



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21)(22) Заявка: 2016133581, 16.08.2016

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
16.08.2016Дата регистрации:
07.11.2017

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 16.08.2016

(45) Опубликовано: 07.11.2017 Бюл. № 31

Адрес для переписки:

450077, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 30, к. 1, ПАО
АНК "Башнефть", Департамент корпоративной
собственности, Муллагалеевой Г.Ф.

(72) Автор(ы):

Веселов Валерий Михайлович (RU),
Виноградов Павел Владимирович (RU),
Гладышева Марина Александровна (RU),
Ефимов Дмитрий Витальевич (RU),
Здольник Сергей Евгеньевич (RU),
Лутфурахманов Артур Галимзянович (RU),
Магомедшерифов Нух Имадинович (RU),
Наеждин Олег Владимирович (RU),
Савичев Владимир Иванович (RU),
Сергеев Евгений Иванович (RU),
Церковский Юрий Аркадьевич (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Публичное акционерное общество
"Акционерная нефтяная Компания
"Башнефть" (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2542059 C2, 20.02.2015. RU
2346156 C1, 10.02.2009. RU 2484242 C2,
10.06.2013. RU 2103484 C1, 27.01.1998. RU
2571124 C2, 20.12.2015. FR 2656650 A1,
05.07.1991.

(54) Способ автоматического распределения суммарного потока газа по нагнетательным скважинам при водогазовом методе воздействия на пласт

(57) Реферат:

Изобретение относится к нефтегазовой отрасли, в частности к способам автоматического управления системой поддержания пластового давления при водогазовом воздействии на пласт, и может быть использовано для автоматического распределения суммарного потока газа между нагнетательными скважинами. Технический результат – повышение эффективности способа за счет обеспечения устойчивого режима работы скважин в условиях непостоянства поступающего газа. По способу определяют интегральный объем газа для закачки в нагнетательные скважины на основе замеров расхода газа на входе в систему поддержания пластового давления. Определяют суммарный объем газа,

подлежащего распределению, по разности интегрального объема закачки и целевых значений расхода газа тех скважин, по которым флаг учета в распределении выставлен нулевым. После этого полученный суммарный объем газа распределяют между теми нагнетательными скважинами, по которым флаг учета в распределении равен единице, пропорционально их весовым коэффициентам, которые получают в результате математического моделирования и промышленных экспериментов, или на основании регламентной документации. При этом осуществляют автоматическую корректировку целевых значений расхода газа для каждой скважины. 1 ил.

C 1
4
7
5
4
2
6
3
4
7
5
4
R UR U
2
6
3
4
7
5
4
C 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21)(22) Application: **2016133581, 16.08.2016**

(24) Effective date for property rights:
16.08.2016

Registration date:
07.11.2017

Priority:

(22) Date of filing: **16.08.2016**

(45) Date of publication: **07.11.2017** Bull. № 31

Mail address:

**450077, g. Ufa, ul. Karla Marksa, 30, k. 1, PAO ANK
"Bashneft", Departament korporativnoj
sobstvennosti, Mullagaleevoj G.F.**

(72) Inventor(s):

**Veselov Valerij Mikhajlovich (RU),
Vinogradov Pavel Vladimirovich (RU),
Gladysheva Marina Aleksandrovna (RU),
Efimov Dmitrij Vitalevich (RU),
Zdolnik Sergej Evgenevich (RU),
Lutfurakhmanov Artur Galimzyanovich (RU),
Magomedsherifov Nukh Imadinovich (RU),
Nadezhdin Oleg Vladimirovich (RU),
Savichev Vladimir Ivanovich (RU),
Sergeev Evgenij Ivanovich (RU),
Tserkovskij Yuriy Arkadevich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Publichnoe aktsionernoje obshchestvo
"Aktsionernaya neftyanaya Kompaniya
"Bashneft" (RU)**

(54) **METHOD OF AUTOMATIC DISTRIBUTION OF TOTAL GAS FLOW THROUGH PRESSURE WELLS IN WATER-GAS METHOD EFFECT ON FORMATION**

(57) Abstract:

FIELD: oil and gas industry.

SUBSTANCE: invention relates to the oil and gas industry, in particular, to methods to methods for automatic control of the system for maintaining formation pressure during water-gas effect on the formation, and can be used for automatic distribution of the total gas flow between the pressure wells. The method determines integral volume of gas to be pumped into the pressure wells on the basis of gas flow rate measurement at the inlet to the system for maintaining the formation pressure. The total volume of gas to be distributed is determined by the difference between the integral volume of injection and target gas flow rates

of those wells, for which the accounting flag is set to zero. After that the obtained total volume of gas is distributed between those pressure wells, for which the accounting flag in the distribution equals one, proportionally to their weight coefficients, which are obtained as a result of mathematical modelling and industrial experiments, or on the basis of regulatory documentation. In this case, the target gas flow rates for each well are automatically adjusted.

