РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2 775 839** (13) **C1**

(51) МПК
E21B 43/267 (2006.01)
(52) СПК
E21B 43/267 *(2022.02)*

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

Статус: действует (последнее изменение статуса: 11.07.2022)

(21)(22) Заявка: **2021124315**, **17.08.2021**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
17.08.2021

Дата регистрации:
11.07.2022

Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: **17.08.2021**

(45) Опубликовано: **11.07.2022** Бюл. № **20**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **ЭКОНОМИДЕС М. и др. "Унифицированный дизайн гидроразрыва пласта: от теории к практике", АНО "Институт компьютерных исследований", г. Ижевск, 2007, стр. 188-206. RU 2706041 C2, 13.11.2019. RU 2692297 C2, 24.06.2019. RU 2747277 C2, 04.05.2021. RU 131803 U1, 27.08.2013. RU 127656 U1, 10.05.2013. US 8360152 B2, 29.01.2013.**

Адрес для переписки:
127273, Москва, Березовая аллея, 10, АО "Корпорация "МИТ"

(72) Автор(ы):
Аврушкин Евгений Владимирович (RU),
Бравков Павел Владимирович (RU),
Дога Павел Валерьевич (RU),
Жданеев Олег Валерьевич (RU),
Иванько Владимир Сергеевич (RU),
Ижбердеев Алексей Юрьевич (RU),
Ковшов Игорь Викторович (RU),
Королев Михаил Ремович (RU),
Корса-Вавилова Елена Викторовна (RU),
Пилюс Глеб Владимирович (RU),
Пономарев Сергей Алексеевич (RU),
Рогозин Дмитрий Олегович (RU),
Серов Валерий Анатольевич (RU),
Соломонов Юрий Семенович (RU),
Сорокин Павел Юрьевич (RU),
Трифонов Сергей Владимирович (RU),
Шурыгин Виктор Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):
Акционерное общество "Корпорация "Московский институт теплотехники" (АО "Корпорация "МИТ") (RU)

(54) Способ нагнетания смеси в нефтегазовую скважину и комплекс оборудования - флот ГРП по этому способу

(57) Реферат:

Группа изобретений относится к нефтедобывающей промышленности и может быть использована для проведения работ по стимуляции нефтедобывающих скважин с трудно извлекаемым запасом углеводородов. При осуществлении способа предварительно часть технологических емкостей от гидратационной установки заполняют гелем, который подается в миксер смесительной установки параллельно с гелем от гидратационной установки, а совместная работа насосов этих установок обеспечивается системой управления флота ГРП, выполняющей функции системы автоматического регулирования технологическими процессами, выполняется

смешивание геля с пропантом и химическими добавками до получения контролируемой программой системы управления флота ГРП концентрации, подача полученной смеси к входам насосных установок и нагнетание ее в скважину. Миксер смесительной установки своим входом параллельно соединен с одной стороны с выходом подключенного к предварительно заполненным гелем технологическим емкостям собственного всасывающего насоса, а с другой стороны с выходом насоса гидратационной установки. Выходы этих насосов снабжены заслонками и расходомерами для регулирования расхода геля при совместной работе по командам системы управления флота ГРП. Увеличивается производительность флота ГРП, повышается его эффективности при заданных габаритах и технологических ограничениях. 2 н. и 3 з.п. ф-лы, 6 ил.

Данное предлагаемое изобретение относится к нефтедобывающей промышленности и может быть использовано для проведения работ по стимуляции нефтедобывающих скважин с трудно извлекаемым запасом углеводородов.

Анализ показал, что число нефтедобывающих скважины с трудно извлекаемым запасом углеводородов, расположенных на территории РФ, из года в год возрастает.

Для стимуляции таких нефтедобывающих скважин флот ГРП должен обеспечить возможность подачи более 400 тонн пропанта за один ГРП с концентрацией до 2000 кг/м^3, с максимальным давлением закачиваемого раствора на устье скважины до 105 МПа и переменным расходом от 0,2 до 16 м^3/мин.

