СССР

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

НЕФТЬ. МЕТОД ЛАБОРАТОРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ НЕФТИ И ГАЗА ПО ЗАВИСИМОСТИ НАСЫЩЕННОСТИ ОТ КАПИЛЛЯРНОГО ДАВЛЕНИЯ

ОСТ 39-204-86

Издание официальное

Миннефтепром
Москва

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ ПРИКАЗОМ Министерства нефтяной промышленности от 29.07. 1986 г. № 430

ИСПОЛНИТЕЛИ: М.Л.Сургучев, М.Д.Розенберг, А.Г.Ковалев, В.С.Уголев, В.П.Юрчак, В.В.Покровский, В.В.Кузнецов, Т.М.Максимова, Р.С.Аракелов

СОИСПОЛНИТЕЛИ: В.П.Сонич, Б.И.Тульбович, В.П.Митрофанов, К.И.Багринцева, В.И.Петерсилье

СОГЛАСОВАН

Министерством нефтяной промышленности

Главное техническое управление — Г.И.Григоращенко

Главное управление по геологии и разработке нефтяных месторождений — Н.Н.Лисовский

Всесоюзный научно-исследовательский институт организации, управления и экономики нефтегазовой промышленности (ВНИИОЭНГ) — И.А.Десятников

Министерством газовой промышленности

Заместитель начальника геологического управления — М.П.Овчинников

Министерством геологии СССР

Заместитель начальника Технического управления — И.И.Малков

Государственной Комиссией по запасам полезных ископаемых при Совете Министров СССР (ГКЗ СССР)

Заместитель начальника отдела нефти и газа — А.В.Абрамов

УДК 553 98 543 06 Группа А 29

ОТРАСЛЕВОЙ СТАНДАРТ

НЕФТЬ. МЕТОД ЛАБОРАТОРНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОЙ ВОДОНАСЫЩЕННОСТИ КОЛЛЕКТОРОВ НЕФТИ И ГАЗА ПО ЗАВИСИМОСТИ НАСЫЩЕННОСТИ ОТ КАПИЛЛЯРНОГО ДАВЛЕНИЯ

ОСТ 39-204-86
Введен впервые

ОК СТУ 0209

Приказом Министерства нефтяной промышленности
от 29.07. 1986 г. № 430 срок введения установлен
с I января 1987 г.

Настоящий стандарт распространяется на методы лабораторных исследований пород-коллекторов, слагающих продуктивные пласты нефтяных месторождений, с целью определения их начальной нефтеводонасыщенности по керну с учетом превышения объекта исследования над водонефтяным контактом в этом же пласте и коллекторских свойств.

Стандарт не распространяется на специальные исследования, предусматривающие определения содержания в породе связанной воды или устанавливающие взаимосвязь порометрических и кондуктометрических характеристик и водосодержания пород, а также капиллярного перераспределения воды в поровом пространстве неоднородных пористых сред и степени промытости пластов при продвижении фронта воды

Издание официальное ГР 8385836 86 09 03 Перепечатка воспрещена

в процессе разработки. Стандарт не регламентирует лабораторные определения остаточной воды в породах, содержащих включения высокомолекулярных углеводородов в твердом виде и органические вещества.

Стандарт обязателен для всех организаций отрасли, осуществляющих лабораторные исследования пород-коллекторов нефти и газа.

I. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

I.I. Лабораторные методы определения остаточной водонасыщенности пород-коллекторов нефти и газа должны обеспечить получение исходных данных для подсчета запасов и проектирования разработки нефтяных залежей и месторождений. Значение остаточной водонасыщенности в исследуемом образце определяется отношением объема воды, содержащейся в пустотном пространстве при определенных условиях испытания, к полному объему пустотного пространства в этих же условиях

$$S_{в.ост.} = \frac{V_{в.ост.}}{V_п} \qquad (I.I)$$

где $S_{в.ост.}$ - водонасыщенность остаточная, доли единицы;

$V_п$ - объем пустотного пространства образца породы, $см^3$;

$V_{в.ост.}$ - объем воды в образце породы, $см^3$.

I.2. Определение остаточной водонасыщенности реализуется прямым и косвенными методами.

