



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B01F 25/44 (2023.01)

(21)(22) Заявка: 2022104450, 18.02.2022

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
18.02.2022

Дата регистрации:
11.04.2023

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 18.02.2022

(45) Опубликовано: 11.04.2023 Бюл. № 11

Адрес для переписки:

420006, г. Казань, а/я 59, Вальшин Ильдар
Ринатович

(72) Автор(ы):

Вальшин Ильдар Ринатович (RU),
Швецов Владимир Нисонович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Вальшин Ильдар Ринатович (RU)

(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2744373 C1, 05.03.2021. SU
1173596 A1, 20.09.1997. RU 2309391 C2,
27.10.2007. RU 2600998 C1, 27.06.2003. CN 642564
A5, 30.04.1984. EP 856353 A1, 05.08.1998.

(54) Способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу и устройство для его осуществления

(57) Реферат:

Изобретение относится к технике перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, может найти применение различных отраслях промышленности, в технологических процессах которых осуществляют перемешивание. В способе для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, с известным изменением расхода среды осуществляют транспортировку среды по трубопроводу, которую формируют перед перемешиванием путем ввода в нее нагнетанием, впрыскиванием с известным изменением расхода дополнительного компонента, транспортируемого к месту ввода в трубопровод по компонентопроводу, затем перемешивают компонент со средой с ограниченной интенсивностью в размещенном на трубопроводе устройстве для перемешивания за счет энергии потока среды в трубопроводе, согласно изобретению, интенсивность ввода компонента в поток трубопровода регулируют, распределяя его в среде струйкой или струйками, изменяя их диаметр, количество независимо от расхода

компонента в компонентопроводе; далее, снижают локальную концентрацию введенного в среду компонента путем промежуточного ее перемешивания до устройства для перемешивания с возможностью регулирования интенсивности промежуточного перемешивания, при котором перепад давления на промежуточное перемешивание можно устанавливать в интервале, не превышающим разницы допустимого и фактического перепада давления на устройстве для перемешивания; при осуществлении технологического процесса, использующим перемешивание среды с вводимым в нее компонентом, перечисленные операции адаптируют; при этом, в случае, если проводят предварительную теоретическую оценку качества перемешивания среды с вводимым в нее компонентом, для нерастворимого в среде компонента используют одно любое/оба из соотношений (1)-(1)*, устанавливающие взаимосвязь формирующейся дисперсности вводимого в среду компонента, а именно, среднего и максимального диаметра капель

компонента, образующихся за счет энергии потока компонента при впрыскивании его в поток среды в трубопроводе в зависимости от интенсивности ввода компонента и параметров его распределения, - диаметра струйки/струек, поверхностного натяжения, - а также параметров среды, - плотности, вязкости:

$$d_{cp} = k \cdot 5,0317 \cdot (\sigma \cdot \rho^{-1} \cdot \nu^{-\frac{1}{6}})^{0,6} \cdot d_0^{0,5} \cdot u^{-1,1}, \quad (1)$$

$$d_{max} = k \cdot 10,0634 \cdot (\sigma \cdot \rho^{-1} \cdot \nu^{-\frac{1}{6}})^{0,6} \cdot d_0^{0,5} \cdot u^{-1,1}, \quad (1)^*$$