В качестве прототипа к заявляемому способу нагнетания смеси в нефтегазовую скважину известен способ смешение флюида на «лету», т.е. проводят приготовление геля из подаваемой на вход гидратационной установки воды из технологических емкостей и реагентов от установки химических добавок, перекачку геля на вход миксера смесительной установки, где выполняется смешивание геля с пропантом и химическими добавками до получения контролируемой концентрации, подачу полученной смеси к входам насосных установок и нагнетание ее в скважину [1].

Недостатком этого способа является то, что для флота ГРП, с указанными характеристиками, требуется разработать гидратационную установку с повышенной производительностью или устанавливать дополнительные аналогичные гидратационные установки из имеющего оборудования.

В качестве прототипа флота ГРП для реализации способа нагнетания смеси в нефтегазовую скважину выбран флот, включающий в себя насосные установки, нагнетающие в скважину смесь по программе системы управления флота ГРП, соединенные нагнетательным манифольдом с миксером смесительной установки, который соединен с выходом насоса гидратационной установки [1].

К недостатку прототипа флота ГРП можно отнести замечания, изложенные к способу.

Технической задачей изобретения является увеличение производительности флота ГРП и повышение его эффективности при заданных габаритах и технологических ограничениях.

Указанная техническая задача решается тем, что в известном способе нагнетания смеси из сыпучих и жидких химических реагентов в нефтегазовую скважину, по которому на основе программы системы управления флота ГРП проводят приготовление геля из подаваемой на входы гидратационной установки воды из технологических емкостей и реагентов от установки химических добавок, перекачку геля на вход миксера смесительной установки, где выполняется смешивание геля с пропантом и химическими добавками до получения контролируемой программой системы управления флота ГРП концентрации, подачу полученной смеси к входам насосных установок и нагнетание ее в скважину, согласно изобретению предварительно часть технологических емкостей от гидратационной установки заполняют гелем, который подается в миксер смесительной установки параллельно с гелем от гидратационной установки, а совместная работа насосов этих установок

обеспечивается системой автоматизированного управления флота ГРП, выполняющей функции системы автоматического регулирования технологическими процессами.

Указанная техническая задача решается тем, что для реализации способа нагнетания смеси из сыпучих и жидких химических реагентов в нефтегазовую скважину флот ГРП, включающий в себя нагнетающие в скважину смесь по программе системы управления флота ГРП насосные установки, соединенные нагнетательным манифольдом с миксером смесительной установки, согласно изобретению, миксер смесительной установки своим входом параллельно соединен с одной стороны с выходом подключенного к предварительно заполненным гелем технологическим емкостям собственного всасывающего насоса, а с другой стороны с выходом насоса гидратационной установки, причем выходы этих насосов снабжены заслонками и расходомерами для регулирования расхода геля при совместной работе по командам системы управления флота ГРП.

Указанная цель достигается также тем, что технологические емкости связаны с гидратационной и смесительной установками через манифольд низкого давления, который при низких температурах окружающей среды может быть дополнительно подключен к машине подогрева жидкости.

Указанная цель достигается также тем, что расход геля q при совместной работе насосов смесительной и гидратационной установок, составляет $q \geq 16$ м^3 /мин.

Указанная цель достигается также тем, что технологические емкости для заполнения гелем имеют общий объем $V > 400$ м^3.

Сопоставительный анализ заявляемого способа нагнетания смеси из сыпучих и жидких химических реагентов в нефтегазовую скважину с прототипом показывает, что заявляемый способ отличается тем, что предварительно часть технологических емкостей от гидратационной установки заполняют гелем, который подается в миксер смесительной установки параллельно с гелем от гидратационной установки, а совместная работа насосов этих установок обеспечивается системой автоматизированного управления флота ГРП, выполняющей функции системы автоматического регулирования технологическими процессами.

