЕ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ТОЧКИ РОСЫ

Марина Юрьевна Прахова, доцент

ФГБОУ ВПО "Уфимский государственный нефтяной технический университет"
450062, г. Уфа-62, ул. Космонавтов, 1,
тел./факс: (347)242-09-13/(347)243-14-70;
e-mail: kafedraatpp@mail.ru, prakhovamarina@yandex.ru.

Одним из основных процессов подготовки газа к дальнему транспорту является его осушка. Автоматическое управление осушкой целесообразно вести по качественному показателю – температуре точки росы (ТТР). В статье рассмотрены существующие средства измерения ТТР с учетом особенностей технологии осушки проведена оценка возможности их применимости на установках осушки газа.

Ключевые слова: природный газ; гидратообразование; контроль влагосодержания; температура точки росы; конденсационный анализатор точки росы.

THE AUTOMATIC CONTROL SYSTEMS OF GAS DEHYDRATION BASED ON THE MEASURED DEW POINT TEMPERATURE

Marina Yurievna Prakhova, associate professor

Ufa State Petroleum Technical University
1, Kosmonavtov str., 450062 Ufa, Russian Federation,
tel./fax: (347)242-09-13/(347)243-14-70;
e-mail: kafedraatpp@mail.ru, prakhovamarina@yandex.ru.

Gas dehydration is one of the main processes of its preparation of a long-distance transportation. Automatic control over drying process is expedient to be carried out by quality indicator, namely, the dew point temperature. The article considers the existing devices used for the dew point measurement as well as assesses possibility of their applicability at dehydration units with account of some special characteristics of gas dehydration technology.

Key words: natural gas; hydrates formation; water content monitoring; the dew point temperature; the dew point condensing analyzer.

УДК 681.5:622.692

SCADA-СИСТЕМЫ КАК СРЕДСТВА ПОСТРОЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ЧЕЛОВЕКО-МАШИНЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ В НЕФТЕПРОВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Александр Александрович Башлыков, канд. техн. наук, доцент

ЗАО "ВНИИСТ-Нефтегазпроект"
105187, Россия, г. Москва, ул. Щербаковская, 57а;

e-mail: BashlykovAA@vngp.ru.

В статье рассмотрены современные SCADA-системы как средство построения систем диспетчерского контроля и управления экологически опасными объектами и технологиями, к которым относятся и нефтепроводы. Описываются объекты управления, в которых необходимо применять SCADA-системы. Приводится описание основных функций SCADA-систем, применяемых для автоматизации управления промышленными процессами в трубопроводных системах. Описываются используемые операционные системы и средства проектирования и построения человеко-машинного интерфейса.

Ключевые слова: дистанционное управление и сбор данных; технологический объект управления; нефтепроводные системы; SCADA-система; архитектура SCADA-системы; используемые функции типа: "заполни готовый бланк"; функции операторского интерфейса; человеко-машинный интерфейс; прямое цифровое управление; распределенное прямое цифровое управление; управление опорными значениями; программируемые логические контроллеры; рабочие станции; управление; мониторинг; операционные системы реального времени; базы данных.

SCADA-SYSTEMS AS CONSTRUCTION TOOLS OF MODERN MAN-MACHINE CONTROL SYSTEMS USED IN OIL PIPELINE TRANSPORT

Alexander Alexandrovich Bashlykov, Candidate of technical sciences, assistant professor

CJSC "VNIIST-Neftegazproekt"
57a, Tcherbakovskaya str., 105187, Moscow, RF;
e-mail: BashlykovAA@vngp.ru.

The article considers modern SCADA-systems as a construction tool of systems providing dispatching control and management of ecologically dangerous objects and technologies including oil pipelines. Objects of management which require usage of SCADA-systems are described. The description of the main SCADA-systems functions used for automation of industrial processes management in pipeline systems is given. Operating systems and tools of design and building of man-machine interface, used nowadays, are described as well.