где d_{cp} и d_{max} - средний и максимальный диаметр капель компонента соответственно, образующихся при впрыскивании компонента в среду; ν и ρ - соответственно вязкость, сСт, и плотность среды, кг/м³; σ - поверхностное натяжение на границы фаз компонент - среда, Н/м; $u = u_c - u_n \cos \alpha$, в которой u_c - начальная скорость струйки, м/с; u_n - скорость потока, м/с; α - угол между направлениями впрыскивания струйки и потока среды в трубопроводе; d_0 - начальный диаметр струек, м; $k = 0,9 \div 1,1$ - поправочный коэффициент, - может быть уточнен экспериментально для конкретного технологического процесса при осуществлении перечисленных операций способа, без проведения уточнения принимается равным значению $k=1$; при этом соответственно расходу компонента в компонентопроводе и расходу компонента в струйке определяют количество струек компонента, при котором суммарный расход струек будет равен расходу компонента в компонентопроводе. В устройстве для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, для перемешивания среды используют устройство, которое, согласно изобретению, включает устройство для перемешивания среды; размещаемые перед ним дроссельное устройство, которое включает корпус с установленной в ней заслонкой с перфорацией/без перфорации круглого/эллипсоидного/лепесткового профиля и приводом для изменения заслонкой сечения потока среды в трубопроводе в радиальном направлении от оси симметрии трубопровода; распределитель для ввода в ноток среды трубопровода компонента, подводимого к распределителю по компонентопроводу, при этом распределитель, который монтируют на боковой поверхности трубопровода/катушки через патрубок с/без отсечным/-ого краном/-а, включает цилиндрический корпус, элемент ввода компонента со штурвальным приводом для преобразования вращательного движения штурвала в поступательное элемента ввода компонента для его погружения/извлечения в

трубопровод под давлением, при этом элемент ввода компонента со штурвальным приводом соосно монтируются в полости корпуса распределителя, а распределитель подсоединяется к компонентопроводу через боковой штуцер на корпусе распределителя, элемент ввода компонента выполнен в виде перфорированного цилиндрического патрубка, в корпусе распределителя соосно ниже бокового штуцера устанавливается перегородка с/без разрезом/а по боковой стороне и отверстием по центру для прохода патрубка элемента ввода, которая разделяет перфорацию на патрубке элемента ввода по наружной его поверхности на верхнюю и нижнюю части и обеспечивает их сообщение через полость этого патрубка, площади перфорации верхней и нижней частей элемента ввода компонента регулируются изменением его рабочего положения при помощи штурвального привода; распределитель дополнительно комплектуется арматурой/краном/клапаном, регулирующим расход вводимого в трубопровод компонента, который монтируется либо на/перед штуцере/-ом распределителя либо на компонентопроводе; в случае если перегородка выполнена с разрезом, на боковой поверхности корпуса распределителя дополнительно на уровне разреза для продувки перфорации может быть установлен продувочный кран с байпасом с/без фильтром (-а) и краном/клапаном, соединяющим продувочный кран и компонентопровод, при этом выход байпаса соединяется с корпусом распределителя на уровне расположения разреза перегородки, дополнительно на корпусе распределителя ближе к верхней границе перегородки устанавливается дренажный кран; продувочный кран может быть с функцией переключения опорожнения полости распределителя, т.е. трехходовым; количество отверстий перфорации при выбранном их диаметре определяется при максимальном расходе компонента по компонентопроводу из условия минимальной и максимальной скорости его впрыскивания в формируемую среду в трубопроводе, необходимых для осуществления технологического процесса, в котором используется перемешивание, также из этого условия подбирается насос прокачки компонента по компонентопроводу, если им комплектуется устройство; устройство дополнительно может быть укомплектовано сменными элементами ввода с различной перфорацией нижней его части отверстиями для его настройки под конкретный технологический процесс, в котором используется устройство, подходящий вариант элемента ввода для наиболее эффективного осуществления технологического процесса определяется опытным путем; в случае если осуществляют

перемешивание формируемой среды с нерастворимым компонентом, диаметр отверстия перфорации нижней части элемента ввода выбирают в зависимости от среднего диаметра капель, образующихся при впрыскивании компонента в поток среды через элемент ввода распределителя, начальной скорости струек, параметров потоков в соответствии с зависимостью:

$$d_0 = 0,0395 \cdot k^{-2} \cdot (\rho \cdot v^{\frac{1}{6}} \cdot \sigma^{-1})^{1,2} \cdot d_{cp}^2 \cdot u^{2,2}, \quad (2)$$

где d_0 - диаметр перфорации/начальный диаметр струек, м; d_{cp} - средний диаметр капель компонента соответственно, образующихся при впрыскивании компонента в среду, м; v и ρ - соответственно вязкость, сСт, и плотность среды, кг/м³; σ - поверхностное натяжение на границы фаз компонент - среда, Н/м; $u = u_c - u_n \cos \alpha$, в

