МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВСЕСОЮЗНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(ВНИИ)

М Е Т О Д И К А

РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА КИСЛОТ (СОЛЯНОЙ, ПЛАВИКОВОЙ, УКСУСНОЙ) ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН СКВАЖИН

РД 39-I- 438 -80

Москва- 1980 г.

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
ВСЕСОЮЗНЫЙ НЕФТЕГАЗОВЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
(ВНИИ)

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра
нефтяной промышленности

Э.М.Халимов

"1" IX 1980г.

М Е Т О Д И К А

РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА КИСЛОТ (СОЛЯНОЙ, ПЛАВИКОВОЙ, УКСУСНОЙ) ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН СКВАЖИН

РД 39-I- 438-80

1980г.

В работе приведены расчетные зависимости и порядок проведения расчетов при нормировании расхода кислот для обработки призабойной зоны скважин. Расчеты иллюстрируются примерами. Кроме того в работе даются краткие сведения по назначению кислотного воздействия, свойствам и требованиям к кислотам и реагентам на их основе.

Методика разработана во Всесоюзном нефтегазовом научно-исследовательском институте.

Руководящий документ

МЕТОДИКА РАСЧЕТА НОРМ РАСХОДА КИСЛОТ (СОЛЯНОЙ, ПЛАВИКОВОЙ, УКСУСНОЙ) ДЛЯ ОБРАБОТКИ ПРИЗАБОЙНЫХ ЗОН СКВАЖИН

РД 39-I-438-80.

Вводится впервые

Приказом Министерства нефтяной промышленности № 480 от 26.09.80 г.

Срок введения установлен с 15.II.80 г.

I. НАЗНАЧЕНИЕ КИСЛОТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

I.I. Обработка призабойной зоны в нефтедобывающих и водонагнетательных скважинах в период их освоения или ввода в эксплуатацию.

I.2. Обработка призабойной зоны в нефтедобывающих и водонагнетательных скважинах для повышения (интенсификации) их производительности.

I.3. Очистка фильтра и призабойной зоны скважин от образований, обусловленных процессами добычи нефти и закачки воды.

I.4. Очистка фильтра в призабойной зоне скважин от образований, вызванных процессами ремонта скважин.

I.5. Удаление образований на обсадных колоннах и в подземном оборудовании, обусловленных процессами эксплуатации скважин.

I.6. Инициирование других методов воздействия на призабойную зону пласта.

2. РЕАГЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ КИСЛОТНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

2.I. Базовыми реагентами, используемыми при кислотном воздействии являются соляная (хлористоводородная - HCl), плавиковая (фтористоводородная - HF) кислоты.

2.2. При освоении скважин и интенсификации притоков и закачки находят применение также и другие органические и неорганические кислоты - уксусная (CH_3COOH), сульфаминовая (NH_2SO_3H), серная (H_2SO_4) кислоты, а также смеси органических и неорганических кислот - глинокислота ($HCl + HF$), оксидат. Однако из-за ограниченного производства сульфаминовой, уксусной, лимонной кислот, а также из-за недоработок по регламентам, областям и условиям применения некоторых композиций практически применение на промыслах Советского Союза нашли соляная и глинокислоты и модифицированные составы на их основе.

2.3. Для защиты металла наземного и подземного оборудования, фильтра скважины, обсадных и насосно-компрессорных труб от кислотной коррозии используют ингибиторы кислотной коррозии. В частности, для соляной кислоты в качестве ингибиторов используют реагенты формалин, катапин, уротропин, уникол, ПБ-5, ингибитор И-I-А и др.

2.4. Для повышения охвата воздействием по толщине и простиранию продуктивных пластов применяют замедлители скорости реакции кислот с породой, загустители, загущенные реагенты, временно блокирующие материалы и гидрофобные эмульсии или кислотные

пены.

2.5. Для повышения фильтрующей способности кислотного раствора, составов на кислотной основе и предупреждения блокировки призабойной зоны продуктами реакции используют присадки, снижающие поверхностное натяжение на границе фаз (кислота-порода-нефть), в качестве которых используют поверхностно-активные вещества (ПАВ).

2.6. Выпадение из отреагированных растворов гелеобразных соединений железа и перекрытие ими проточных каналов предупреждается стабилизаторами кислотных растворов, например, уксусной или лимонной кислотами.

2.7. Образование гипсов при взаимодействии соляной кислоты с сульфатосодержащими карбонатными разностями предотвращается присадкой хлористого натрия, хлористого кальция или затворением кислотного состава на пластовой воде хлоркальциевого типа.