Сопоставительный анализ заявляемого флота ГРП с прототипом показывает, что заявляемый флот ГРП отличается тем, что миксер смесительной установки своим входом параллельно соединен с одной стороны с выходом подключенного к предварительно заполненным гелем технологическим емкостям собственного всасывающего насоса, а с другой стороны с выходом насоса гидратационной установки, причем выходы этих насосов снабжены заслонками и расходомерами для регулирования расхода геля при совместной работе по командам системы управления флота ГРП.

Отличается также тем, что технологические емкости связаны с гидратационной и смесительной установками через манифольд низкого давления, который при низких температурах окружающей среды может быть дополнительно подключен к машине подогрева жидкости.

Отличается также тем, что расход геля q при совместной работе насосов смесительной и гидратационной установок, составляет $q \geq 16$ м^3/мин.

Отличается также тем, что технологические емкости для заполнения гелем имеют общий объем $V > 400$ м^3.

На фиг. 1 показана схема из прототипа, поясняющая способ нагнетания смеси из сыпучих и жидких химических реагентов в нефтегазовую скважину, где подача геля в смесительную установку осуществляется непосредственно из гидратационной установки.

На фиг. 2 показана схема, в соответствии с которой проводится предварительная операция по заполнению технологических емкостей гелем от гидратационной установки.

На фиг. 3 показана схема аналога [1], поясняющая способ нагнетания смеси из сыпучих и жидких химических реагентов в нефтегазовую скважину, где подача геля в смесительную установку осуществляется из предварительно заполненных гелем технических емкостей в соответствии со схемой, приведенной на фиг. 2.

На фиг. 4 приведена схема, поясняющая способ нагнетания смеси из сыпучих и жидких химических реагентов в нефтегазовую скважину, в соответствии с формулой изобретения.

На фиг. 5 приведен флот ГРП в соответствии с формулой изобретения.

На фиг. 6 приведена детализация позиции 4 фиг. 5.

На схеме, фиг. 1, вода из технологических емкостей 1 через манифольд низкого давления 2 и реагенты из установки химических добавок (на фиг. 1 установка химических добавок не показана) поступают в гидратационную установку 3, где добавки, гелирующие и сшивающие реагенты перемешиваются с водой с образованием геля. Гель насосом гидратационной установки (на фиг. 1 насос гидратационной установки не показан) подается в смесительную установку 4. В смесительной установке 4 выполняется смешивание геля с пропантом, поступющим из машины подачи сыпучих материалов (на фиг. 1 машина подачи сыпучих материалов не показана), до получения контролируемой концентрации. Смесь из смесительной установки 4 подается на входы низкого давления блока манифольда напорного 5 (на фиг. 1 все соединения входа низкого давления блока манифольда напорного 5 показаны тонкой линией). Смесь с выходов установок насосных 6 подается на входы высокого давления блока манифольда напорного 5 (на фиг. 1 вход высокого давления блока манифольда напорного 5 показан толстой линией). Смесь с выхода высокого давления блока манифольда напорного 5 нагнетается в нефтегазовую скважину 7.

На схеме, фиг. 2, вода из бассейна (на фиг. 2 бассейн не показан) и реагенты из установки химических добавок (на фиг. 2 установка химических добавок не показана) поступают в гидратационную установку 3, где добавки, гелирующие и сшивающие реагенты перемешиваются с водой с образованием геля. Гель насосом гидратационной установки (на фиг. 2 насос гидратационной установки не показан) подается в технологические емкости 1 через манифольд низкого давления 2.

На схеме, фиг. 3, гель из технологических емкостей подается в смесительную установку 4 через манифольд низкого давления 2 насосами смесительной установки (на фиг. 3 насосы смесительной установки не показаны). В смесительной установке 4 выполняется смешивание геля с пропантом, поступающим из машины подачи сыпучих материалов (на фиг. 3 машина подачи сыпучих материалов не показана), до получения контролируемой концентрации. Смесь из смесительной установки 4 подается на входы низкого давления блока манифольда напорного 5 (на фиг. 3 все соединения входа низкого давления блока манифольда напорного 5 показаны тонкой линией). Смесь с выходов установок насосных 6 подается на входы высокого давления блока манифольда напорного 5 (на фиг. 1 вход высокого давления блока манифольда напорного 5 показан толстой линией). Смесь с выхода высокого давления блока манифольда напорного 5 нагнетается в нефтегазовую скважину 7.

