

Химия и технология топлив и масел

3(589)'2015

Научно-технический журнал
Издается с 1956 года
Выходит один раз в два месяца

Свидетельство о регистрации
№ 01441.
Выдано 4 августа 1992 г.
Министерством печати
и информации
Российской Федерации

Издается в США фирмой
«Springer Science + Business Media, Inc.»

Английская версия включена в ведущие
мировые реферативные базы данных

Главный редактор
А. И. Владимиров – к.т.н., проф.

Зам. главного редактора
Б. П. Туманян – д.т.н., проф.

Редакционная коллегия
И. Б. Грудников – д.т.н., проф.
Ю. Л. Ищук – д.т.н., проф. (Украина)
И. П. Карлин – д.х.н., проф.
В. Л. Лашхи – д.т.н., проф.
А. Лукса – д.т.н., проф. (Польша)
А. М. Мазгаров – д.т.н., проф.
Е. Д. Радченко – д.т.н., проф.
В. А. Рябов – Генеральный
директор Ассоциации
нефтепереработчиков России
Е. П. Серегин – д.т.н., проф.

Издается в Российском
государственном университете
нефти и газа им. И. М. Губкина

Включен в перечень изданий
Высшей аттестационной комиссии
Министерства образования
и науки РФ

Содержание

ХИММОТОЛОГИЯ

А. Л. Чудиновских. 3
Химмотологический принцип оценки склонности
автомобильных моторных масел к образованию отложений

А. В. Яковлев, А. В. Мурашкина, К. В. Шаталов. 6
Метод оценки склонности автомобильных бензинов
к образованию отложений в инжекторах систем впрыска
на безмоторной установке ОСВ-01

ИССЛЕДОВАНИЯ

Ли Чанцунь, Цзя Вэньлун, Ву Ся. 12
Экспериментальное исследование причин снижения
эффективности осушки природного газа цеолитами 4А

*М. Д. Плотникова, И. А. Тиунов, А. А. Новиков,
А. А. Хренова, А. Б. Шеин.* 16
Испытания ингибиторов коррозии
на основе имидазолинов при наводороживании
малоуглеродистой стали в кислых средах

*Хоу Дали, Хе Йонмин, Ло Пингуа,
Сунь Лей, Тан Юн, Пань И.* 19
Усовершенствованный метод расчета минимального давления
смешиваемости при газовом заводнении

Лэй Ган, Дун Пинчуань, Мо Шаоюань, Ву Цзисэнь. 24
Теоретическое исследование эффекта
проскальзывания газа в поровом пространстве
плотных песчаников при наличии водной фазы

Юэ Пин, Чень Сяофань, Лю Хаохань, Цзя Ху. 30
Исследование параметров технологического режима
работы скважины в пластах с подошвенной водой,
которые инициируют процесс гребнеобразования

Ма Тяньшу, Чень Пин. 37
Разработка и применение забойной системы измерения
параметров режима бурения

Хоу Сюэцзунь, Хе Цзя, Сунь Тэньфэй. 44
Анализ критических изгибающих и контактных нагрузок,
действующих на колтюбинг при работах
в вертикальной скважине малого диаметра

МЕТОДЫ АНАЛИЗА

М. Ю. Доломатов, Д. О. Шуляковская, Р. С. Маналов. 51
О возможности определения относительной плотности
масляных фракций по фотоизображениям

Б. И. Ковальский, О. Н. Петров, В. Г. Шрам, М. Н. Артёмов. 54
Малообъемный вискозиметр для определения
кинематической вязкости жидких смазочных материалов

Chemistry and Technology of Fuels and Oils

3₍₅₈₉₎'2015

Head Editor

A. I. Vladimirov – Cand. Eng. Sci., prof.

Associate Editor

B. P. Tumanyan – Dr. Eng. Sci., prof.

Editorial Board

I. B. Grudnikov – Dr. Eng. Sci., prof.

Yu. L. Ishchuk – Dr. Eng. Sci., prof.
(Ukraine)

I. P. Karlin – Dr. Chem. Sci., prof.

V. L. Lashkhi – Dr. Eng. Sci., prof.

A. Luksa – Dr. Eng. Sci., prof. (Poland)

A. M. Mazgarov – Dr. Eng. Sci., prof.

E. D. Radchenko – Dr. Eng. Sci., prof.

V. A. Ryabov – Director General of the Oil Refiners and Petrochemists Association

E. P. Seregin – Dr. Eng. Sci., prof.

Редактор

Н. Н. Петрухина

Ответственный секретарь

О. В. Любименко

Графика и верстка

В. В. Земсков

Подготовка материалов

С. О. Бороздин

Адрес редакции:

119991,

ГСП-1, Москва, В-296,

Ленинский просп., 65.