2.8. Дисперсионной средой для приготовления микроэмульсий являются сырые нефти или дизтопливо. Стабильность и термостабильность гидрофобных эмульсий повышается эмульгаторами, например, присадкой битума или аминосоединений, а снижается - деэмульгаторами, например, поверхностно-активными веществами неионогенного типа ОП.

3. ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА И ТРЕБОВАНИЯ К КИСЛОТАМ И РЕАГЕНТАМ НА ИХ ОСНОВЕ

3.I. Соляная (хлористоводородная) кислота.

3.I.I. Соляная кислота используется для повышения проницаемости карбонатных разностей нефтегазовых коллекторов.

3.I.2. Основными химическими реакциями при солянокислотной обработке карбонатных коллекторов являются:

$$CaCO_3 + 2HCl = CaCl_2 + H_2O + CO_2 \quad \text{(для известняков)}$$

$$CaMg(CO_3)_2 + 4HCl = CaCl_2 + MgCl_2 + 2H_2O + 2CO_2 \text{(для доломитов)}$$

3.I.3. В соляной кислоте, используемой при вс действии на призабойную зону скважин должны отсутствовать или содержаться в допустимых количествах примеси соединений железа, серной, фтористоводородной и фосфорной кислот, наличие которых при взаимодействии кислоты с породой приводит к образованию осадков в поровом пространстве коллектора.

3.I.4. Соединения железа, которые могут находиться в рабочем растворе по технологическим причинам производства кислоты или в результате коррозии емкостей для транспорта и хранения, подземного и наземного оборудования, в виде $FeCl_3$, после нейтрализации соляной кислоты в проточных каналах породы до величины остаточной кислотности с РН = 3,5, преобразовываются в объемный осадок гидрата окиси железа $Fe(OH)_3$ или основных его солей.

Поэтому содержание железа в кислоте ограничено ГОСТом 857-78 до 0,015%, а по ТУ 6-0I-7I4-77 - 0,03%.

3.I.5. Соляная кислота техническая синтетическая ГОСТ. 857-78, содержит до 0,03% сульфатов в пересчете на SO_4 . Большее содержание сульфатов приводит к образованию недопустимого количества гипса или безводного сульфата кальция, которые образуются при взаимодействии сульфатов с карбонатами кальция.

3.I.6. В соляной кислоте изготовленной из абгазов (ТУ-6--0I-7I4-77) содержится фтористый водород (марка Б, сорт 2),который при реагировании с карбонатами образует в поровом пространстве слаборастворимый осадок фтористого кальция (CaF_2). Поэтому для обработки карбонатных коллекторов используется абгазовая кислота Марки А и Марки Б I-го сорта, а кислота абгазовая Марки Б 2-го сорта пригодна лишь для глинокислотных обработок.

3.I.7. По содержанию хлора (концентрации) кислота соляная ингибированная должна удовлетворять требованиям:

- по ГОСТ 857-78 - не менее 35% марка А и не менее 3I,5% марка Б первый сорт;
- по ТУ 6-0I-7I4-77 - не менее 22% марка А; и не менее 20% марка Б.

3.I.8. Соляная кислота ингибируется ингибиторами ПБ-5; В-I; В-2, катапином и другими ингибиторами по согласованию с потребителем.

3.I.9. Каждая поставляемая партия соляной кислоты сопровождается документом, удостоверяющим ее качество и соответствие

требованиям ГОСТа или ТУ.

Документ содержит:

- наименование или товарный знак завода-изготовителя;
- название и марку продукта;
- номер партии;
- дату выпуска;
- вес нетто; количество мест;
- результаты проведенных испытаний, подтверждающие соответствие качества требованиям ГОСТа или ТУ;
- номер технических условий или ГОСТа.

3.I.I0. Приемка кислоты химбазой нефтяных предприятий должна проводиться в соответствии с правилами, которые включают отбор и анализ проб.

3.I.II. Пробоотборником производится отбор проб из каждой железнодорожной цистерны или контейнера со дна, из середины и сверху, а при поставках кислоты в бутылях отбор проб производится из 5% бутылей партии, но не менее чем из 3 бутылей при малых партиях.

3.I.I2. В качестве пробоотборника для отбора проб из контейнеров или бутылей используют стеклянную, винипластовую или фторопластовую трубку с грушей из резины. Из железнодорожных цистерн пробу отбирают при помощи пробоотборника с узким горлом, медленно погружая его до дна цистерны.

3.I.I3. Отобранные пробы соединяют вместе, тщательно перемешивают, а "среднюю" пробу в количестве 500 мл помещают в чистую сухую стеклянную банку с притертой пробкой.

На банку наклеивают этикетку с указанием завода-изготовителя, названия продукта, литера партии. даты и места отбора пробы.

Банку передают в лабораторию для проведения анализа.