I.2.I. При определении остаточной водонасыщенности прямым методом объектом испытания могут быть образцы пород, отобранные из необводненного продуктивного интервала при использовании в качестве промывочных жидкостей растворов на нефтяной основе (РНО) или нефильтрующихся в пористую среду систем, надежно законсервированные (в полиэтиленовую пленку, марлю с парафином или в емкостях с промывочной жидкостью) непосредственно на буровой и достав-

ленные в лабораторию с соблюдением соответствующих предосторожностей (при ограниченном сроке хранения).

I.2.2. Оценка остаточной водонасыщенности пород-коллекторов по данным прямых измерений является наиболее достоверной в зоне предельного нефтегазового насыщения и достаточно надежной в зоне недонасыщения, но при отборе керна на отметках, соответствующих интервалу притока безводной нефти.

I.2.3. При соблюдении соответствующей технологии отбора керна и применения в качестве промывочных жидкостей систем, непроникающих в породу и исключающих довытеснение остаточной воды из поровых каналов, для определения величины остаточной водонасыщенности допускается использование образцов из переходной зоны пласта, где остаточная вода может быть подвижной (скважины при испытании дают нефть с водой).

I.2.4. При определении остаточной водонасыщенности в лабораторных условиях косвенными методами допускается использование образцов пород, отобранных из продуктивного интервала на любой стадии разработки месторождения и при использовании любых промывочных растворов, обеспечивающих сохранение характеристики смачиваемости породы-коллектора, или после проведения тщательной их экстракции, практически не изменяющей естественную характеристику смачиваемости, присущую породам данного литологического состава.

I.3. В зависимости от наличия и состояния объектов испытания могут проводиться прямые определения остаточной воды по образцам, отобранным при использовании РНО и различных нефильтрующихся систем, и косвенные. Результаты испытания образцов косвен-

ными методами приводятся к условиям залегания в соответствии с зависимостью водонасыщенности от величины капиллярного давления, в том числе выражаемого положением рассматриваемых точек над зеркалом воды.

I.4. Условием надежности данных определения остаточной водонасыщенности образцов пород-коллекторов, отобранных в разных по высоте зонах над зеркалом воды при использовании прямого метода является соответствие характера изменения значений водонасыщенности образцов семейству типичных кривых, выражающих зависимость $P_к = f(S_{в.ост.})$ для различных проницаемостей (К) или пористости (m).

I.5. Условием применимости косвенного метода для определения содержания остаточной воды в породах-коллекторах нефти и газа является возможность получения данных, достаточных для построения кривой, выражающей величину водонасыщенности в зависимости от капиллярного давления ($P_к$).

2. АППАРАТУРА, РЕАКТИВЫ И МАТЕРИАЛЫ

2.I. При определении остаточной водонасыщенности образцов пород следует применять следующее лабораторное оборудование:

круг отрезной алмазный по ГОСТ I0II0-78 Е ;

аппарат Сокслета по ГОСТ 25336-82 Е (СТ СЭВ 2945-8I) ;

электронагревательные устройства с закрытыми гнездами или конфорка к электроплите типа ЭШ-I по ГОСТ I49I9-83 Е ;

шкаф вытяжной по ГОСТ 23308-78 (СТ СЭВ 3552-82) ;

эксикатор типа по ГОСТ 23932-79 Е, ГОСТ 25336-82 Е ;

эксикатор вакуумный типа ЭВ по ГОСТ 23932-79 Е и ГОСТ 25336-82 Е (СТ СЭВ 2945-81) ;

воронка стеклянная делительная цилиндрическая емкостью 1-2 литра типа УШ по ГОСТ 23932-79 Е и ГОСТ 25336-82 Е (СТ СЭВ 2945-81) ;

кристаллизатор (диаметр 150 мм) по ГОСТ 23932-79 Е и ГОСТ 25336-82 Е (СТ СЭВ 2945-81) ;

краны стеклянные соединительные по ГОСТ 7995-80 Е ;

бумага фильтровальная по ГОСТ 12026-76 ;

станок вертикально сверлильный по ГОСТ 1227-79 Е ;

насос форвакуумный, обеспечивающий разряжение 10^{-3} мм рт.ст. марки ВВН-1,5 М ТУ 26-12-400-74 (ротационный) ;

шкаф сушильный с контактным термометром, обеспечивающим установку температуры в пределах от +50 °С до +115 °С с точностью ± 2°С ;

электрошкаф вакуумный сушильный СНБС-4,5. 3,4/3-ИИ СТ СЭВ 2945-81.