РГУ нефти и газа

им. И. М. Губкина,

редакция «ХТТМ»

Телефон/факс: (499) 135-8875

e-mail: httm@list.ru

Материалы авторов не возвращаются.

Формат 60 x 84 1/8.

Бумага мелованная и офсетная.

Печать офсетная.

Усл. печ. л. 7.

Тираж 1000 экз.

Отпечатано ООО «Стринг»

E-mail: String_25@mail.ru

Contents

CHEMMOTOLOGY

A. L. Chudinovskikh. 3
Chemmotological Principle of Evaluating Deposit
Forming Tendency of Automotive Motor Oils

A. V. Yakovlev, A. V. Murashkina, and K. V. Shatalov. 6
Method of Evaluation of Deposit Forming Tendency
of Automotive Gasolines in Injection Systems in Osv-01 Motorless Unit

RESEARCH

Li Changjun, Jia Wenlong, and Wu Xia. 12
Experimental Failure Mechanism Analysis
of 4a Zeolites Used for Natural Gas Drying

*M. D. Plotnikova, I. A. Tiunov, A. A. Novikov,
A. A. Khrenova, and A. B. Shein.* 16
Tests of Imidazoline-Based Corrosion Inhibitors
for Low-Carbon Steel Having Tendency
to Absorb Hydrogen in Acidic Media

*Hou Dali, He Yongming, Luo Pingya,
Sun Lei, Tang Yong, and Pan Yi.* 19
An Improved Minimum Miscibility Pressure Calculation Method
for Miscible Hydrocarbon Gas Flooding

Lei Gang, Dong Pingchuan, Mo Shaoyuan, and Wu Zisen. 24
Theoretical Study of Two-Phase (Gas-Water) Gas Slippage Effect
in Porous Space of Tight Sandstones

Yue Ping, Chen Xiaofan, Liu Haohan, and Jia Hu. 30
Research on Startup Parameters in Bottom Water Reservoirs
That Trigger Cresting

Ma Tianshou and Chen Ping. 37
Development and Application of Downhole Drilling
Engineering Parameter Measuring Systems

Hou Xuejun, He Jia, and Sun Tenfei. 44
Analysis of Critical Buckling and Contact Loads
on Coiled Tubing String in Vertical Microhole

METHODS OF ANALYSIS

M. Yu. Dolomatov, D. O. Shulyakovskaya, R. S. Manapov. 51
Possibility of Determining Relative Density
of Lubricating Oil Fractions from Photoimages

B. I. Koval'skii, O. N. Petrov, V. G. Shram, and M. N. Artyomov. 54
Small Volume Viscometer for Determining Kinematic Viscosity
of Liquid Lubricants

ХИММОТОЛОГИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ОЦЕНКИ СКЛОННОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ

А. Л. Чудиновских

ЗАО «НАМИ-ХИМ»,

E-mail: namihim@yandex.ru

Показана возможность прогнозирования поведения моторного масла при высоких и низких (умеренных) температурах, и на основании этого в рамках развития физико-механического (или «мотохимического») подхода разработана модель, позволяющая прогнозировать склонность масла к образованию отложений при высокой (ВТО) и низкой (НТО) температурах. Специфика образования ВТО и НТО связана с особенностями поведения дисперсной фазы, что реализуется в различной степени заполнения ее поверхности присадками масла и выражается в различии температурной устойчивости поверхностных (защитных) слоев.

Ключевые слова: моторное масло, химмотологическая оценка, дисперсная фаза, высокотемпературные отложения, низкотемпературные отложения, двигатель внутреннего сгорания.

The possibility of predicting motor oil behavior at high and low (moderate) temperatures is shown, and based on this a model that allows prediction of deposit forming tendency of oil at high (HTD) and low (LTD) temperatures is built within the framework of formulation of a physicochemical (or motochemical) approach. The specific nature of HTD and LTD formation is associated with the peculiarities of disperse phase behavior, which is realized in various degrees of filling of the phase surface by oil additives and is expressed in the difference of temperature stability of surface (protective) layers.