Очевидно, что для способа нагнетания смеси в нефтегазовую скважину, приведенного на фиг. 1, для повышения производительности нагнетания смеси в нефтегазовую скважину с трудно извлекаемым запасом углеводородов требуется устанавливать дополнительные гидратационные установки, которые работая в параллель, обеспечивали бы требуемый расход смеси. При этом потребуется увеличить площадь площадки для размещения такого флота ГРП. Либо разрабатывать гидратационные установки с повышенной производительностью. Аналогичные требования предъявляются и к смесительной установке при реализации способа нагнетания смеси в нефтегазовую скважину, приведенного на фиг. 3.

На схеме, фиг. 4,. после подготовительной операции по заполнению гелем технологических емкостей 1 через манифольд низкого давления 2, как показано на

схеме фиг. 2, гель из заполненных технологических емкостей подается в смесительную установку 4 ее собственными насосами (на фиг. 2 насосы смесительной установки не показаны) через манифольд низкого давления 2, при этом параллельно гель из гидратационной установки 3 ее собственными насосами подается в смесительную установку 4. Совместная работа насосов этих установок обеспечивается системой управления флота ГРП, выполняющая функции системы автоматического регулирования технологическими процессами. В смесительной установке 4 выполняется смешивание геля с пропантом, поступающим из машины подачи сыпучих материалов (на фиг. 4 машина подачи сыпучих материалов не показана) до получения контролируемой концентрации. Смесь из смесительной установки подается на входы низкого давления блока манифольда напорного 5 (на фиг. 4 все соединения входа низкого давления блока манифольда напорного 5 показаны тонкой линией). Смесь с выходов установок насосных 6 подается на входы высокого давления блока манифольда напорного 5 (на фиг. 4 вход высокого давления блока манифольда напорного 5 показан толстой линией). Смесь с выхода высокого давления блока манифольда напорного 5 нагнетается в нефтегазовую скважину 7.

Как видно, способ нагнетания смеси в нефтегазовую скважину, приведенный на схеме фиг. 4, позволяет увеличить производительность флота ГРП без увеличения мощности имеющегося флота и его номенклатуры, который может быть применен при обслуживании нефтегазовых скважин с трудно извлекаемым запасом углеводородов.

На фиг. 5 показан флот ГРП, применяемый для реализации способа нагнетания смеси из сыпучих и жидких химических реагентов в нефтегазовую скважину, включающий в себя нагнетающие в скважину смесь по программе системы управления флота ГРП насосные установки 6, соединенные нагнетательным манифольдом 5 с миксером смесительной установки 4, миксер смесительной установки 4 своим входом параллельно соединен с одной стороны с выходом подключенного к предварительно заполненным гелем технологическим емкостям 1 собственного всасывающего насоса 14, фиг. 6, а с другой стороны с выходом насоса гидратационной установки 3 (на фиг. 5 насос гидратационной установки не показан), причем выходы этих насосов снабжены заслонками 15. фиг. 6, и расходомерами 16, фиг. 6, для регулирования расхода геля при совместной работе по командам системы управления флота ГРП. Также на фиг. 5 показаны машины подачи сыпучих материалов 9, машина системы автоматизированного управления и контроля 11, машина подготовки воды 12 и машина манифольдов 13.

Для нормальной работы всех систем флота ГРП площадка, на которой устанавливается флот ГРП, подготавливается в инженерном отношении, а именно: - уклон плоскости площадки составляет не более 2°; - грунт уплотняется в обеспечение допустимого давления давление 3 кгс/см^2. Учитывая при этом, что скважина может находиться в болотистой местности, площадку желательно иметь минимального размера.