Допускается использование другого вспомогательного оборудования, технические характеристики которого соответствуют указанным выше.

Следует предусмотреть измерительные приборы:

весы лабораторные, аналитические, рассчитанные на навеску до 200 г и обеспечивающие точность взвешивания 0,001 г ;

термометр контактный по ГОСТ 9871-75 Е ;

термометр ртутный стеклянный лабораторный ТН-3 по ГОСТ 400-80 Е ;

манометры образцовые по ГОСТ 6521-72 (СТ СЭВ 3067-81), ГОСТ 8625-77 Е (СТ СЭВ 1637-79) ;

штангенциркуль по ГОСТ 166-80 (СТ СЭВ 704-77).

Допускается использовать другие средства измерения, если по точности и пределам измерений они не ниже указанных.

2.2. В процессе подготовки образца к испытанию, а также в процессе испытания следует применять реактивы:

толуол чда по ГОСТ 5789-78 ;

ксилол по ГОСТ 9410-78 ;

четыреххлористый углерод чда, хч по ГОСТ 4-84 ;

спирт этиловый по ГОСТ 18300-72, ГОСТ 17299-78 ;

бензол чда, хч по ГОСТ 5955-75 ;

хлороформ по ГОСТ 20015-74 ;

вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72 ;

натрий хлористый по ГОСТ 4233-77 ;

кальций хлористый безводный хч по ГОСТ 450-77,ГОСТ 4460-77;

силикагель марки АСК по ГОСТ 3956-76 ;

керосин по ГОСТ 4753-68 .

3. ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ И АППАРАТУРЫ К ИСПЫТАНИЮ

3.1. Объект испытания - образец породы претерпевает различные подготовительные операции в зависимости от метода проведения эксперимента.

3.1.1. При определении остаточной водонасыщенности с использованием дистилляционно-экстракционных приборов по образцам из законсервированного керна, отобранного из скважины при использовании в качестве промывочной жидкости РНО или нефильтрующихся систем, после разгерметизации, очистки от раствора и шлама, вы-

сверлить (в масле) цилиндр размером 30 х 30 мм. Допускается использовать цилиндры других размеров или куски керна произвольной формы из серединной части, если позволяет диаметр образца. Поместив испытуемый образец в бюкс, определить его массу на аналитических весах.

3.I.2. При определении остаточной водонасыщенности косвенным методом (капиллярнметрии или центрифугирования) образцы пород подготавливать к испытанию согласно ГОСТ 26450.0-85 - ГОСТ 26450.2-85 "Породы горные. Методы определения коллекторских свойств".

3.2. При определении остаточной водонасыщенности косвенными методами перед испытаниями провести проверку стеклянной аппаратуры на герметичность шлифов и различных соединений, соответствие градуировки ловушек заданной точности, тарировку полупроницаемых мембран и других элементов.

4. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ИСПЫТАНИЯ

4.I. Определение остаточной водонасыщенности прямым (дистилляционно-экстракционным) методом выполнять по следующей схеме.

4.I.I. Поместить образцы в аппараты Закса (после определения их массы на аналитических весах), залить в колбы на 2/3 их объема экстрагирующую жидкость - толуол. В отдельных случаях допускается использовать ксилол. Отрегулировав протекание охлаждающей воды через холодильник, включить нагревательные приборы.

4.I.2. Периодически фиксировать накопление воды в ловушке аппарата Закса, записывая данные в табл.I рекомендуемого приложения I .

4.I.3. При прекращении прибавления воды в ловушке прибора Закса поместить образец в аппарат Сокслета и экстрагировать тяжелые углеводородные и органические остатки более сильными экстрагентами (спирто-бензольная смесь, четыреххлористый углерод).