Key words: motor oil, chemmotological evaluation, disperse phase, high-temperature deposits, low-temperature deposits, internal combustion engine.

МЕТОД ОЦЕНКИ СКЛОННОСТИ АВТОМОБИЛЬНЫХ БЕНЗИНОВ К ОБРАЗОВАНИЮ ОТЛОЖЕНИЙ В ИНЖЕКТОРАХ СИСТЕМ ВПРЫСКА НА БЕЗМОТОРНОЙ УСТАНОВКЕ ОСВ-01

А. В. Яковлев, А. В. Мурашкина, К. В. Шаталов

ФАУ «25 ГосНИИ химмотологии Минобороны России»,

E-mail: alyamurashkina@gmail.com

Приведены результаты анализа особенностей образования отложений в инжекторах системы впрыска бензиновых двигателей, предложен механизм этого процесса. Разработаны безмоторная установка и метод оценки склонности автомобильных бензинов к образованию отложений в инжекторах систем впрыска. Предложен критерий балльной оценки загрязнений по степени затемнения доньшка форсунки. Приведены результаты испытаний по предложенной методике индивидуальных углеводородов и их смесей, а также ряда бензинов различных производителей. В случае индивидуальных углеводородов наиболее заметный вклад в образование отложений вносят непредельные углеводороды и азотсодержащие соединения, причем для процесса образования отложений не характерны аддитивность и синергический эффект. Среди товарных бензинов максимальной склонностью к образованию отложений характеризуются бензины, содержащие ММА или значительное количество фракции каталитического крекинга и не содержащие моющих присадок. Минимальное количество отложений характерно для бензинов с моющими присадками.

Ключевые слова: топливная форсунка, инжектор, автомобильный бензин, загрязнение впускного тракта, моющие свойства.

The characteristics and mechanism of deposit formation in spray injection system of gasoline engines are discussed. A motorless unit and a method evaluation of deposit forming tendency of automotive gasolines in spray injection systems are developed. The criterion of numerical evaluation of

pollutants based on degree of darkening of spray injector bottom is proposed. The results of tests, by the proposed method, of individual hydrocarbons and their mixtures as well as of several gasolines of different producers are adduced. Among the individual hydrocarbons, unsaturated hydrocarbons and nitrogen-bearing compounds contribute the most to deposit formation, and additivity and synergy effect are not typical for the deposit formation process. Among the commercial gasolines, those containing MMA (monomethylaniline) or a substantial quantity of catalytically cracked fractions and not containing detergent additives exhibit maximum deposit forming tendency. Minimal deposit formation is typical for gasolines containing detergent additives.

Key words: fuel sprayer, injector, automotive gasoline, fouling of injection line, detergent properties.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН СНИЖЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОСУШКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА ЦЕОЛИТАМИ 4А

Ли Чанцунь, Цзя Вэньлун, Ву Ся

School of Petroleum Engineering, Southwest Petroleum University (China),

E-mail: jiawenlong08@126.com

Из верхней, средней и нижней зон адсорбера для осушки природного газа были отобраны образцы адсорбента — цеолита 4А. Образцы свежего и работавшего цеолита исследованы методами сканирующей электронной микроскопии и адсорбции–десорбции азота. Выявлено, что часть внешних пор работавшего цеолита закупорена в результате разрушения структуры цеолита. Вследствие этого удельная площадь поверхности, размер и объем пор работавшего адсорбента из средней зоны адсорбера меньше соответственно на 59,15; 68,36 и 32,32% по сравнению с этими параметрами для свежего цеолита. Поскольку молекулы воды не могут проникнуть во внутренние поры ввиду нарушения структуры цеолита, эффективность осушки газа снижается. Исследование методом термогравиметрии цеолитов, адсорбировавших воду, показало, что эффективность адсорбции воды работавшим цеолитом ниже на 35,52%, а эффективность адсорбции углеводородов — выше на 18,95% по сравнению со свежим образцом.

Ключевые слова: цеолит 4А, природный газ, адсорбционная осушка газа.