3.I.I4. Анализ проб в лаборатории проводится по всем регламентируемым ГОСТом или Техническими условиями показателям по методикам контроля содержания компонента в кислоте.

3.I.I5 . При получении неудовлетворительных результатов анализа хотя бы по одному из показателей, проводят повторные испытания пробы, взятой из удвоенного количества мест той же партии.

Результаты повторных испытаний являются окончательными и основанием для рекламации.

3.I.I6. Срок хранения ингибированной соляной кислоты в железной таре с момента ее изготовления не более одного месяца. После чего требуется дополнительное введение ингибитора.

3.2.. Плавиковая кислота.

3.2.I. Плавиковая кислота применяется для растворения частиц силикатного материала цементирующего и скелетного вещества терригенных продуктивных коллекторов, поглощенных в процессе бурения или ремонтов глинистого или цементного растворов, а также материалов загрязняющих поверхность забоя в виде глинистой или цементной корки.

3.2.2. Взаимодействие плавиковой кислоты с силикатными материалами, кварцем и каолином происходит по реакциям:

$$SiO_2 + 4HF = 2H_2O + SiF_4\uparrow$$

$$H_4Al_2Si_2O_9 + 14HF = 2AlF_3 + 2SiF_4 + 9H_2O$$

3.2.3. Реакция с кварцем протекает медленно, а наиболее существенную роль при воздействии фтористоводородной кислоты на терригенные коллекторы оказывает ее взаимодействие с алюмо-

силикатами (например, каолином и др.) т.е. объектом воздействия плавиковой кислоты (HF) являются цементирующие силикатные разности - аморфная кремнекислота, глины и аргилиты.

3.2.4. Образовавшийся в результате приведенных в пункте 3.2.2. реакций фтористый кремний реагируя с водой в свою очередь образует гидрат окиси кремния, который по мере снижения кислотности раствора превращается из золя в студнеобразный гель, прочно запечатывающий поровое пространство.

3.2.5. Для предупреждения образования в поровом пространстве геля кремниевой кислоты плавиковая кислота при обработке терригенных коллекторов применяется только в смеси с соляной, при этом раствор соляной кислоты обеспечивает повышенную кислотность среды и предотвращает образование геля из гидрата окиси кремния, так как соляная кислота с соединениями кремния практически не реагирует.

3.2.6. Дезагрегирование и разрушение терригенного коллектора в зоне обработки глинокислотой предупреждается подбором оптимальных концентрацией HF в смеси и удельного расхода смеси.

Удельный объем и состав глинокислоты подбирается опытным путем, при этом по совокупности исследований за оптимальное количество составных частей в глинокислоте считают: содержание HF - от 3 до 5% и содержание HCl - от 8 до 10%, а удельный объем для первичных обработок глинокислотой ограничивается 0,3-0,4 $м^3$ на I м толщины (мощности) пласта.

3.2.7. Качество технической плавиковой кислоты регламентируется техническими условиями ТУ 608-236-77 по следующим основным показателям:

- содержание фтористого водорода (HF),%; не менее - 30;

- содержание кремнефтористоводородной кислоты,%; не более - 8,0;

- содержание серной кислоты,%; не более - 2,5.

3.3. Уксусная кислота.

3.3.I. Уксусная кислота применяется как реагент замедленного действия для обработки карбонатных коллекторов, а также в качестве добавки к HCl для замедления скорости реакции соляной кислоты и как стабилизатор кислотных растворов, предупреждающий выпадение в поровом пространстве пласта объемистого осадка гидрата окиси железа.

3.3.2. С карбонатами уксусная кислота взаимодействует по реакциям:

$$CaCO_3 + 2CH_3COOH = Ca(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

$$MgCO_3 + 2CH_3COOH = Mg(CH_3COO)_2 + H_2O + CO_2 \uparrow$$

при этом образуя хорошо растворимые в воде соединения.

3.3.3. Введение 4-5% от общего количества кислотной смеси уксусной кислоты в 4-4,5 раза замедляет скорость нейтрализации основной части кислотного раствора карбонатной породы пласта.

3.3.4. Дозировка уксусной кислоты для стабилизации кислотного раствора от выпадения железистых осадков определяется содержанием железа в рабочем кислотном растворе и составляет:

- при 0,0I - 0,I% железа - I,0% CH_3COOH;

- при 0.I - 0,3% железа - I,5% CH_3COOH;

- при 0.3 - 0,5% железа - 2,0-3,0% CH_3COOH.

3.3.5. При кислотном воздействии используют кислоту уксусную ГОСТ / 6968-76 /

4. НОРМИРОВАНИЕ РАСХОДА РЕАГЕНТОВ ПРИ КИСЛОТНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

4.I. Расчет норм расхода реагентов при кислотном воздействии производится для каждого конкретного случая отдельно в зависимости от вида кислотного воздействия, рецептуры кислотного состава, принятой технологии и геолого-промысловых условий.