которой u_c - начальная скорость струйки, м/с; u_n - скорость потока, м/с; α - угол между направлениями впрыскивания струйки и потока среды в трубопроводе; $k=0,9 \div 1,1$ - поправочный коэффициент, - может быть уточнен экспериментально для конкретного технологического процесса при осуществлении перечисленных операций способа, без проведения уточнения принимается равным значению $k=1$. Изобретение обеспечивает высокое качество продукта перемешивания, позволяет интенсифицировать осуществляемые процессы, повышает их надежность, а также позволяет расширить области применения статических перемешивающих устройств для перемешивания различных сред для достижения наиболее эффективного осуществления технологического процесса. 2 н. и 2 з.п. ф-лы, 2 ил., 3 табл.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(52) CPC

B01F 25/44 (2023.01)

(21)(22) Application: **2022104450, 18.02.2022**

(24) Effective date for property rights:
18.02.2022

Registration date:
11.04.2023

Priority:

(22) Date of filing: **18.02.2022**

(45) Date of publication: **11.04.2023** Bull. № 11

Mail address:

420006, g. Kazan, a/ya 59, Valshin Ildar Rinatovich

(72) Inventor(s):

**Valshin Ildar Rinatovich (RU),
Shvetsov Vladimir Nisonovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

Valshin Ildar Rinatovich (RU)

(54) **METHOD FOR MIXING A MEDIUM TRANSPORTED THROUGH A PIPELINE AND A DEVICE FOR ITS IMPLEMENTATION**

(57) Abstract:

FIELD: pipelines.

SUBSTANCE: it can be used in various industries, where the technological processes includes mixing. The method for mixing the medium transported through the pipeline with a known change in the flow rate of the medium includes the medium transportation through the pipeline, which is formed before mixing by introducing into it by injection, injection with a known change in the flow rate of an additional component transported to the point of entry into the pipeline through the component line, then mix a component with a medium with a limited intensity in a device placed on the pipeline for mixing using the energy of the medium flow in the pipeline, according to the invention, the intensity of the input of the component into the pipeline flow is regulated by distributing it in the medium in a trickle or trickles, changing their diameter, quantity, regardless of the flow rate of the component in component pipeline; further, the local concentration of the component introduced into the medium is reduced by its intermediate mixing to a mixing device with the ability to control the intensity of intermediate mixing, while the pressure drop on the intermediate mixing can be set in the range not exceeding the difference between

the allowable and actual pressure drop on the mixing device; when using the technological process that comprises mixing of the medium with the component introduced into it, the listed operations are adapted; if a preliminary theoretical assessment of the quality of mixing of the medium with the component introduced into it is carried out, one or both of the ratios (1)-(1) * are used for the component insoluble in the medium, establishing the relationship of the emerging dispersion of the component introduced into the medium, namely, the average and maximum diameter of the droplets of the component formed due to the energy of the component flow when it is injected into the medium flow in the pipeline, depending on the intensity of the input of the component and its distribution parameters, the diameter of the stream / streams, surface tension, as well as the medium parameters, density, viscosity:

$$d_{cf} = k \cdot 50317 \cdot (\sigma \cdot \rho^{-1} \cdot v^{-\frac{1}{6}})^{0,6} \cdot d_o^{0,5} \cdot u^{-1,1},$$

$$d_{max} = k \cdot 10,0634 \cdot (\sigma \cdot \rho^{-1} \cdot v^{-\frac{1}{6}})^{0,6} \cdot d_o^{0,5} \cdot u^{-1,1}, \quad (1)^*$$

where d_{cf} and d_{max} - the average and maximum diameter of the drops of the component, respectively,