Key words: Supervisory Control And Data Acquisition (SCADA); technological object of management; oil pipeline systems; SCADA-system; architecture of SCADA-system; supervisory control; "fill-in the form" function; operator interface functions; MMI (Man-Machine Interface); Direct Digital Control (DDC); Distributed Direct Digital Control (DDDC); set-point control; programmable logical controllers (PLCs); work-stations; management; monitoring; operating systems of real time; databases.

УДК 681.35:622

НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ИДЕНТИФИКАЦИИ ОБЪЕКТОВ

Х.Н. Музипов, С.Э. Литвинов, Д.Д. Канев

ГОУ ВПО Тюменский государственный нефтегазовый университет
625027, Россия, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, 38;
e-mail: halim46@mail.ru.

В статье описан современный метод автоматической радиочастотной идентификации объектов RFID, предоставляющий существенно большие возможности по сравнению со штриховым кодированием или прочими системами идентификации. Популярность применения RFID-технологий обусловлена преимуществами, важнейшей из которых является отсутствие необходимости прямой видимости считываемого объекта. RFID-технологии позволяют считывать одновременно несколько меток, попадающих в радиус действия считывающего устройства, что сокращает время обработки информации.

Ключевые слова: автоматическая радиочастотная идентификация объектов RFID-технология; считывающее устройство; метки; системы идентификации.

NEW TECHNOLOGIES OF OBJECTS' IDENTIFICATION

Kh.N. Muzipov, S.E. Litvinov, D.D. Kanev

*Tyumen State Petroleum University
38, 50-let Oktyabrya str., 625027, Tyumen, RF;
e-mail: halim46@mail.ru.*

The article describes some modern method of automatic radio-frequency identification of objects (RFID), providing essentially big possibilities as compared with bar coding or any other identification systems. Popularity of RFID-technologies application is justified by their advantages, the most important of which is absence of the necessity of the read-off object direct vision. RFID-technologies allow simultaneous reading of several marks being in operational radius of a read-off device, thus reducing time required for information processing.

Key words: automatic radio-frequency identification of objects; RFID-technology; reading-off device; marks; identification systems.

УДК 658.568(100)

ОБ ОСНОВНЫХ ПРИНЦИПАХ СТАТИСТИЧЕСКИХ МЕТОДОВ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ ПРОДУКЦИИ

Р.Р. Зейналов¹, ведущий науч., канд. техн. наук, доцент,
С.Дж. Довлатов¹, лаборант,
Т.Г. Асадов², диссертант

¹*Азербайджанская Государственная Нефтяная Академия, НИИ "ГПНГХ"
Тел.: +99450 329-06-47;
e-mail: rahib36@mail.ru;*
²*Азербайджанский Государственный Народнохозяйственный Университет
Тел.: +99455 310-67-30.*

В статье рассматриваются статистические методы оценки квалиметрических признаков качества, точечная, интегральная оценка показателей качества, доверительный ин-

тервал, доверительная вероятность и для наглядности, при анализе результатов, построены полигон и гистограммы частот и причинно-следственные диаграммы.

Ключевые слова: выборочная, генеральная и объемные совокупности; медиана; доверительный интервал; доверительная вероятность; полигон; гистограмма.

SOME INFORMATION ABOUT BASIC PRINCIPLES OF STATISTICAL METHODS OF PRODUCT QUALITY CONTROL

R.R. Zeynalov¹, Candidate of technical sciences, leading researcher, assistant professor,
S.J. Dovlatov¹, assistant,
T.G. Assad², the author of the thesis

¹*Azerbaijan State Oil Academy, "Geotechnological problems of oil, gas and chemicals" Scientific-Research Institute
Tel.: +99450 329-06-47;
e-mail: rahib36@mail.ru;*

²*Azerbaijan State National Economy University
Tel.: +99455 310-67-30.*

The article considers statistical methods applied for assessing of qualimetric signs of quality, spot, integral evaluation of quality indicators, confidence interval, confidence level, and for clarity, while analyzing results, there were built practice ground, frequency histograms and cause-and-effect diagrams.

Key words: selective; general and voluminous aggregate; median, confidence interval; confidence level; polygon; histogram.