4.2. Оптимальная рецептура кислотного состава и технология работ по кислотному воздействию определяются на основании совокупных лабораторных и промыслово-экспериментальных исследований, включающих изучение до и после кислотного воздействия:

- фильтрационных характеристик обработанных и необработанных образцов продуктивного коллектора;
- прочностных характеристик породы;
- совместимости кислотного состава с нефтью и пластовой водой.

4.3. Виды кислотного воздействия подразделяются на:

- кислотные ванны;
- внутрипластовые кислотные обработки;
- поинтервальные кислотные обработки;
- кислотный гидроразрыв пласта;**
- кислотно-гидромониторное воздействие.

** Кислотные обработки при давлениях образования искусственных или раскрытия естественных трещин в продуктивном пласте.

4.4. Основными геолого-промысловыми условиями, определяющими норму расхода кислоты, являются динамическая пористость, толщина (эффективная мощность) обрабатываемой зоны и глубина (радиус) обработки пласта по его простиранию, конструкция фильтра скважины, забойная температура.

4.5. Кислотные ванны проводятся в процессе первичного освоения скважин в период ввода их в эксплуатацию или при эксплуатации для удаления с фильтра скважины загрязняющих кислоторастворимых материалов.

4.6. Кислотные ванны предпочтительно применяются для очистки необсаженных фильтров скважин, в случаях обработок скважин, фильтр которых перекрыт обсадными трубами, используются кислотные составы пониженной коррозионной активности.

4.7. Потребность кислотного состава на кислотную ванну равна объему ствола скважины в интервале обработки и определяется из соотношения:

$$V'_{к.с.} = 0,785 \cdot Д^2_{см} \cdot H \qquad (I)$$

где: $V'_{к.с.}$ - потребный объем кислотного состава.....м^3;

$Д_{см}$ - диаметр скважины или внутренний диаметр обсадной трубы.....м;

H - толщина интервала обработки.....м.

4.8. Внутрипластовые кислотные обработки проводятся для повышения проницаемости всей толщи продуктивных коллекторов и удаления загрязнений из призабойной зоны.

4.9. Потребный объем кислотного состава для внутрипластовой обработки определяется из соотношения:

$$V_{к.с.}^{2} = \pi H m (R_{об}^{2} - r_{см.}^{2}) \qquad (2)$$

где: $V_{к.с.}^{2}$ - потребный объем кислотного состава..... м^{3};

H - толщина обрабатываемого интервала..... м;

m - пористость (эффективная) пород.....в долях единиц;

- радиус (глубина) обработки.....м;

- радиус скважины.....м.

4.I0. Значение параметров H, m и $R_{об.}$ в формуле 2 определяется для каждого конкретного случая, при этом:

- H, принимается равной эффективной толщине продуктивных отложений вскрытых данной скважиной и определяется по данным каротажа;

- m , принимается равной величине эффективной пористости, значение которой для основных типов коллекторов изменяется в диапазоне I0-32% для поровых коллекторов; 3-24% - для трещиновато-поровых и 0,5-I,5% - для трещиноватых коллекторов;

- $R_{об.}$, определяется по данным геофизических и гидродинамических исследований и соответствует глубине по простиранию блокирующей зоны или задается по опыту работ.

4.II. Поинтервальные кислотные обработки проводятся для ввода в разработку не охваченных отбором или закачкой участков продуктивной толщи.

4.I2. Потребный объем реагентов для поинтервальной обработки определяется по формуле 2, однако значение "H" принимается в этом случае равным толщине обрабатываемого пропластка, который при обработке отсекается от остальной части продуктивной толщи пакерами и механическими или насыпными пробками.

Временное руководство по освоению и повышению производительности скважин на нефтяных месторождениях БССР.

4.I3. Кислотный гидроразрыв пласта проводится в плотных коллекторах доломитах и доломитизированных известняках с целью увеличения глубины обработки по простиранию продуктивного пласта.

4.I4. Потребный объем кислотного состава или нефтекислотной эмульсии при кислотном гидроразрыве определяют из соотношений

$$V^{3}_{к.с.} = T_{кр} \cdot q_{зак.} \qquad (3)$$

$$V^{4}_{к.с.} = T_{с.э.} \cdot q_{зак.} \qquad (4)$$

где:

$V^{3}_{к.с.}$ - потребный объем кислотного состава.....м^3;

$T_{кр.}$ - время нейтрализации раствора..... мин;

$q_{зак.}$ - темп закачки реагента.....м^3/мин;

$V^{4}_{к.с.}$ - потребный объем кислотной эмульсии..... м^3;

$T_{с.э.}$ - время стабильности эмульсии.....мин.