В зимнее время технологические емкости, связанные с гидратационной и смесительной установками через манифольд низкого давления, который при низких температурах окружающей среды может быть дополнительно подключен к машине подогрева жидкости 10, фиг. 5. Это повышает эффективность использования флота ГРП.

Расход геля q при совместной работе насосов смесительной и гидратационной установок, составляет $q \geq 16$ м^3 /мин, что указывает на повышение производительности флота ГРП при заданных его габаритах.

То, что технологические емкости для заполнения гелем имеют общий объем $V>400$ м^3 позволяет реализовать повышение производительности флота ГРП при заданных его габаритах.

Таким образом, все отличительные признаки способа нагнетания смеси в нефтегазовую скважину и комплекс оборудования (флот ГРП) позволяют увеличить

производительности флота ГРП, повысить его эффективности при заданных габаритах и технологических ограничениях.

1. М. Экономидес, Р. Олини, П. Валько УНИФИЦИРОВАННЫЙ ДИЗАЙН ГИДРОРАЗРЫВА ПЛАСТА: ОТ ТЕОРИИ К ПРАКТИКЕ, АНО «Институт компьютерных исследований», г. Ижевск, 2007, 236 с.

Формула изобретения

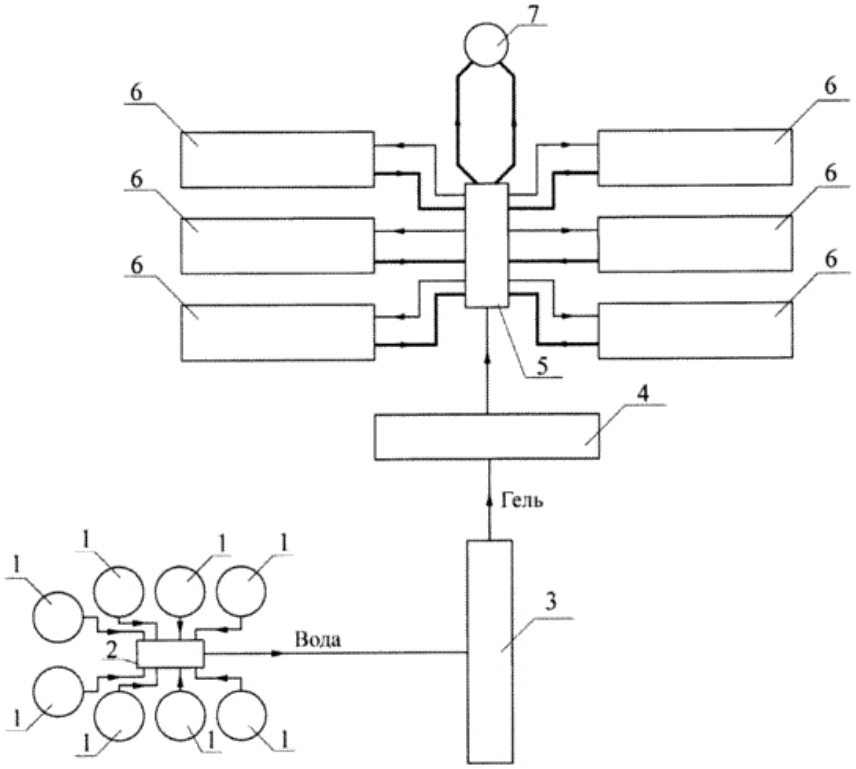
1. Способ нагнетания смеси из сыпучих и жидких химических реагентов в нефтегазовую скважину, по которому на основе программы системы управления флота гидроразрыва пласта - ГРП проводят приготовление геля из подаваемой на входы гидратационной установки воды из технологических емкостей и реагентов от установки химических добавок, перекачку геля на вход миксера смесительной установки, где выполняется смешивание геля с пропантом и химическими добавками до получения контролируемой программой системы управления флота ГРП концентрации, подачу полученной смеси к входам насосных установок и нагнетание ее в скважину, отличающийся тем, что предварительно часть технологических емкостей от гидратационной установки заполняют гелем, который подается в миксер смесительной установки параллельно с гелем от гидратационной установки, а совместная работа насосов этих установок обеспечивается автоматизированной системой управления флота ГРП, выполняющей функции системы автоматического регулирования технологическими процессами.