УДК 622.276:681.5

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ИНФОРМАЦИИ О МИНЕРАЛЬНОМ СОСТАВЕ БУРОВОГО ШЛАМА И НЕФТЕСОДЕРЖАНИИ ПРОМЫВочНОЙ ЖИДКОСТИ БУРЯЩЕЙСЯ СКВАЖИНЫ

Анатолий Сергеевич Моисеенко, профессор, д-р техн. наук,
Виктор Георгиевич Командровский, профессор, д-р техн. наук,
Игорь Сергеевич Ступак, аспирант

*РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
119991, г. Москва, Ленинский просп., 65;
тел.: (8-499) 135-71-56;
e-mail: v.komandr@gmail.com; a.s.moiseenko@yandex.ru;
igor.stupak@gmail.com.*

Рассмотрена математическая модель процесса получения и транспортировки геохимической информации о разбуриваемых пластах. Происходящие при получении и транспортировке бурового шлама и буровой жидкости процессы сопоставлены процессам получения и передачи информации в традиционной системе связи. Построена структурная схема процесса получения и транспортировки геохимической информации о разбуриваемых пластах. Предложен метод автоматического получения информации о нефтесодержании промывочной жидкости бурящейся скважины.

Ключевые слова: математическая модель; буровой шлам; промысловая жидкость; нефтесодержание; геохимическая информация; информационно-измерительная система; флуоресцентная спектроскопия; автоматизация.

MATHEMATICAL MODEL OF THE PROCESS OF OBTAINING INFORMATION ABOUT THE MINERAL COMPOSITION OF DRILLED CUTTINGS AND OIL CONTENT OF DRILLING FLUID FROM A WELL BEING DRILLED

Anatoliy Sergeevich Moiseenko, Professor, Doctor of technical sciences,

Victor Georgievich Komandrovsky, Professor, Doctor of technical sciences,

Igor Sergeevich Stupak, postgraduate student

Gubkin Russian State University of Oil and Gas
65, Leninsky prosp., Moscow, 119991, RF;
tel.: (8-499) 135-71-56;
e-mail: v.komandr@gmail.com; a.s.moiseenko@yandex.ru;
igor.stupak@gmail.com.

Some mathematical model of the process of obtaining and transportation of geochemical information relating to formations, being drilled, is considered in the article. The processes that occur during obtaining and transportation of drill cuttings and drilling fluid are compared with the processes of receiving and transmission of information in conventional communication system. The block scheme of the process of obtaining and transportation of geochemical information relating to formations, being drilled, is drawn. Method of automatic collection of information about oil content available in drilling fluid of a well, being drilled, is suggested.

Key words: mathematical model; drill cuttings; drilling fluid; oil content; geochemical information; information-measuring system; fluorescence spectroscopy; automation.

УДК 681.5.08;622.23.05

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДАТЧИКА АЗИМУТАЛЬНОГО УГЛА ИСКРИВЛЕНИЯ СКВАЖИНЫ ДЛЯ СВЕРХГЛУБОКОГО БУРЕНИЯ

Владимир Николаевич Есауленко, д-р техн. наук, профессор, зав. кафедрой АТП,

Максим Алексеевич Шевченко, аспирант, ассистент кафедры АТП

Астраханский государственный технический университет.
414025, г. Астрахань, ул. Татищева, 16,
тел.: 8(8512) 61-42-31;
e-mail: atp@astu.org; aleksei-shevchenko@yandex.ru.

Рассматривается возможность применения струйной техники для создания устройств контроля забойных параметров в процессе бурения сверхглубоких скважин. Описывается схема преобразований в датчике азимутального угла искривления скважины. Представлены математическая модель и график аналитической и экспериментальной статической характеристики датчика азимутального угла. Параметры выходного сигнала датчика согласуются с параметрами гидравлического канала связи забоя с поверхностью.

Ключевые слова: бурение; измерения в процессе бурения; датчик; струйный преобразователь; механический резонатор; азимут; математическая модель.