RU 2 794 080 C1

RU 2 794 080 C1

formed during the injection of the component into the environment; ν and ρ respectively, the viscosity, cSt, and the density of the medium, kg/m^3 ; σ - surface tension on the phase boundaries of the components - medium, N/m; $u = u_c - u_n \cos \alpha$, in which u_c is the initial speed of the trickle, m/s; u_n is flow velocity, m/s; α is the angle between the directions of injection of the jet and the flow of the medium in the pipeline; d_o is the initial diameter of the streams, m; $k=0,9 \div 1,1$ - the correction factor, - can be refined experimentally for a specific technological process during the listed operations of the method, without clarification, it is taken equal to the value $k=1$; in this case, according to the flow rate of the component in the component pipeline and the flow rate of the component in the stream, the number of streams of the component is determined, at which the total flow rate of the streams will be equal to the flow rate of the component in the component pipeline. The device for stirring the medium transported through the pipeline uses a device for mixing the medium, which, according to the invention, includes a device for mixing the medium; a throttle device placed in front of it, which includes a housing with a damper installed in it with/without perforation of a round/elliptical/petal profile and a drive for changing the cross section of the medium flow in the pipeline in the radial direction from the symmetry axis of the pipeline; a distributor for introducing a component into the flow of the pipeline medium, which is supplied to the distributor along the component pipeline, while the distributor, which is mounted on the side surface of the pipeline/coil through a branch pipe with/without a shut-off valve, includes a cylindrical body, a component input element with a steering drive for converting the rotational movement of the handwheel into a translational element of the component input for its immersion/extraction into the pipeline under pressure, while the input element of the component with the handwheel drive is coaxially mounted in the cavity of the distributor housing, and the distributor is connected to the component pipeline through the side fitting on the distributor housing, the input element component is designed in the form of a perforated cylindrical branch pipe; a partition is installed in the distributor body, coaxially below the side fitting, with/without a cut on the side and a hole in the centre for the passage of the branch pipe of the input element, which separates the perforation on the input element branch pipe along its outer surface into the upper and lower parts and ensures their communication through the cavity of this branch pipe; the perforation areas of the upper and lower parts of the component input element are regulated by changing its working position with a handwheel drive; the distributor is additionally equipped with fittings/faucet/valve that regulates the flow rate of the component introduced into the pipeline, which is mounted either on or in front of the nozzle distributor

or on the component pipeline; if the partition is made with a cut, additionally at the level of the cut to purge the perforation, a purge cock with a bypass with/without filter(s) and a cock/valve connecting the purge cock and the component line can be installed on the side surface of the distributor housing, while the bypass outlet is connected to the distributor body at the level of the partition cut; additionally, a drain cock is installed on the distributor body closer to the upper border of the partition; the purge cock can feature the function of emptying the distributor cavity, i.e. three-way; the number of perforation holes with their selected diameter is determined at the maximum flow rate of the component through the component pipeline based on the condition of the minimum and maximum speed of its injection into the formed medium in the pipeline, required for the technological process, which uses mixing; based on this condition, the pump for pumping the component through the component pipeline is also selected, if the device is supplied with it; the device can additionally be equipped with replaceable input elements with various perforation of its lower part with holes to adjust it to a specific technological process in which the device is used; the appropriate version of the input element for the most efficient implementation of the technological process is determined empirically; if the formed medium is mixed with an insoluble component, the diameter of the perforation hole in the lower part of the input element is selected depending on the average diameter of the droplets formed when the component is injected into the medium flow through the distributor input element, the initial speed of the jets, the flow parameters in accordance with the following formula:

$$d_o = 0,0395 \cdot k^{-2} \cdot (\rho \cdot \nu^{\frac{1}{6}} \cdot \sigma^{-1})^{1,2} \cdot d_{cf}^2 \cdot u^{2,2}, \quad (2)$$

where d_o is the diameter of the perforation/initial diameter of the streams, m; d_{cf} is the average diameter of the component drops, respectively, formed during the injection of the component into the environment, m; ν and ρ is, respectively, the viscosity, cSt, and the density of the medium, kg/m^3 ; σ is surface tension on the phase boundaries; component - medium, N/m; $u = u_c - u_n \cos \alpha$, where u_c is the initial speed of the trickle, m/s; u_n is flow velocity, m/s; α is the angle between the directions of injection of the jet and the flow of the medium in the pipeline; $k=0,9 \div 1,1$ - the correction factor - can be refined experimentally for a specific technological process when implementing the listed operations of the method; it is taken equal to the value $k=1$ without clarification.