Scanning electron microscopic (SEM), nitrogen adsorption-desorption, and thermogravimetric experiments were conducted on one fresh 4A zeolite and three regenerated 4A zeolite samples taken from the top, middle, and bottom of a natural gas dehydration bed. The results showed that parts of the regenerated zeolite are blocked due to collapse of the zeolite structure. As a result, the specific surface area, the average pore volume, and the average pore diameter of the three regenerated zeolites taken from the middle of the dehydration bed are less by about 59.15%, 68.36%, and 32.12%, respectively, than those of the fresh zeolite. Since water molecules cannot enter the internal pores due to blockage caused by collapse of the zeolite structure, the gas dehydration performance of the regenerated zeolites is reduced. Thermogravimetric analysis of the zeolites that adsorbed water showed that water adsorption performance of the regenerated zeolites is 35.52% less and hydrocarbon adsorption performance of these zeolites is 18.95% more than those of the fresh zeolite.

Key words: 4A zeolite, natural gas, adsorption drying.

ИСПЫТАНИЯ ИНГИБИТОРОВ КОРРОЗИИ НА ОСНОВЕ ИМИДАЗОЛИНОВ ПРИ НАВОДОРОЖИВАНИИ МАЛОУГЛЕРОДИСТОЙ СТАЛИ В КИСЛЫХ СРЕДАХ

М. Д. Плотникова¹, И. А. Туунов², А. А. Новиков², А. А. Хренова¹, А. Б. Шеин¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет,

²РГУ нефти и газа имени И. М. Губкина,

E-mail: ashein@psu.ru

Методами импедансной спектроскопии и испытаний на разрыв исследовано защитное действие ингибиторов коррозии на основе имидазолинов по отношению к малоуглеродистой стали при наводороживании в кислых средах. Показано, что промышленные ингибиторы ФЛЭК-ИК 201 А и ФЛЭК-ИК 201 Б понижают скорость процессов коррозии и наводороживания, обладая степенью защиты стали Ст3 свыше 80%, и снижают коэффициент потери прочности образцов стальной проволоки в кислых сероводородсодержащих средах до 1,3–4,3%.

Ключевые слова: наводороживание, ингибитор коррозии, сероводород, импедансная спектроскопия, испытания на разрыв.

The protective action of imidazoline-based corrosion inhibitors for low-carbon steel having a tendency to absorb hydrogen in acidic media is studied applying impedance spectroscopy and breaking tests. It is shown that the commercial inhibitors FLEK-ИК 201 A and FLEK-ИК 201 B reduce corrosion and hydrogen absorption rate, having a St3 steel protection degree above 80%, and lowers strength loss coefficient of steel wire samples in acidic hydrogen sulfide containing media to 1.3-4.3%.

Key words: hydrogen absorption, corrosion inhibitor, hydrogen sulfide, impedance spectroscopy, breaking tests.

УСОВЕРШЕНСТВОВАННЫЙ МЕТОД РАСЧЕТА МИНИМАЛЬНОГО ДАВЛЕНИЯ СМЕШИВАЕМОСТИ ПРИ ГАЗОВОМ ЗАВОДНЕНИИ

Хоу Дали^{1,2,3}, Хе Йонмин^{1,2}, Ло Пингуа¹, Сунь Лей¹, Тан Юн¹, Пань И¹

¹College of Energy Resource, Chengdu University of Technology (Chengdu, Sichuan Province, China),

²The State Key Laboratory of Oil & Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology (Chengdu, Sichuan Province, China),

³The State Key Laboratory of Oil & Gas Reservoir Geology and Exploitation Engineering, Southwest Petroleum University (Chengdu, Sichuan Province, China),

E-mail: houdali08@163.com

Минимальное давление смешиваемости (МДС) является ключевым параметром, определяющим возможность полного смешения нефти и газа. С использованием модели в виде тонкой трубки экспериментально установлено МДС газа и шести образцов нефти. Предложена усовершенствованная математическая модель для определения МДС, созданная с использованием 97 групп данных о МДС углеводородов (18 групп для процесса заводнения сухим газом и 79 групп для заводнения жирным газом). Полученная модель универсальна, является функцией температуры пласта, средней молекулярной массы остатка нефти C_{7+} , мольной доли летучих (CH_4 и N_2) и промежуточных компонентов (CO_2 , H_2S , C_2-C_6) нефти и нагнетаемого газа. Проведено сравнение предложенной модели с широко используемыми эмпирическими моделями, показавшее высокую сходимость экспериментальных и расчетных данных средняя относительная погрешность составляет 7,11%.