SYMBOLIC MODEL OF AZIMUTH BOREHOLE DEVIATION SENSOR FOR ULTRA-DEEP DRILLING

Vladimir Nikolaevich Esaulenko, Doctor of technical sciences, Professor, Head of "Automation of Technological Processes" Chair,

Maxim Alexeevich Shevchenko, post-graduate student, assistant of "Automation of Technological Processes" Chair

Astrakhan State Technical University
16, Tatischeva str., Astrakhan, 414025, RF;
e-mail: atp@astu.org; aleksei-shevchenko@yandex.ru.

Possibility of jet techniques usage for developing devices providing bottomhole parameters control, while drilling ultra-deep wells, is considered. The scheme of transformations in the azimuth borehole deviation sensor is described. The symbolic model and analytical and experimental characteristic curves of the azimuth borehole deviation sensor is presented. The parameters of the output device signal are conforming to the parameters of the hydraulic downhole-to-surface communication channel.

Key words: drilling; measurement-while-drilling; sensor; flapper nozzle transducer; mechanical resonator; horizontal angle; symbolic model.

УДК 681.5:622.276

ЗАДАЧИ И ИНСТРУМЕНТЫ АНАЛИЗА И УПРАВЛЕНИЯ РЕЖИМАМИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СКВАЖИН

Илья Георгиевич Соловьёв¹, канд. техн. наук, доцент, старший научный сотрудник,
Денис Александрович Говорков², доцент

¹*Института проблем освоения Севера СО РАН*
625026, Россия, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86;
e-mail: solovyev@ikz.ru;

²*Тюменский государственный нефтегазовый университет*
625027, Россия, г. Тюмень, ул. 50 лет Октября, 38;
e-mail: dagovorkov@mail.ru.

В статье рассматриваются инструментальная среда и задачи анализа переменных состояния скважины с погруженным электронасосом в нестационарных условиях эксплуатации; вопросы конструирования законов замкнутого управления скважинными системами.

Ключевые слова: инструментальная панель; аналитическая система; нефтяная скважина; электронасос; приток; глубина подвески; эксплуатационный ресурс; продуктивность; производительность; срыв подачи.

TASKS AND TOOLS OF ANALYSIS AND CONTROL OF OIL WELLS OPERATIONAL MODES

Ilya Georgievich Solovyev¹, Candidate of technical sciences, assistant professor, senior researcher,
Denis Alexandrovich Govorkov², associate professor

¹The North Development Institute of Siberian branch of the Russian Academy of Sciences
86, Malygin str., 625028, Tyumen, Russian Federation;
e-mail: solovyev@ikz.ru;

²Tyumen State Oil and Gas University
38, 50-let Oktyabrya str., 625027, Tyumen, Russian Federation.
e-mail: : dagovorkov@mail.ru.

The article considers tools environment and objectives of analysis of a well state variables, equipped by submersible electric pump, in unsteady production conditions as well as problems, arising in connection with developing laws of wells closed control.

Key words: instrument panel; system of analysis; oil well; electric pump; inflow; depth of pump suspension; service life; performance; productivity; failure of the pump.

УДК 681.5:622.279

ОПТИМИЗАЦИЯ БУФЕРНОГО ОБЪЕМА ГАЗА ПРИ ЕГО ПОДЗЕМНОМ ХРАНЕНИИ

Александр Иосифович Ермолаев, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой,
Виктория Васильевна Воронова, мл. науч. сотрудник

РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина
119991, г. Москва, Ленинский просп., 65;
e-mail: aier@gubkin.ru.

Предложена постановка задачи выбора оптимального буферного объема газа при эксплуатации подземного газохранилища. Функция цели, которую следует минимизировать, состоит из затрат на компримирование газа и потерь от хранения избыточного объема газа. Учитываются технологические ограничения, связанные с допустимыми режимами эксплуатации скважин, допустимой степенью обводнения скважин, максимально допустимыми пластовым давлением, объемом, заполняемым газом в пласте-коллекторе. Предлагается алгоритм решения задачи, и приведен пример его применения.