4.I5. Кислотно-гидромониторное воздействие применяется для очистки поверхности фильтра от цементной и глинистой корок и инициирования поинтервального воздействия или кислотного гидроразрыва.

4.I6. Потребность в объеме кислотного состава при кислотно-гидромониторном воздействии определяется из соотношения:

$$V^{5}_{к.с.} = T \cdot q_{н} \cdot n \qquad (5)$$

где:

$V^{5}_{к.с.}$ - потребный объем кислотного состава.....м^3;

T - время кислотно-гидромониторного воздействия.....мин;

$q_{н}$ - расход через насадку, м^3/мин;

n – число одновременно работающих насадок.

4.17. Основой для расчета потребности товарных кислот являются табл.1,2,3, в которых приведены основные физико-химические свойства соляной (табл.1), плавиковой (табл.2), и уксусной (табл.3) кислот.

4.18. Потребный объем товарной кислоты в литрах на приготовление 1 м^3 кислотного состава заданной концентрации определяется по формуле:

$$V_т = \frac{10 \cdot a_з \rho_з}{A} \qquad (6)$$

где: $V_т$ – объем товарной кислоты, л/м^3;

$a_з$ – заданная концентрация кислоты в составе, %;

$\rho_з$ – плотность раствора кислоты заданной концентрации, г/см^3;

A – концентрация товарной кислоты, кг/л.

4.19. Потребный объем товарной кислоты на 1 обработку определяется как произведение потребного объема товарной кислоты на 1 м^3 состава и оптимального объема состава на 1 обработку, т.е.

$$V_{т\,обр.} = V_т \cdot N \qquad (7)$$

где: $V_{т\,обр.}$ – потребный объем товарной кислоты на 1 обработку, л;

$V_т$ – потребный объем товарной кислоты на 1 м^3 состава, л/м^3;

N – оптимальный объем состава на 1 обработку, м^3.

Параметры $V_т$, q_N, N определены "Временной инструкцией по гидропескоструйному методу перфорации и вскрытия пласта", Москва, ВНИИ 1967г.

Таблица I.

Плотность растворов соляной кислоты различных концентраций при 20°С.

Плотность г/см³	Концентрация HCI, %	Содержание HCI в I л, кг	Плотность г/см³	Концентрация HCI, %	Содержание HCI в I л, кг
I,003	I	0,0I0	I,II9	24	0,269
I,008	2	0,020	I,I25	25	0,282
I,0I8	4	0,04I	I,I29	26	0,294
I,028	6	0,062	I,I35	27	0,307
I,038	8	0,083	I,I39	28	0,3I9
I,047	I0	0,I05	I,I45	29	0,332
I,057	I2	0,I27	I,I49	30	0,345
I,063	I3	0,I40	I,I55	3I	0,358
I,068	I4	0,I50	I,I59	32	0,37I
I,073	I5	0,I63	I,I65	33	0,385
I,078	I6	0,I72	I,I69	34	0,398
I,085	I7	0,I84	I,I72	35	0,4II
I,088	I8	0,I96	I,I79	36	0,424
I,098	20	0,220	I,I85	37	0,438
I,I05	2I	0,232	I,I89	38	0,452
I,I08	22	0,244	I,I94	39	0,466
I,II5	23	0,257	I,I98	40	0,479

Таблица 2

Плотность фтористоводородной кислоты различных концентраций

Плотность г/см³ при 20°С	Концентрация %	Содержание в 1 л, кг
I,005	2	0,020
I,0I2	4	0,04I
I,02I	6	0,06I
I,028	8	0,082
I,036	I0	0,I04
I,043	I2	0,I25
I,050	I4	0,I47
I,057	I6	0,I69
I,064	I8	0,I92
I,070	20	0,2I4
I,084	24	0,260
I,096	28	0,307
I,I07	32	0,354
I,II8	36	0,403
I,I23	40	0,448
I,I34	42	0,476
I,I39	44	0,50I
I,I55	50	0,578

Таблица 3.