EFFECT: increase method efficiency due to provision of stable operating mode of the wells in the conditions of inconstancy of incoming gas.

1 dwg

RU 2 634 754 C1

RU 2 634 754 C1

Изобретение относится к нефтегазовой отрасли, в частности к способам автоматического управления системой поддержания пластового давления (ППД) при водогазовом воздействии на пласт, и может быть использовано для автоматического распределения суммарного потока газа между нагнетательными скважинами.

5 Реализация водогазового воздействия (ВГВ) на пласт осуществляется путем одновременной закачки воды и газа в нагнетательные скважины.

В качестве газовой фазы для реализации ВГВ используется попутный нефтяной газ (ПНГ), выделяющийся при подготовке нефти данного месторождения либо группы близко расположенных месторождений с единым центром подготовки продукции.
10 Объемы ПНГ, направляемые на закачку в пласт, формируются после отбора части газа на технологические и бытовые нужды (топливо для печей, котельных, энергетических установок) и сторонним потребителям. Исходный объем потока ПНГ, в свою очередь, формируется в зависимости от объемов добычи нефти, объемов добычи возвратного газа и термобарических условий сепарации нефти. В связи с этим
15 поступающие в систему ППД объемы ПНГ постоянно изменяются во времени.

Применение централизованной схемы системы ППД подразумевает отдельный транспорт потоков воды и газа по разветвленной сети соответственно водоводов и газопроводов, от источников (насосная станция воды, компрессорная станция) до нагнетательных скважин. Смешение потоков воды и газа производится в струйном
20 аппарате - смесителе, который устанавливается на устье каждой нагнетательной скважины. Управление смешением и закачкой водогазовой смеси (ВГС) в каждую нагнетательную скважину осуществляется регулирующими клапанами, установленными на трубопроводных линиях воды и газа перед устройствами смешения.

Известен способ ВГВ на пласт посредством закачки воды и газа в нагнетательные
25 скважины (Гусев С.В. Методы регулирования ВГВ на пласт на примере опытного участка Самотлорского месторождения, «Нефтяное хозяйство», 1990 г., №3, стр. 35-39).

Данный способ не позволяет разрабатывать залежь с достижением высокой нефтеотдачи.

30 Известна система для водогазового воздействия на пласт с утилизацией попутного нефтяного газа (RU 2315859, МПК E21B 43/20, опубликовано 27.01.2008 г.), которая содержит силовой насос, дожимной многоступенчатый лопастной насос, дозировочный насос, а также линию подачи воды, линию подачи газа, линию закачки ВГС в нагнетательную скважину, причем на линии подачи газа установлен нагнетатель газа,
35 а дожимной насос снабжен динамическим диспергатором ВГС, перед которым установлен смеситель воды и газа для формирования структуры смеси. Между входом в динамический диспергатор и выходом дожимного насоса установлена первая перепускная линия, которую соединяет с линией подачи воды вторая перепускная линия, а с линией подачи газа - третья перепускная линия, причем на первой, второй и третьей
40 перепускных линиях установлены задвижки.

Изобретение обеспечивает повышение эффективности работы системы путем интенсивного диспергирования ГЖС, а также расширение функциональных возможностей системы путем обеспечения нестационарных режимов закачки ВГС в пласт. Однако данное изобретение не позволяет осуществлять автоматическое
45 распределение потока ПНГ между нагнетательными скважинами

Известен способ управления системой ППД (RU 2186954, МПК E21B 43/20, опубликовано 10.08.2002 г.), включающий распределение потоков по нагнетательным скважинам и согласование характеристик сети с характеристиками кустовой насосной

станции, введение телеуправляемых запорных устройств на нагнетательных скважинах, введение программы сбора и обработки данных на диспетчерском пункте, поддержание пластового давления в циклическом режиме работы, подключение каждой скважины к напорной сети на время, необходимое для выполнения ею задания по закачке в течение заданного цикла без дросселирования потока, согласование характеристик сети и кустовой нагнетательной скважины путем распределения работы скважин в цикле.

Недостатком способа является отсутствие возможности организации комплексных маневренных воздействий на пласт, низкая управляемость системы и отсутствие возможности оптимизации ее режимов работы.