4.I.4. Произвести определение открытой пористости по ГОСТ 26450.0-85 - ГОСТ 26450.2-85 или по ОСТ 39-I8I-85 "Нефть. Метод лабораторного определения пористости углеводородосодержащих пород" с вычислением объема пустотного пространства образца.

4.I.5. Определить значение остаточной водонасыщенности образца по формуле (I.I).

4.I.6. Ввести поправку в значения остаточной водонасыщенности, учитывающую уменьшение объема пор за счет выпадения солей при испарении воды по формуле

$$S_{в.ост.ис.} = S_{в.ост.} \cdot \frac{\gamma_в \left(I + \frac{C}{I00 - C}\right)}{\gamma_р \left(I + \frac{S_{в.ост.} C \gamma_в}{\gamma_с (I00 - C)}\right)}, \quad (4.I)$$

где $S_{в.ост.ис.}$ - остаточная водонасыщенность с учетом сухого остатка солей, доли единицы ;

$\gamma_в$ - плотность дистиллированной воды, г/см^3 ;

$\gamma_р$ - плотность минерализованной воды, насыщающей образец, г/см^3 ;

$\gamma_с$ - плотность соли или средняя плотность солей, растворимых в минерализованной воде, г/см^3 ;

С – содержание солей в 100 г минерализованной воды в керне, % весовые.

4.1.7. Допускается для экстренных определений количества остаточной воды в образцах пород, неимеющих влагосодержащих минералов, использовать реторту при поддержании температуры прогрева до 200 °С .

4.2. *Определение остаточной водонасыщенности капиллириметрическим* методом (полупроницаемой мембраны) выполнять по следующей схеме.

4.2.1. Образец породы цилиндрической или правильной призматической формы с известными физическими свойствами, насыщенный минерализованной или пластовой водой, после определения массы установить на полупроницаемую мембрану в герметичной камере капиллириметра, обеспечив надежный контакт образца и мембраны.

4.2.2. В камере капиллириметра создать избыточное давление и фиксировать количество вытесненной (дренированной) из образца воды с помощью бюретки (или специального бикса), соединенной с нижней частью камеры, т.е. с пространством под полупроницаемой мембраной, либо взвешиванием образцов при групповом дренировании. При прекращении оттока воды из образца увеличить давление в камере на определенную величину и снова записать количество выходящей из образца воды.

Ступенчатое увеличение давления в камере продолжать до тех пор, пока не прекратится приращение объема воды в мерной бюретке при выдержке образца в течение определенного времени или достижения давления, близкого давлению прорыва для данной полупроницаемой мембраны. Число ступеней приращения капиллярного давления определять в зависимости от коллекторских свойств породы, в част-

ности, от величины пористости и проницаемости, но не менее 5 .

4.2.3. После окончания испытания образец извлечь из камеры и определить его массу на аналитических весах для оценки количества остаточной воды ($S_{в.ост.}$) при максимальном давлении вытеснения (капиллярном давлении).

4.2.4. При использовании в качестве вытесняющего агента в капилляриметре углеводородной жидкости содержание остаточной воды в образце после испытания определять либо весовым спооообом, либо в приборе Закса или реторте.

4.2.5. Рассчитать остаточную водонасыщенность по формуле

$$S_{в.ост.} = \frac{V_п - V_{в.выт.}}{V_п} , \qquad (4.2)$$

где $V_{в.выт.}$ - объем воды, вытесненной из образца, определенной по мерной бюретке или взвешиванием, $см^3$.

4.2.6. Значения остаточной водонасыщенности, полученные после испытания образца весовым способом или в приборе Закса, использовать для корректировки количества вытесненной из образца воды при промежуточных значениях $P_к$. Скорректированные данные об остаточной водонасыщенности образцов поместить в табл.2 рекомендуемого приложения 2.

4.3. Определение остаточной водонасыщенности методом центрифугирования предусматривает использование различных центрифуг с рабочими параметрами (число оборотов, радиус вращения образцов), позволяющими создавать центробежные ускорения, соответствующие значениям капиллярного давления, достаточными для достижения не снижаемой остаточной водонасыщенности для исследуемых пород при термостатировании камеры с вращающимся ротором.