2. Флот ГРП для реализации способа по п. 1, включающий в себя нагнетающие в скважину смесь по программе системы управления флота ГРП насосные установки, соединенные нагнетательным манифольдом с миксером смесительной установки, который своим входом параллельно соединен с одной стороны с выходом подключенного к предварительно заполненным гелем технологическим емкостям собственного всасывающего насоса, а с другой стороны - с выходом насоса гидратационной установки, причем выходы этих насосов снабжены заслонками и расходомерами для регулирования расхода геля при совместной работе по командам системы управления флота ГРП.

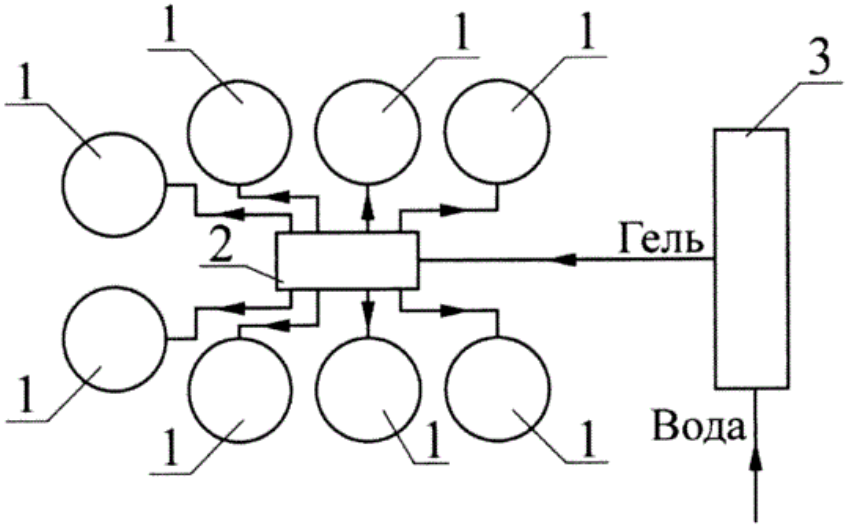
3. Флот ГРП по п. 2, отличающийся тем, что технологические емкости связаны с гидратационной и смесительной установками через манифольд низкого давления, который при низких температурах окружающей среды может быть дополнительно подключен к машине подогрева жидкости.

4. Флот ГРП по п. 2, отличающийся тем, что расход геля q при совместной работе насосов смесительной и гидратационной установок составляет $q \geq 16$ м^3/мин.