Известен способ увеличения нефтеотдачи пластов путем нагнетания ВГС (RU 2542059, МПК E21B 43/18, опубликовано 20.02.2015 г.), в котором перед нагнетанием ВГС в пласт экспериментально определяют зависимость коэффициента вытеснения нефти от газосодержания в ВГС при пластовых условиях; на основе полученной зависимости выбирают оптимальное значение газосодержания. Непосредственно на скважине определяют зависимость изменения приемистости пласта от газосодержания, устанавливают рабочее соотношение расходов воды и газа на входе в смеситель. Далее, по мере продвижения фронта вытеснения, расположенного между нагнетательной и добывающей скважинами, рассчитывают текущее значение газосодержания на фронте вытеснения в зависимости от давления. После этого уменьшают содержание газа в ВГС, поддерживая его на оптимальном уровне.

Данный способ позволяет рационально использовать закачиваемый газ, но он не позволяет поддерживать устойчивый режим работы системы ППД в связи с невозможностью автоматического перераспределения потока газа по нагнетательным скважинам.

Между тем, для обеспечения закачки всего потока газа и поддержания устойчивого режима работы системы ППД необходимо автоматически подстраивать режим работы нагнетательных скважин и распределять общий поток газа между ними. Необходимость автоматического перераспределения потока газа по нагнетательным скважинам возникает также при нарушении режима работы элементов системы (скважины, участка газопровода), аварийной остановке скважин, снижении приемистости ряда скважин.

При этом необходимо учитывать следующие факторы:

- непосредственно количество нагнетательных скважин в системе;
- режим работы каждой нагнетательной скважины;
- параметры скважин, их приемистости.

Задачей изобретения является обеспечение распределения всего объема поступающего в систему ППД газа между нагнетательными скважинами с учетом конкретных параметров их работы.

Технический результат заключается в автоматическом обеспечении устойчивого режима работы нагнетательных скважин в условиях непостоянства поступающего объема ПНГ в систему ППД и изменения расходов закачки ВГС в нагнетательные скважины.

Задача решается и технический результат изобретения достигается способом автоматического распределения суммарного потока газа по нагнетательным скважинам при водогазовом методе воздействия на пласт, включающим определение интегрального объема газа для закачки в нагнетательные скважины на основе замеров расхода газа на входе в систему поддержания пластового давления, последующее определение суммарного объема газа, подлежащего распределению, по разности интегрального объема закачки и целевых значений расхода газа тех скважин, по которым флаг учета

в распределении выставлен нулевым, после чего полученный суммарный объем газа распределяют между теми нагнетательными скважинами, по которым флаг учета в распределении равен единице, пропорционально их весовым коэффициентам согласно зависимости:

$$G_{ин}^Г = w_i \cdot \Sigma G, -$$

где $G_{ин}^Г$ - скорректированное целевое значение расхода газа на i -й нагнетательной скважине;

w_i - весовой коэффициент i -й скважины;

ΣG - суммарный распределяемый объем газа,

осуществляя при этом автоматическую корректировку целевых значений расхода газа для каждой скважины путем передачи их на регулятор, установленный на данной скважине, с помощью которого формируют сигнал на регулирующий клапан для обеспечения необходимого содержания газа в водогазовой смеси, причем весовые коэффициенты получают в результате математического моделирования и промышленных экспериментов или на основании регламентной документации.

Технический результат изобретения достигается автоматической корректировкой целевых значений расхода газа в соответствии с интегральным уровнем закачки газа, который определяется значением расхода входного потока газа, поступающего в систему ППД, то есть объемами попутного нефтяного газа и работой компрессорной станции.

Сущность изобретения поясняется приведенной принципиальной схемой системы распределения газового потока между нагнетательными скважинами.

Система содержит: источник воды 1 в виде блочной кустовой насосной станции (БКНС), источник газа 2 в виде компрессорной станции (КС), датчик входного расхода воды Q_B 3, датчик входного расхода газа Q_G 4, блок распределения объема газа 5, расходомеры на подводящих водоводах $Q_{B1} \dots Q_{Bi}$ 6, расходомеры на подводящих газопроводах $Q_{G1} \dots Q_{Gi}$ 7, регуляторы воды 8, регулирующие клапаны по воде 9, регуляторы газа 10, регулирующие клапаны по газу 11, узлы смешения 12, нагнетательные скважины 13.

Процесс формирования ВГС и закачки в каждую нагнетательную скважину осуществляют в автоматическом режиме. Расход рабочих агентов в подводящих трубопроводах измеряют датчиками расхода воды 6 и газа 7. Управление расходами осуществляют посредством регулирующих клапанов 9 и 11 на каждом из трубопроводов с помощью регуляторов 8 и 10, поддерживающих целевые значения (уставки) соответственно расходам воды и газа G^B и $G^Г$. Контур управления, состоящий из расходомера, регулятора и управляющего клапана, образует локальную систему автоматического управления (САУ) по воде и по газу на каждой нагнетательной скважине.