Ключевые слова: минимальное давление смешиваемости, газовое заводнение, алгоритм оптимизации.

Minimum miscibility pressure (MMP) is a key parameter in determining whether crude oil and gas are completely miscible. MMPs of gas and six oil samples are determined experimentally using a model in the form of thin tube. An improved mathematical model built with 97 data groups on MMPs of hydrocarbons (18 groups for dry gas flooding and 79 groups for fat gas flooding) is proposed for determining MMPs. The obtained model is universal, and is a function of reservoir temperature, mean molecular mass of C_{7+} oil residue, mole fraction of volatile (CH_4 and N_2) and intermediate components (CO_2 , H_2S , C_2-C_6) of oil and injected gas. Comparison of the proposed model with widely used empirical models shows high convergence of experimental and calculated data when calculated by the developed model, the average relative error being 7.11%.

Key words: minimum miscibility pressure, gas flooding, optimization algorithm.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ПРОСКАЛЬЗЫВАНИЯ ГАЗА В ПОРОВОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПЛОТНЫХ ПЕСЧАНИКОВ ПРИ НАЛИЧИИ ВОДНОЙ ФАЗЫ

Лэй Ган, Дун Пинчуань, Мо Шаюань, Ву Цзисэнь

China University of Petroleum (Beijing, China),

E-mail: 2011312058@student.cup.edu.cn

По сравнению с радиусом поровых каналов в плотных песчаниках, средняя длина свободного пробега молекулы не является ничтожно малой величиной, которую можно не учитывать. В результате этого эффект проскальзывания газа (эффект Клинкенберга) в плотных песчаниках очень значителен и должен учитываться. Цель данной работы — с помощью аналитического выражения показать влияние параметров структуры порового пространства и температуры на коэффициент скольжения газа с учетом водонасыщенности плотных песчаников. Математическая модель, включающая водонасыщенность, была выведена из теории фракталов. Результаты расчета коэффициента скольжения газа (константы Клинкенберга) по предложенной модели хорошо согласуются с экспериментальными данными, представленными в литературе. Кроме того, исследовано влияние параметров структуры порового пространства и температуры на коэффициент скольжения газа при различных значениях водонасыщенности. Коэффициент скольжения коррелирует с фрактальной размерностью извилистости поровых каналов при высоких значениях водонасыщенности. Это отличает полученную аналитическую модель от однофазной, не учитывающей влияние водонасыщенности.

Ключевые слова: теория фракталов, микроструктура, водонасыщенность, скольжение газа, плотный песчаник.

Compared to micro/nano-scale pore throat radius in tight sandstones, the mean gas molecule free path length is no longer negligible. Because of this, gas slippage (Klinkenberg effect) in tight sandstones is quite significant and cannot be ignored. The purpose of this work is to show, using an analytical expression (mathematical model), the influence of the parameters of the porous space structure and temperature on the gas slippage factor, taking account of water saturation of tight sandstones. The model that includes water saturation is derived from the fractal theory. The gas slippage factors (Klinkenberg constants) calculated by the proposed model agree with the experimental data reported in the literature. Also, the effect of porous space structure and temperature on the gas slippage factor is studied at different water saturations. The gas slippage factor correlates with the fractal dimension of pore channel tortuosity under high water saturations. This distinguishes the derived analytical model from the single-phase one that ignores the water saturation effect.

Key words: fractal theory, microstructure, water saturation, gas slippage, tight sandstone.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА РАБОТЫ СКВАЖИНЫ В ПЛАСТАХ С ПОДОШВЕННОЙ ВОДОЙ, КОТОРЫЕ ИНИЦИИРУЮТ ПРОЦЕСС ГРЕБНЕОБРАЗОВАНИЯ

Юэ Пин¹, Чень Сяофань¹, Лю Хаохань^{1,2}, Цзя Ху¹

¹Southwest Petroleum University (Chengdu, Sichuan, China),

²Sichuan College of Architectural Technology (Deyang, China),

E-mail: yuepingaa@126.com

В соответствии с описанием динамического процесса образования гребней подошвенной воды в горизонтальных скважинах было определено начальное состояние, предшествующее началу подъема воды. Приведены формулы, помогающие понять суть процесса образования гребня подошвенной воды, направленного к горизонтальной скважине, и проанализировать процесс гребнеобразования в зависимости от дебита скважины. Цель работы — улучшить понимание процесса образования гребней подошвенной воды по направлению к горизонтальной скважине.