EFFECT: high quality of the mixing product, makes it possible to intensify the ongoing processes, increase their reliability, and allows expanding the scope of static mixing devices for mixing various media in order to achieve the most efficient technological process.

4 cl, 2 dwg, 3 tbl

Изобретение относится к технике перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, и может найти применение в различных технологических процессах нефтедобывающей и других отраслях промышленности, например, в процессах обезвоживания/обессоливания нефти, в узлах/системах отбора и учета углеводородов, смешении различных компонентов.

Известен способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, при котором в трубопроводе размещают по меньшей мере один смешивающий элемент, который состоит минимум из двух групп перегородок, перегородки в каждой группе устанавливают по существу параллельно так, что ребра одной группы перегородок перекрещиваются с ребрами другой группы и располагаются под углом к оси трубопровода, перемешивают среду в смешивающем элементе, транспортируя ее по трубопроводу, Патент СН 642564 А05 (SULZER AG), 30.04.1984, Способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу [1].

Известно устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, которое состоит из трубчатого корпуса для фланцевого/сварного монтажа на трубопроводе, в котором установлен по меньшей мере один смешивающий элемент, который состоит минимум из двух групп перегородок, внутри каждой из групп перегородки направлены параллельно и расположены под углом к оси корпуса так, что ребра перегородок одной группы перекрещиваются с ребрами перегородок другой группы, Патент СН 642564 А5 (SULZER AG), 30.04.1984, Устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу [2].

Недостатки нашедшей широкое применение за рубежом и в нашей стране известной техники для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу [1, 2], нерациональный расход энергии потока в трубопроводе на перемешивание, подверженность устройства к быстрому засорению.

Известная техника разбивает поток среды в трубопроводе на параллельные слои, при этом активное перемешивание осуществляет в середине каждого слоя, пассивное - на границах, см. патент на изобретение №2744373, Способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, и устройство для его осуществления [3]. Середина каждого слоя находится в плоскости соприкосновения ребер групп перегородок, границы - в параллельных ей плоскостях, делящей пополам перегородки по их высоте. В результате отсутствия активного перемешивания между собой слоев на выходе поток среды по высоте остается неоднородным. Следовательно, энергия потока на перемешивание среды в первом смешивающем элементе известных решений [1-2] расходуется нерационально. Очевидно, что формирование однородности в горизонтальных слоях техникой [1-2] будет подобно ее формированию гравитацией, поскольку на каждом уровне в трубопроводе распределение компонентов среды под воздействием гравитации можно считать относительно однородным. Как правило, ребра перегородок в первом смешивающем элементе известных решений [1-2] (и аналогах, копирующих [1-2]) лежат в горизонтальных плоскостях. Следовательно, энергия потока на перемешивание тратится крайне не эффективно, ибо однородность в слоях уже сформирована гравитацией. При этом формируемая известными решениями [1-2] параллельность слоев не только препятствует их объемному перемешиванию, но может интенсифицировать и обратный процесс, еще большее расслоение среды в потоке трубопровода. Именно такое решение широко используется в технике разделения эмульсии в динамических отстойниках, а также при трубопроводной дезэмульсации нефти. Для достижения объемного перемешивания среды в известных решениях [1-2] увеличивают количество смешивающих элементов до 2-5, устанавливая их в разные

положения, увеличивают количество перегородок в группах. Нерациональный расход энергии потока на перемешивание при этом еще более увеличивается. Это приводит к снижению качества перемешивания среды, способствует ускоренному засорению смесительных элементов, уменьшению проходного сечения и, как следствие, к
5 образованию застойной зоны в трубопроводе, изменению содержания компонентов среды вдоль трубопровода, нарушению работы устройства.

Примечание. В [3] приводится известная техника с аналогичными недостатками.