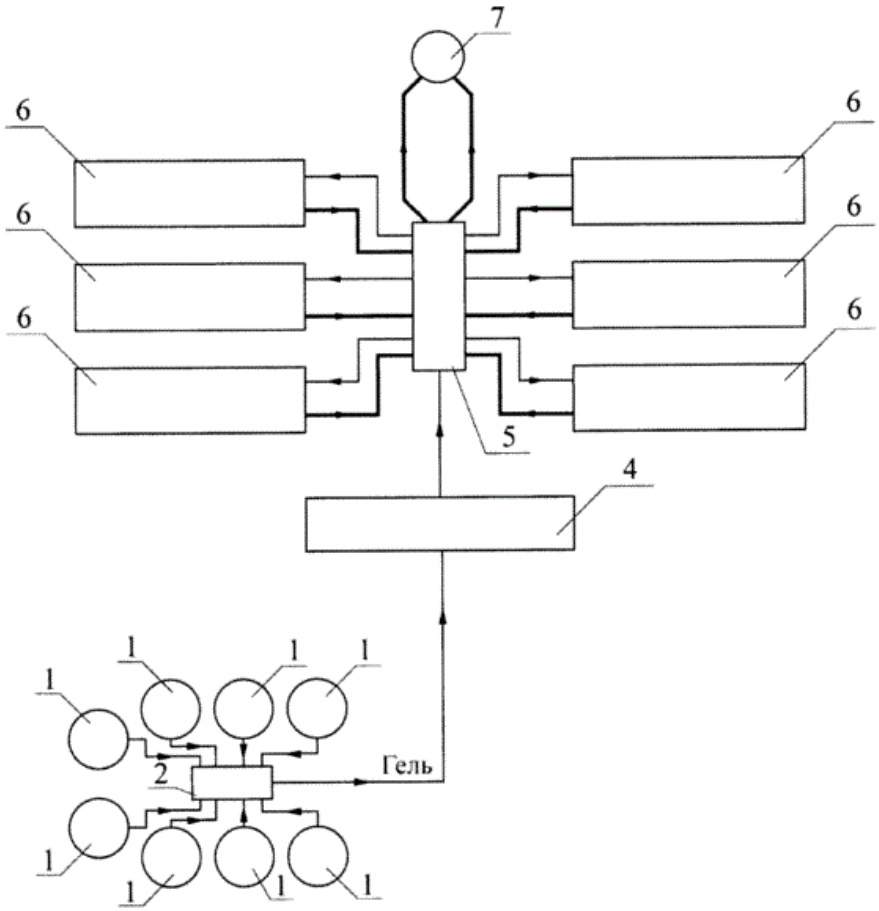
5. Флот ГРП по п. 2, отличающийся тем, что технологические емкости для заполнения гелем имеют общий объем $V > 400$ м^3.