Ключевые слова: горизонтальная скважина, нефтяной пласт с подошвенной водой, образование гребня воды, критический дебит, иницирующий подъем воды дебит.

In accordance with the description of the process of dynamic bottom water cresting to horizontal wells, it is proposed that there is a startup state before the water rise. Formulas are given to calculate the production parameters that trigger the startup state. These formulas help understand the essence of bottom water cresting to horizontal wells and analyze the cresting process as a function of well production. The purpose of this work was to get a better the understanding of bottom water cresting to horizontal wells.

Key words: horizontal well, bottom water reservoir, water cresting, critical production rate, startup rate.

РАЗРАБОТКА И ПРИМЕНЕНИЕ ЗАБОЙНОЙ СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМА БУРЕНИЯ

Ма Тяньшю, Чень Пин

Southwest Petroleum University (Chendu, China),

E-mail: matianshou@126.com

Разработана система измерения параметров режима бурения (ПРБ) в реальном времени, которая может работать в забойных условиях на глубине нескольких тысяч метров. К ПРБ относятся нагрузка на долото, крутящий момент на долоте и боковое (отклоняющее) усилие на долоте. Описаны проектирование структуры и параметров датчиков, калибровка датчиков и результаты полевых испытаний. Для измерения ПРБ в реальном времени на забое спроектированы четыре отдельных мостовых тензодатчика и измерительная система. Измеренные значения осевой нагрузки превышают рассчитанные исходя из веса на крюке. Следовательно, реальная нагрузка на долото выше, чем расчетная по данным станции геолого-технических исследований (ГТИ). Крутящий момент на долоте также выше, чем по данным ГТИ. Предложенный измерительный инструмент может использоваться как при бурении роторной управляемой системой, так и при традиционном бурении. Измеренные значения нагрузки и момента на долоте также могут быть использованы для анализа вибрации бурильной колонны.

Ключевые слова: измерение забойных параметров во время бурения, параметры режима бурения, нагрузка на долото, момент на долоте, боковое усилие на долоте.

A system capable of operating in downhole conditions at depths of several thousand meters is developed for measuring drilling engineering parameters (DEP) in real time. The aim is to monitor DEP during drilling, which include the weight on the drill bit (WOB), torque on the drill bit (TOB), and lateral force on the drill bit. The design of the structure and parameters of the sensors, calibration of the sensors, and the field test results are described. Four separate strain gages and a measuring system are designed to measure DEP at the downhole during drilling in real time. The field tests show that the designs are sound. The measured axial force is greater than the calculated, which means that the real WOB is higher than the logging WOB, and TOB is greater than the logging torque, so that the survey instruments can meet the requirements of rotary steerable drilling and conventional drilling. The measured WOB and TOB data can also be used to analyze drill string vibrations.

Key words: measurement of downhole parameters during drilling, drilling engineering parameters (DEP), weight on bit, torque on bit, lateral force on bit.

АНАЛИЗ КРИТИЧЕСКИХ ИЗГИБАЮЩИХ И КОНТАКТНЫХ НАГРУЗОК, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА КОЛТЮБИНГ ПРИ РАБОТАХ В ВЕРТИКАЛЬНОЙ СКВАЖИНЕ МАЛОГО ДИАМЕТРА

Хоу Сюэцзунь^{1,2}, Хе Цзя², Сунь Тэньфэй³

¹Chongqing University of Science and Technology (Chongqing, China)

²Texas A&M University (College Station, TX, USA),

³CNOOC Research Institute (Beijing, China),

E-mail: xuejun_hou_2013@163.com

Проведен детальный анализ условий работы колтюбинга (КТ) в вертикальной скважине малого диаметра, с использованием разработанных моделей рассчитаны критические изгибающие и связанные с ними контактные нагрузки на колонну КТ различных диаметров. Изучены зависимости критических изгибающих нагрузок и соответствующих им контактных нагрузок от различных параметров. Результаты показывают, что критическая изгибающая нагрузка растет с диаметром КТ, длина витка КТ возрастает с увеличением диаметра КТ и уменьшением кольцевого зазора между КТ и стенками скважины. Контактная нагрузка между КТ и стенками скважины увеличивается с ростом осевой сжимающей нагрузки и снижается с ростом диаметра КТ. Для снижения сил трения и контактной нагрузки следует выбирать КТ большего размера и меньшие сжимающие нагрузки, сохраняя при этом достаточную величину кольцевого зазора.