Плотность раствора уксусной кислоты различных концентраций при 20°С

Плотность г/см³	Содержание CH_3COOH, %	Кол-во CH_3COOH, в I л, кг	Плотность г/см³	Содержание CH_3COOH, %	Кол-во CH_3COOH в I л, кг
0,9996	I	0,0I0	I,0288	22	0,226
I,00I2	2	0,020	I,030I	23	0,237
I,0025	3	0,030	I,03I3	24	0,248
I,0040	4	0,040	I,0326	25	0,258
I,0055	5	0,050	I,0338	26	0,269
I,0069	6	0,060	I,0349	27	0,279
I,0083	7	0,07I	I,036I	28	0,290
I,0097	8	0,08I	I,0372	29	0,30I
I,0III	9	0,09I	I,0384	30	0,3I2
I,0I25	I0	0,I0I	I,0395	3I	0,322
I,0I39	II	0,III2	I,0406	32	0,333
I,0I54	I2	0,I22	I,04I7	33	0,344
I,0I68	I3	0,I32	I,0428	34	0,355
I,0I82	I4	0,I43	I,0438	35	0,365
I,0I95	I5	0,I53	I,0449	36	0,376
I,0209	I6	0,I63	I,0459	37	0,387
I,0223	I7	0,I74	I,0469	38	0,398
I,0236	I8	0,I84	I,0479	39	0,409
I,025	I9	0,I95	I,0488	40	0,420
I,0263	20	0,205	I,0498	4I	0,430
I,0276	2I	0,2I6	I,0507	42	0,44I

1	2	3	4	5	6
1,0576	43	0,452	1,0696	75	0,802
1,0525	44	0,463	1,0698	76	0,813
1,0542	46	0,485	1,0700	78	0,835
1,0551	47	0,496	1,0700	79	0,845
1,0559	48	0,507	1,0700	80	0,856
1,0575	50	0,529	1,0699	81	0,867
1,0582	51	0,540	1,0698	82	0,877
1,0590	52	0,551	1,0696	83	0,888
1,0597	53	0,562	1,0693	84	0,898
1,0604	54	0,573	1,0689	85	0,909
1,0611	55	0,584	1,0685	86	0,919
1,0618	56	0,595	1,0680	87	0,929
1,0631	58	0,617	1,0675	88	0,939
1,0642	60	0,639	1,0668	89	0,950
1,0653	62	0,661	1,0661	90	0,960
1,0662	64	0,682	1,0652	91	0,969
1,0671	66	0,704	1,0643	92	0,979
1,0675	67	0,715	1,0632	93	0,989
1,0678	68	0,726	1,0619	94	0,998
1,0682	69	0,737	1,0605	95	1,007
1,0685	70	0,748	1,0588	96	1,016
1,0687	71	0,759	1,0570	97	1,025
1,0690	72	0,770	1,0549	98	1,034
1,0693	73	0,781	1,0524	99	1,042
1,0694	74	0,791	1,0498	100	1,050

4.20. Годовая потребность предприятия в товарных кислотах учитывает объемы работ по видам кислотного воздействия и определяется как сумма произведений расходов товарной кислоты на I обработку по видам и составам умноженный на годовой объем внедрения данного вида кислотного воздействия на предприятии:

$$\Sigma V_т = V_т^1 \cdot K^1 + V_т^2 \cdot K^2 + \ldots + V_{т_1}^5 \cdot K^5 \qquad (8)$$

где: $\Sigma V_т$ - годовая потребность в товарной кислоте, $м^3$;

$V_т^1 \ldots V_т^5$ - потребность в товарной кислоте по видам обработок, $м^3$;

$K^1 \ldots K^5$ - годовой объем внедрения по видам обработок и составам кислот.

4.2I. Норма расхода кислот определяется как частное от деления потребного количества кислот в тоннах на планируемый фонд действующих скважин.

$$G = \frac{\Sigma V_т \cdot \rho_т}{Ф_д} \qquad (9)$$

где: G - норма расхода кислоты на I скважину действующего фонда в планируемом году, т;

$\rho_т$ - плотность товарной кислоты, поставляемой заводом-изготовителем, $т/м^3$;

$Ф_д$ - планируемый фонд действующих скважин, шт.

5. ПРИМЕРЫ

5.I. Пример определения потребности в товарной кислоте на приготовление ингибированного солянокислотного раствора.

5.I.I. Дана плотность товарной ингибированной соляной кислоты, равная $\rho_т$ = I,I42 г/см^3

5.I.2. Требуется определить потребность в товарной кислоте для приготовления I м^3 раствора соляной кислоты с концентрацией I2%.

5.I.3. Решение.

5.I.3.I. По табл.I определяем плотность I2% раствора соляной кислоты и содержание кислоты в I литре товарного продукта, которые соответственно равны I,060 г/см^3 и 0,320 кг/л.

5.I.3.2. По формуле 6 определяем потребность в товарной кислоте для приготовления I м^3 кислотного раствора с концентрацией по соляной кислоте равной I2%.

$$V_т = \frac{10 a_з \rho_з}{A} = \frac{10 \cdot 12 \cdot 1,060}{0,320} = 397,6 л$$

Принимаем 400 л.

Таким образом, для приготовления I м^3 ингибированного раствора соляной кислоты из товарной с плотностью I,I42 г/см^3 необходимо 400 л HCI смешать с 600 литрами воды.