Ключевые слова: буферный объем газа; компрессорная станция; подземное хранение газа; алгоритм; газ; давление; мощность; нагнетание; оптимизация; отбор.

OPTIMIZATION OF CUSHION GAS VOLUME WHILE ITS UNDERGROUND STORAGE

Alexander Iosifovich Ermolaev, Doctor of technical sciences, Professor, Head of the chair,
Victoria Vasilievna Voronova, junior researcher

I. Gubkin Russian State University of Oil and Gas
65, Leninsky prosp., 119991, Moscow, Russian Federation;
e-mail: aier@gubkin.ru.

The authors of the article suggest setting of the problem concerning selection of optimal cushion gas volume while operation of underground gas storage. Objective function, subject to minimization, includes expenses on gas compression and losses appearing due to storage of gas excessive volume. Technological limitations, related to allowable wells' operational modes, allowable wells' water-flooding, maximum allowable formation pressure, as well as volume of gas in a formation-

collector are taken into account. The algorithm of the problem's salvation is proposed, the example of its application is submitted.

Key words: cushion gas volume; compressor station; gas underground storage; algorithm; gas; pressure, capacity; pumping; optimization; selection.

УДК 681.121.84

ПРИМЕНЕНИЕ ШКАЛ ТВЕРДОСТИ ДЛЯ ОЦЕНКИ РАДИУСОВ ЗАКРУГЛЕНИЯ ВХОДНЫХ КРОМОК ДИАФРАГМ

Жанат Ариккулович Даев¹, канд. техн. наук,
Лев Николаевич Латышев², канд. техн. наук, доцент

¹АО "Интергаз Центральная Азия"
030007, Казахстан, г. Актобе, ул. Есет батыра, 39,
тел./факс: (713) 257-89-75/274-14-63;
e-mail: zhand@yandex.ru;

²Уфимский государственный нефтяной технический университет
450062, Россия, г. Уфа, ул. Космонавтов, 1,
тел./факс: (347) 242-09-13;
e-mail: ln11@yandex.ru.

При измерении расхода и количества жидкостей и газов методом переменного перепада давления при малых относительных диаметрах происходит неизбежное закругление входной кромки диафрагмы. В данной статье рассматривается вопрос количественной оценки радиусов закругления кромок. Авторами предлагается метод оценки радиуса закругления с учетом твердости материалов, из которых изготавливаются измерительные диафрагмы. Рассчитана и изучена длительность процессов полного закругления кромок для материалов с различными твердостями. Также на основе анализа твердости даются рекомендации по подбору материалов для изготовления износоустойчивых диафрагм.

Ключевые слова: расходомеры; диафрагма; радиус закругления; газ; перепад давления.

APPLICATION OF HARDNESS SCALES FOR CALCULATION OF ROUNDING RADIUS OF THE SHARP EDGES OF ORIFICE PLATES

Zhanat Arikkulovich Dayev¹, Candidate of technical sciences,
Lev Nikolaevich Latyshev², Candidate of technical sciences, associate professor

¹JSC "Intergas Central Asia"
39, Eset batyr str., Aktobe-city, 030007, Republic of Kazakhstan,
tel./fax: (713) 257-89-75/274-14-63;
e-mail: zhand@yandex.ru;

²Ufa State Petroleum Technological University
1, Kosmonavtov str., Ufa-city, 450062, Russian Federation,
tel./fax: (347) 242-09-13;
e-mail: ln11@yandex.ru.

When measuring the flow-rate and amount of liquids and gases by differential pressure method at low relative diameters of orifice plates we see the effect of rounding of the sharp edge. The article considers the problem of quantitative estimation of the radius of sharp edges rounding. The authors propose some

method of evaluation of the radius of edge rounding with account of materials hardness from which measuring orifice plates are produced. The duration of processes of edges complete rounding for materials with different hardness is calculated and studied. Some recommendations on selection of

materials to be used for manufacturing of wear-resistant orifice plates, based on the analysis of hardness, are given as well..

Key words: flow meters; orifice plate; rounding radius; gas; differential pressure.