Ключевые слова: скважина малого диаметра, колтюбинг, синусоидальный изгиб, спиральный изгиб, критическая нагрузка, контактная нагрузка.

The microhole technology is a novel technology for wellbore diameters less than 88.9 mm with coiled tubing (CT) as the tubing string for downhole operations. Due to small microhole diameter, the CT cannot rotate in the downhole and so a sliding force is needed to trip the CT into the microhole. As a result, high friction is generated between the CT and the wellbore. Problems, such as buckling and even seizure, occur under compressive load and this severely impairs downhole operations of the CT in the microhole. In this work, a detailed analysis is made of the CT operation conditions in small-diameter vertical wellbore, the critical buckling and associated contact loads on the CT string of various diameters are calculated using well-developed models, and the dependence of the critical buckling and the corresponding contact loads on various parameters are studied. The results show that the critical buckling load increases with the CT diameter and the coil pitch width increases with the CT diameter increase and decrease of the annular clearance between the CT and the wellbore wall. The contact load between the CT and the wellbore wall increases with increase of axial compressive load and decreases with increase of CT diameter. To reduce friction and contact load and to trip the CT smoothly into vertical microholes, CT of larger diameter and smaller compressive load should be selected, keeping the annular clearance wide enough.

Key words: microhole, vertical well, coiled tubing, sinusoidal buckling, helical buckling, critical load, contact load.

О ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОТНОСИТЕЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ МАСЛЯНЫХ ФРАКЦИЙ ПО ФОТОИЗОБРАЖЕНИЯМ

М. Ю. Долматов^{1,2}, Д. О. Шуляковская², Р. С. Мананов²

¹Уфимский государственный нефтяной технический университет,

²Уфимский государственный университет экономики и сервиса,

E-mail: shibaeva@bk.ru

Показана возможность дистанционного определения относительной плотности масляных фракций по фотоизображениям. Установленная зависимость между цветовыми характеристиками и плотностью может быть применена при оперативном контроле качества масляного сырья на нефтеперерабатывающих производствах.

Ключевые слова: масляная фракция, плотность, фотоизображение, цветовые характеристики.

The possibility of remote determination of relative density of lubricating oil fractions from photoimages is shown. The established correlation between the color characteristics and the density can be applied for operational control of the oil quality at oil refineries.

Key words: lubricating oil fraction, density, photoimage, color characteristics.

МАЛООБЪЕМНЫЙ ВИСКОЗИМЕТР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КИНЕМАТИЧЕСКОЙ ВЯЗКОСТИ ЖИДКИХ СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Б. И. Ковальский, О. Н. Петров, В. Г. Шрам, М. Н. Артёмов

Сибирский федеральный университет,

E-mail: shram18rus@mail.ru

Разработан малообъемный вискозиметр для измерения вязкости смазочных масел в диапазоне температур от 40 до 140°C. Представлен принцип действия вискозиметра, заключающийся в измерении продолжительности погружения шара в стакан с исследуемым маслом. Продолжительность перемещения шара в жидкости измеряется и регистрируется цифровым индикатором. Приведены результаты тарировки и измерения вязкости различных масел.

Ключевые слова: кинематическая вязкость, малообъемный вискозиметр, вязкостно-температурные свойства.

A small-volume viscometer has been developed for measuring viscosity of lubricating oils in the 40-140° cut range. The principle of the viscometer operation, which consists in measuring the duration of immersion of a ball into a beaker containing the test oil, is described. The time (rate) of motion of the ball in the liquid is measured and recorded by a digital indicator. The results of calibration and measurement of viscosity of various oils are reported.

Key words: kinematic viscosity, small volume viscometer, viscosity-temperature properties.