4.3.I. Образцы пород цилиндрической формы, подготовленные к испытанию по ГОСТ 26450.0-85 - ГОСТ 26450.2-85, насыщенные пластовой водой или её моделью, поместить в герметичные стаканчики, смонтированные стаканчики установить в центрифугу.

4.3.2. Капиллярное давление при определении остаточной воды в образце породы методом центрифугирования определять по формуле

$$P_к = I{,}09 \cdot I0^{-9} \Delta\gamma n^2 \left(\frac{9r\ell + 4\ell^2}{36} \right), \quad (4.3)$$

где $P_к$ - капиллярное давление, МПа ;

$\Delta\gamma$ - разность плотностей флюидов, г/см^3 ;

n - скорость вращения ротора, об/мин ;

r - радиус вращения образца, см ;

ℓ - длина образца, см .

Применение других формул, определяющих зависимость капиллярного давления от числа оборотов возможно только при эталонировании зависимости $P_к = f(S$ в.ост.), полученной по данным определения остаточной водонасыщенности методом полупроницаемой мембраны при использовании одних и тех же образцов.

4.3.3. При проведении испытания с целью получения данных остаточной водонасыщенности при разных капиллярных давлениях на центрифугах со стробоскопическим устройством, количество отжатой воды и момент прекращения вытеснения воды из образца при данном числе оборотов (капиллярном давлении) фиксировать визуально без остановки центрифуги (при условии надежного наблюдения границы раздела в мерной пробирке). Последующие увеличения числа оборотов ротора также производить без остановки центрифуги.

4.3.4. При использовании центрифуги без стробоскопического устройства количество воды, вытесненной из образца при заданном числе оборотов (капиллярном давлении) определять по мерному стаканчику или взвешиванием образца (в бюксе) после остановки центрифуги.

4.3.5. Вращение образцов при каждом заданном числе оборотов на центрифуге без стробоскопического устройства продолжать в течение 60 минут.

4.3.6. Перед последующим вращением образцов при большем числе оборотов записать в таблицу данные об объеме вытесненной воды ($V_{в.выт.}$) путем определения изменения массы образца на аналитических весах и рассчитать по формуле

$$V_{в.выт.} = \frac{M_I - M_2}{\gamma_в} \qquad (4.4)$$

где M_I – масса образца породы, полностью насыщенного водой, г;

M_2 – масса образца породы после извлечения его из центрифуги, г;

$\gamma_в$ – плотность воды, насыщающей образец, г/см^3 .

Величины водонасыщенности определять при нескольких значениях капиллярного давления (числе оборотов) в зависимости от коллекторских свойств породы, в частности, от величины пористости и проницаемости, но не менее 7 .

4.3.7. Данные о водонасыщенности образцов при определенных значениях капиллярного давления поместить в табл.3 рекомендуемого приложения 3.

5. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ

5.I. Для зоны предельного нефтегазонасыщения, границы которой устанавливать по данным геофизических исследований скважин (ГИС), остаточная водонасыщенность равна неснижаемой водонасыщенности образцов пород при определении её косвенными методами или величине $S_{в.ост.}$ по результатам прямого метода.

5.2. С целью использования информации об остаточной водонасыщенности для обоснования подсчетных параметров при разведке и разработке нефтяных месторождений построить графики зависимости $S_{в.ост.}$ от пористости, проницаемости и других фильтрационно-емкостных параметров пород-коллекторов.

5.3. Для зоны непредельного нефтегазонасыщения остаточную водонасыщенность определять по данным прямого метода.

5.4. В зоне недонасыщения или двухфазной фильтрации косвенные методы дают приближенную оценку остаточной водонасыщенности, и обработка данных заключается в следующем.

5.4.I. Построить графики, выражающие зависимость $P_к = f(S_{в.ост.})$ для различных по проницаемости (пористости) групп образцов.