5.2. Пример определения потребности в товарных кислотах на приготовление I м^3 глинокислотного раствора состава: I2% HCl + 3% HF

5.2.I. Дано:

плотность товарной соляной кислоты - I,I42 г/см^3, плотность товарной фтористоводородной /плавиковой/ кислоты - I,084 г/см^3.

5.2.2. Требуется приготовить I м^3 раствора глинокислоты состава I2% HCl + 3% HF.

5.2.3. Решение.

5.2.3.I. В соответствии с пунктами 5.I.3.2. и 5.I.3.2. определяем расход товарной соляной кислоты на приготовление I м^3 ее раствора I2% концентрации. Расход составляет 400 л.

5.2.3.2. По таблице 2 определяем весовое содержание плавиковой кислоты в I литре товарного продукта, которое равно 0,26 кг. При этом плотность кислотного рабочего раствора принимаем I2% HCl.

5.2.3.3. По формуле 6 определяем объем товарной плавиковой кислоты:

$$V_т = \frac{10 a_з \rho_з}{A} = \frac{10 \cdot 3 \cdot 1,06}{0,26} = 122,3 л$$

Следовательно для приготовления I м^3 глинокислоты состава I2% HCl + 3% HF из товарной соляной и плавиковой кислот соответственно с плотностями I,I42 г/см^3 и I,084 г/см^3 необходимо 400 литров соляной кислоты смешать со I22 литрами плавиковой кислоты и 478 литрами воды.

5.3. Пример определения потребности в товарных кислотах для обработки призабойной зоны скважины 20 м^3 глинокислоты состава I2% HCl + 3% HF.

5.3.I. Дано:

товарная соляная кислота имеет плотность - I,I42 г/см^3;
товарная плавиковая кислота имеет плотность - I,084 г/см^3.

5.3.2. Требуется определить расход товарных кислот на процесс обработки скважины глинокислотой.

5.3.3. Решение.

5.3.3.I. Используя табл.I и 2 определяем расходы товарных кислот для приготовления I м^3 глинокислоты состава I2% HCl + 3% HF , которые определяются в соответствии с порядком приведенным в примерах I и 2 и соответственно составляют 400 и 122 литров.

5.3.3.2. Потребный объем товарных кислот на заданный объем состава определяется путем перемножения их объемов потребных на приготовление I м^3 на объем состава:

потребность товарной HCI; 400 л х 20 = 8000 л = 8 м^3;

потребность товарной HF: I22 х 20 = 2440 л = 2,44 м^3;

Т.е. для приготовления 20 м^3 глинокислоты состава I2%HCI+ 3% HF следует 8 м^3 соляной кислоты плотностью I,I42 г/см^3 смешать с 2,44 м^3 плавиковой кислоты плотностью I,084 и 9,56 м^3 воды.

5.4. Пример определения потребности в товарных кислотах для обработки призабойной зоны скважины 20 м^3 стабилизированной глинокислоты.

5.4.I. Дано:

плотность товарной соляной кислоты - I,I42 г/см^3;

плотность товарной плавиковой кислоты - I,084 г/см^3;

плотность товарной уксусной кислоты - I,0700 г/см^3;

5.4.2. Требуется приготовить 20 м^3 раствора стабилизированной глинокислоты состава I2%HCI + 3% HF + 2% CH_3COOH.

5.4.3. Решение.

5.4.3.I. Потребность в соляной и плавиковой кислотах определяется в соответствии с параграфом 5.3 и соответственно составляет 8 и 2,44 $м^3$.

5.4.3.2. Определим расход уксусной кислоты на приготовление I $м^3$ раствора. Используя табл.3* при плотности уксусной кислоты равной I,0700 $г/см^3$, при 80% концентрации содержание ее составляет 0,856 кг/л, а плотность рабочего кислотного раствора - I,06 $г/см^3$.

5.4.3.3. На заданный объем 20 $м^3$ потребность в уксусной кислоте составит:

$$V_{т.обр.} = 25 \times 20 = 500л = 0,5м^3$$

Таким образом, для принятия определения объема в примере 4 обработки и поставляемых товарных кислот расходуется:

- соляной кислоты /30%/ - 8 $м^3$;
- плавиковой кислоты /24%/ - 2,44;
- уксусной кислоты /80%/ - 0,5 $м^3$.

Всего кислот - I0,94 $м^3$;

воды - 9,06 $м^3$.

5.5. Пример определения потребности в товарной кислоте по предприятию:

---

* Растворам уксусной кислоты с плотностью от I,055 до I,0700 $г/см^3$ соответствуют две различные концентрации и соответственно два значения параметра А. Поэтому в указанном диапазоне плотностей уксусной кислоты ее концентрация уточняется в лабораторных условиях.