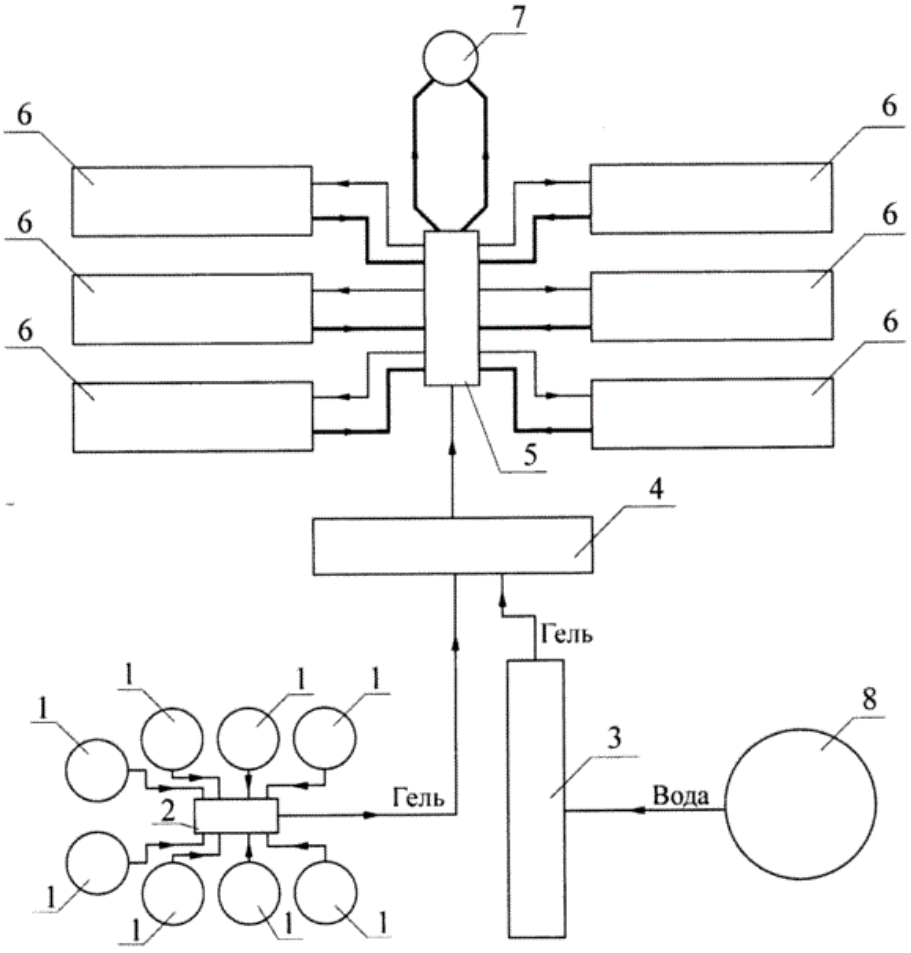
Фиг.1



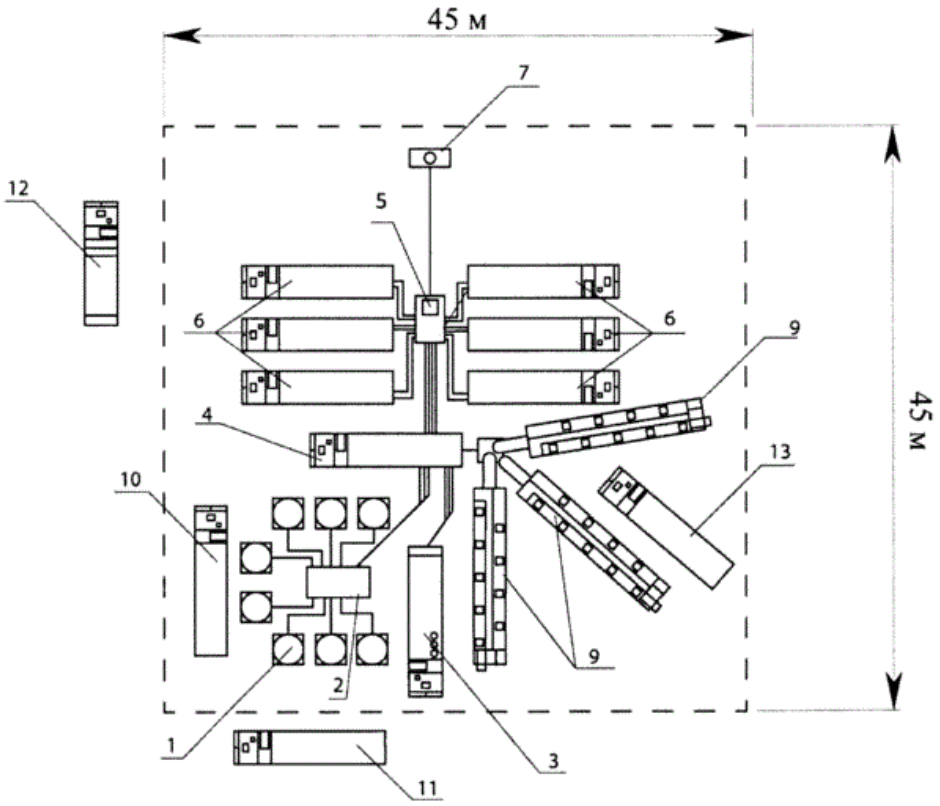
Фиг.2



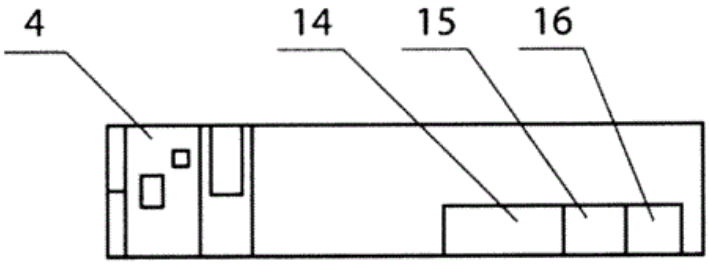
Фиг.3



Фиг.4



Фиг. 5



Фиг.6