5.4.2. Полученные кривые капиллярного давления, пересчитать в кривые изменения величин остаточной водонасыщенности в зависимости от высоты (H) над уровнем нулевого капиллярного давления по формуле

$$P_к = \frac{H \sigma_{лаб} \Delta \gamma_{пл}}{I0 \sigma_{пл}} \qquad (5.I)$$

где H – высота над уровнем нулевого капиллярного давления (зеркала воды), м ;

$\sigma_{лаб}$, $\sigma_{пл}$ - поверхностное натяжение на границе раздела двух фаз в лабораторных и пластовых условиях соответственно, Н/м ;

$\Delta\gamma_{пл}$ - разность плотностей двух фаз (воды и нефти) в пластовых условиях, г/см^3 .

5.4.3. Используя информацию об отметке водонефтяного контакта или уровня нулевого капиллярного давления *) для изучаемой залежи, выполнить привязку высоты (Н) к реальному разрезу и определить по зависимости $S_{в.ост.} = f(H)$ с учетом значения проницаемости (пористости) исследуемого пласта-коллектора и его глубины залегания величину остаточной водонасыщенности.

5.4. В некоторых случаях целесообразно в значения остаточной водонасыщенности вводить термобарическую поправку. В рекомендуемых приложениях 4 и 5 приведены номограммы для определения термобарических поправок применительно к полимиктовым породам месторождений Западной Сибири, залегающих на глубинах более I600 м.

6. ТРЕБОВАНИЯ К ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ

6.I. При определении в лабораторных условиях остаточной водонасыщенности коллекторов нефти и газа точность регламентируется точностью измерения величин, входящих в расчетные формулы, и за счет технологических операций при проведении испытания керна.

---

*) Эту информацию получают по данным ГИС, испытаний скважин и измерения относительных фазовых проницаемостей; способы ее получения в настоящем стандарте не рассматриваются.

Исходя из расчетной формулы (I.I) определения остаточной водонасыщенности образца породы дистилляционно-экстракционным методом, относительная погрешность $\Delta S_{в.ост.} / S_{в.ост.}$ складывается из относительных погрешностей измерения указанных величин

$$\frac{\Delta S_{в.ост.}}{S_{в.ост.}} = \frac{\Delta V_{в.ост.}}{V_{в.ост.}} + \frac{\Delta V_{п}}{V_{п}} \qquad (6.I)$$

При точности определения объема воды в ловушке аппарата Закса до 0,I $см^3$ и определения объема пор с точностью 0,00I относительная погрешность измерения остаточной водонасыщенности образца составит не более $\pm$ 4 % .

6.2. При определении остаточной водонасыщенности образца капилляриметрическим методом согласно формуле (4.2) относительная погрешность складывается из относительных погрешностей измерения объема вытесненной воды в бюретке и объема пор образца

$$\frac{\Delta S_{в.ост.}}{S_{в.ост.}} = \frac{\Delta V_{в.выт.}}{V_{в.выт.}} + \frac{\Delta V_{п}}{V_{п}} \qquad (6.2)$$

Соответственно относительная погрешность при расчете остаточной водонасыщенности составит не более $\pm$ 2,5 % .

6.3. Оценка остаточной водонасыщенности методом центрифугирования осуществляется по формуле (4.3), следовательно, погрешность измерения сложится за счет определения используемых параметров

$$\frac{\Delta P_{к}}{P_{к}} = \frac{\Delta \gamma}{\gamma} + \frac{2\Delta n}{n} + \frac{9 l \Delta \gamma + 9 \gamma \Delta l + 8 l \Delta l}{9 \gamma l + 4 l^2} \qquad (6.3)$$

Относительная погрешность определения аналитических величин не должна превышать $\pm$ 2,5 %. Относительные погрешности определения остаточной водонасыщенности за счет технических данных различных марок центрифуг не должны превышать $\pm$ 4,0 %. Соответствен-

но в целом для рассматриваемого метода относительная погрешность определения остаточной водонасыщенности образца должна быть не более $\pm$ 6,5 % .

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ИСПЫТАНИИ ОБРАЗЦОВ

7.1. При наличии подготовленных маркированных образцов пород к испытанию перед началом работ проверить отсутствие трещин на аппаратах Сокслета и Закса, герметичность всех соединений, надежность закрепления и исправность электроплитки.