С заданным временным периодом осуществляют сбор данных о режиме работы каждой нагнетательной скважины и объемах входного потока газа в систему ППД. Кроме того, в систему поступает информация по каждой скважине о допустимости автоматической корректировки ее режима работы. Данная информация передается в виде информационного флага. Нулевое значение флага участия в распределении ($flag_i=0$) означает, что на данной скважине необходимо оставить заданное значение газа неизменным, то есть исключить данную скважину из распределения. Если флаг участия

скважины в распределении равен единице ($flag_i=1$), то расход газа на данной скважине можно изменять. Значение данного флага выставляется оператором, когда требуется задание постоянного расхода газа на скважине, либо может обновляться программно, если скважина работает по собственному алгоритму управления.

5 Способ распределения суммарного потока газа по нагнетательным скважинам осуществляют следующим образом. На основе замеров значения расхода газа на входе в систему ППД определяют интегральный объем газа $G_{инт}^{\Gamma}$, который должен быть закачан в нагнетательные скважины. Затем определяют суммарный объем газа ΣG ,
10 подлежащий распределению, который равен разности интегрального уровня закачки и целевых значений расхода газа тех скважин, по которым флаг учета в распределении выставлен нулевым (формула 1):

$$15 \quad \Sigma G = G_{инт}^{\Gamma} - \sum G_i^{\Gamma} \Big|_{flag=0}, \quad (1)$$

где ΣG - распределяемый объем газа;

$G_{инт}^{\Gamma}$ - интегральный уровень закачки газа;

G_i^{Γ} - целевое значение расхода газа на i -й скважине;

20 $flag$ - информационный флаг учета скважины в распределении.

Затем полученный суммарный объем газа распределяют между теми нагнетательными скважинами, по которым флаг учета равен единице, пропорционально весовым коэффициентам w_i (формула 2):

$$25 \quad G_{ин}^{\Gamma} = w_i \cdot \Sigma G, \quad (2)$$

где $G_{ин}^{\Gamma}$ - скорректированное целевое значение расхода газа на i -й нагнетательной скважине;

w_i - весовой коэффициент i -й скважины;

ΣG - распределяемый объем газа.

30 Весовые коэффициенты w_i могут быть получены в результате математического моделирования и промышленных экспериментов либо на основании технической или регламентной документации.

Новые целевые значения расхода газа $G_{ин}^{\Gamma}$ передают на регуляторы 10, которые через
35 регулирующие клапаны 11 обеспечивают передачу необходимого количества газа в узлы смешения 7 и далее на нагнетательные скважины 13.

Таким образом, предложенный способ распределения потока газа по нагнетательным скважинам решает проблему поддержания интегрального уровня закачки газа в случае
40 широкомасштабного внедрения ВГВ при возникновении различных внешних факторов или изменении параметров работы системы ППД, таких как:

- повышение или понижение входного расхода газа с течением времени;

- изменение приемистости скважин по газу;

- перевод скважин на ручное задание уставки или обратный ввод скважин в перерасчет;

45 - остановка скважин или ввод скважин в систему.

Преимущество данного способа заключается также в том, что остается возможность выставления уставок по требуемым скважинам вручную, при этом интегральный расход газа все равно будет распределен по оставшимся скважинам.

(57) Формула изобретения

Способ автоматического распределения суммарного потока газа по нагнетательным скважинам при водогазовом методе воздействия на пласт, включающий определение интегрального объема газа для закачки в нагнетательные скважины на основе замеров расхода газа на входе в систему поддержания пластового давления, последующее определение суммарного объема газа, подлежащего распределению, по разности интегрального объема закачки и целевых значений расхода газа тех скважин, по которым флаг учета в распределении выставлен нулевым, после чего полученный суммарный объем газа распределяют между теми нагнетательными скважинами, по которым флаг учета в распределении равен единице, пропорционально их весовым коэффициентам согласно зависимости:

$$G_{in}^{\Gamma} = w_i \cdot \Sigma G,$$

где G_{in}^{Γ} - скорректированное целевое значение расхода газа на i -й нагнетательной скважине;

w_i - весовой коэффициент i -й скважины;

ΣG - суммарный распределяемый объем газа,

осуществляя при этом автоматическую корректировку целевых значений расхода газа для каждой скважины путем передачи их на регулятор, установленный на данной скважине, с помощью которого формируют сигнал на регулирующий клапан для обеспечения необходимого содержания газа в водогазовой смеси, причем весовые коэффициенты получают в результате математического моделирования и промышленных экспериментов или на основании регламентной документации.

Способ автоматического распределения суммарного потока газа по нагнетательным скважинам при водогазовом методе воздействия на пласт