5.5.I. Условия:

5.5.I.I. Предприятие проводит в течение года 200 кислотных обработок, в том числе I00 обработок в карбонатных коллекторах с использованием соляной кислоты и I00 обработок в терригенных коллекторах глинокислотой.

5.5.I.2. Предприятие с завода-поставщика получает товарные кислоты, плотности и концентрации которых соответственно равны:

- соляная кислота - I,I49 г/см^3 и 30%;
- плавиковая кислота - I,0840 г/см^3 и 24%;
- уксусная кислота - I,0700 г/см^3 и 80%.

Оптимальные составы для обработок:

- карбонатные коллекторы - I2% HCI
- терригенные коллекторы - I2% HCI + 3% HF + 2% CH_3COOH.

5.5.I.3. Оптимальный объем I обработки - 20 м^3 кислотного состава.

Требуется определить годовую потребность в кислотах.

5.5.2. Решение.

Как показано в примерах I,2,3,4 потребность на I обработку скважины в карбонатных коллекторах расходуется 8 м^3 товарной соляной кислоты плотностью I,I42 г/см^3, а для воздействия в I скважине с терригенными коллекторами расход кислот составит:

- соляной кислоты с $\rho_т$ = I,I42 г/см^3 - 8 м^3;
- плавиковой кислоты с $\rho_т$ = I,0840 г/см^3 - 2,44 м^3;
- уксусной кислоты с $\rho_т$ = I,0700 г/см^3 - 0,500 м^3.

Тогда годовая потребность в товарных кислотах по предприятию составит:

соляной кислоты концентрацией 30%:

$$\Sigma V_{T\,HCl} = V_{T\,HCl} \cdot k_1 + V_{T\,HCl} \cdot k_2 = 8 \cdot 100 + 8 \cdot 100 = 1600\ м^3$$

плавиковой кислоты с концентрацией 24%:

$$\Sigma V_{T\,HF} = V_{T\,HF} \cdot k_2 = 2{,}44 \cdot 100 = 244\ м^3$$

уксусной кислоты с концентрацией 29%:

$$\Sigma V_{T\,CH_3COOH} = V_{T\,CH_3COOH} \cdot k_2 = 0{,}500 \cdot 100 = 50{,}0\ м^3$$

5.6. Пример определения нормы расхода кислот.

5.6.I. Условия.

5.6.I.I. Объем работ и поставка товарных кислот соответствуют параграфу 5.5.

5.6.I.2. Фонд действующих скважин на предприятии составит в планируемом году I000 штук.

5.6.2. Решение.

5.6.2.I. Норма расхода соляной кислоты:

$$G_{HCl} = \frac{\Sigma V_{HCl} \cdot \rho_T}{\Phi_g} = \frac{1600 \cdot 1{,}142}{1000} = 1{,}8272\ т/скв. = 1{,}83\ т/скв.$$

5.6.2.2. Норма расхода плавиковой кислоты:

$$G_{HF} = \frac{\Sigma V_{T\,HF} \cdot \rho_T}{\Phi_g} = \frac{244{,}0 \cdot 1{,}084}{1000} = 0{,}264\ т/скв.$$

5.6.2.3. Норма расхода уксусной кислоты:

$$G_{CH_3COOH} = \frac{\Sigma V_{T\,CH_3COOH} \cdot \rho_T}{\Phi_g} = \frac{50{,}0 \cdot 1{,}070}{1000} \cong 0{,}0535\ т/скв.$$

Директор БНИИ, доктор технических наук, профессор Д.Г.Вахитов

Исполнитель кандидат технических наук П.М.Усачев

Приложение I.

Ф О Р М А

по определению потребного и фактического количества кислот по объединению на проведение кислотных обработок призабойной зоны скважин

Виды кислот	Фактический расход за I9 год						Потребный расход на I9 год					
	завод-поставщик	Концентрация и плотность %, г/см³	Марка и сорт, № ТУ или ГОСТа	Фонд действующ. скв. в I9 году	Объем обработок	Общий расход кислоты	Завод поставщик	Марка сорт и № ТУ или ГОСТа	Концентрация и плотность %, г/см³	Норма расхода, т/скв.	Планируемый фонд скважин	Потребность (т)
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Соляная кислота:												
НГДУ												
НГДУ												
Всего по объединению:												
Уксусная кислота												
НГДУ												
НГДУ												
Всего по объединению:												

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II	I2	I3
Уксусная кислота												
НГДУ												
НГДУ												
Всего по объединению:												
Другие виды кислот и реагентов												
НГДУ												
НГДУ												
Всего по объединению:												

gost.e-ecolog.ru