7.2. Экстракцию углеводородов из образцов производить в вытяжном шкафу с включенной вентиляцией.

7.3. Постоянно наблюдать за уровнем экстрагента в аппартах и не допускать полного испарения его из колбы. Доливать растворитель только при неработающем аппарате.

7.4. Следить за циркуляцией воды в холодильнике аппарата. В случае недостаточного напора или прекращения подачи воды аппарат немедленно выключить.

7.5. Подачу давления в капилляриметры осуществлять плавно, не допуская выброса жидкости через мерные бюретки.

7.6. Не допускать никаких ремонтных работ при включенной аппаратуре.

7.7. При вакуумировании образцов и рабочих жидкостей, стеклянные сосуды укрывать сеткой или полотенцем.

7.8. В лаборатории должен быть общий рубильник для отключения электроэнергии во всех точках работы с током. При пожаре все электрооборудование обесточить.

7.9. В лаборатории обязательно иметь огнетушитель, песок, кошму и другие средства пожаротушения.

7.10. При работе с токсическими растворителями предусмотреть охрану условий труда для женщин. Квалификационный уровень исполнителя работ по определению остаточной водонасыщенности образцов пород должен быть не ниже старшего инженера.

Директор М.Л.Сургучев

Зав.отделом стандартизации В.С.Уголев

Зав.отделом физико-гидродинамических основ разработки сложнопостроенных месторождений М.Д.Розенберг

Зав.отделом метрологии Р.С.Аракелов

Зав.лабораторией физики нефтяных коллекторов А.Г.Ковалев

Старший научный сотрудник В.П.Юрчак

Старший научный сотрудник В.В.Покровский

Старший научный сотрудник В.В.Кузнецов

Старший научный сотрудник Т.М.Максимова

СОИСПОЛНИТЕЛИ:

Миннефтепром

Пермский научно-исследовательский институт нефтяной промышленности (ПермНИПИнефть)

Зав.лабораторией Б.И.Тульбович

Старший научный сотрудник В.П.Митрофанов

Сибирский научно-исследовательский институт нефтяной промышленности (СибНИИ НП)

Начальник отдела В.П.Сонич

Мингео СССР

Всесоюзный научно-исследовательский геологический нефтяной институт (ВНИГНИ)

Зав.лабораторией К.И.Багринцева

Зав.лабораторией В.И.Петерсилье

ПРИЛОЖЕНИЕ I
Рекомендуемое

Результаты испытания образцов пород при определении остаточной водонасыщенности экстракционно-дистилляционным методом

Таблица I

Дата испытания	Лабораторный номер образца	Горизонт	Интервал отбора керна, м	Физические параметры образца		Масса образца, г		Объем, $см^3$		Остаточная водонасыщенность, %		Примечание
				проницаемость, $мкм^2$	пористость, %	до испытания	после испытания	пор образца, $V_{пор}$	воды в ловушке аппарата Закса, $V_{в.л}$	по результатам испытания, $S_{в.ост}$,	после введения поправок, $S_{в.ост.ис.}$	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Рекомендуемое

Результаты испытания образцов при определении остаточной водонасыщенности методом капиллярометрии

Таблица 2

Дата испытания	Температура воздуха, °С	Атмосферное давление, МПа	Лабораторный номер образца	Горизонт	Интервал отбора керна, м	Превышение положения пласта над уровнем нулевого капиллярного давления, H, м	Физические параметры образца			Плотность воды, насыщающей образец, г/см³	Перепад давления на полупроницаемой мембране (капиллярное давление), $P_к$, МПа	Капиллярное давление с учетом превышения над уровнем нулевого капиллярного давления, $P_к$, МПа	Объем воды, вытесненной из образца, $V_{в.выт.}$, см³	Остаточная водонасыщенность образца, $S_{в.ост.}$, %	Примечание
							Проницаемость, мкм²	Пористость, %	Объем пор, $V_{пор}$, см³						
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6

ПРИЛОЖЕНИЕ 3

Рекомендуемое

Результаты испытания образцов при определении остаточной водонасыщенности методом центрифугирования

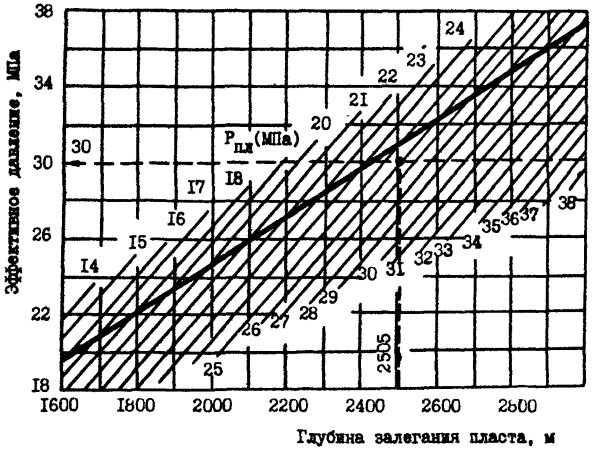
Таблица 3

Дата испытания	Лабораторный номер образца	Горизонт	Интервал отбора керна, м	Превышение положения пласта над уровнем нулевого капиллярного давления H, м	Физические параметры образца				Разность плотностей флюидов $\Delta\gamma$, т/см^3	Радиус вращения образца, r, см	Скорость вращения ротора, n, об/мин	Капиллярное давление, $P_к$, МПа	Капиллярное давление с учетом превышения над уровнем нулевого капиллярного давления, $P_к$, МПа	Объем воды, вытесненной из образца, $V_{в.выт.}$, см^3	Остаточная водонасыщенность образца, $S_{в.ост.}$, %	Примечание
					проницаемость, мкм^2	пористость, %	длина, l, см	объем пор, $V_{пор}$, см^3								
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3	I4	I5	I6	I7

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Рекомендуемое

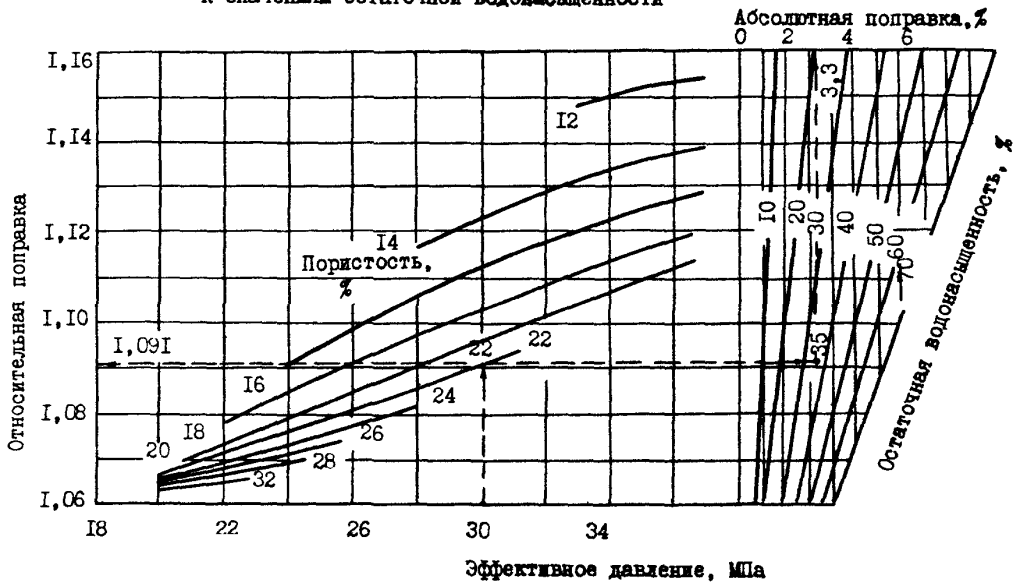
Номограмма для определения эффективного давления в интервале глубин 1600-3000 м



ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Рекомендуемое

Номограмма для определения термобарических поправок к значениям остаточной водонасыщенности



ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Изм.	Номера листов (страниц)				Номер документа	Подпись	Дата	Срок введения изменения
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

Ф П Л ~ 1,5 Тираж 500

Типография ХОЗУ Миннефтепрома зак 2534

gost.e-ecolog.ru