Известен способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, при котором на трубопроводе устанавливают корпус с входными и выходными
10 патрубками, в корпусе устанавливают смешивающий элемент в виде лопаток суперкавитационного профиля и дополнительными лопастями клиновидной формы с острой передней кромкой, устанавливаемые между лопатками с возможностью радиального перемещения, поток перемешивают путем регулирования рабочих
расходов, при уменьшении скорости потока между лопатками вводят дополнительные
15 подвижные лопасти, чтобы скорость поддерживалась такой величины, при которой обеспечивалась необходимая величина кавитации, А.с. СССР №1173596, кл. В01F 7/04, В01F 7/04, 1983, Способ перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу [4].

Известно устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу,
20 которое включает корпус с входными и выходными патрубками для монтажа на трубопроводе с установленными в нем смешивающим элементом в виде лопаток суперкавитационного профиля, лопастями клиновидной формы с острой передней кромкой, размещенными между лопатками суперкавитационного профиля с
возможностью радиального перемещения, А.с. СССР №1173596. кл. В01F 7/04, В 01F
25 7/04, 1983, Устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу [5].

Недостатки известной техники для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу [4, 5] - эксплуатация устройства приводит к изменению компонентного
30 состава среды вдоль трубопровода, нарушению работы устройства. В известном решении утверждается, что перемешивание обеспечивается за счет увеличения скорости потока в смешивающем элементе устройства до необходимого значения путем уменьшения внутреннего диаметра трубопровода на участке размещения смешивающего
элемента устройства. Это утверждение некорректно по трем причинам. Первая. Уменьшение внутреннего диаметра трубопровода при невысокой скорости потока
35 приводит к образованию вышле по потоку от смешивающего элемента застойной зоны. Как следствие, происходит изменение компонентного состава среды вдоль трубопровода, а значит, устройство, как смешивающий элемент перестает работать. Вторая. Скорость потока в смешивающем элементе увеличивается постепенно по ходу
40 потока. При выдвигании лопастей при невысокой скорости потока передняя часть лопаток клиновидной формы суперкавитационного профиля с острой кромкой не работает, ибо скорость потока в этой части по-прежнему мала для образования кавитации вследствие клиновидности и остроты передних кромок лопастей и лопаток. Третья. Согласно [4, 5], чем меньше расход среды, тем больше будут выдвинуты
радиально перемещаемые лопасти для обеспечения одинаковой скорости (на выходе
45 из устройства), а значит, тем больше будет перекрыто поперечное сечение трубопровода. Следовательно, коэффициенты местных сопротивлений на сужение и расширение поперечного сечения трубопровода будут при этом увеличиваться, а вместе с ними будет увеличиваться и интенсивность (перепад давления) перемешивания среды. То

есть известное решение [5] не обеспечивает сохранение интенсивности перемешивания среды, более того, оно увеличивается при снижении расхода среды в трубопроводе и приводит, парадокс, к нарушению работы устройства, вследствие изменения компонентного состава среды вдоль трубопровода, при котором происходит засорение

5 трубопровода и передней част и лопаток и лопастей.

Известен способ перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, поперечное сечение которого может быть постоянным, переменным, среду перемешивают путем ее транспортирования по трубопроводу, осуществляют размещение пробозаборного элемента в трубопроводе и отбор пробы из потока трубопровода,

10 ГОСТ Р 8.880-2015, пп. 6.4-6.6, Способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, [6].

Известно устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, функцию которого выполняет статический элемент/-ы в трубопроводе либо сам участок трубопровода, фитинг в виде перехода на меньший диаметр трубопровода и его

15 продолжение, диафрагма, отвод, тройник, задвижка, клапан, сопло, различного типа перегородки/патрубки, статический смеситель, либо динамическое устройство, например, центробежный насос которые устанавливаются перед пробозаборным элементом по ходу потока среды в трубопроводе, ГОСТ Р 8.880-2015, пп. 6.4-6.6, Устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, [7].

Недостатки известной техники перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу [6-7], нерациональный расход энергии потока в трубопроводе на перемешивание с применением устройства статического/динамического типов, подверженность устройства статического типа к быстрому засорению, эксплуатация

20 устройства с элементами сужения/расширения диаметра трубопровода, изменения направления на преходящий/нисходящий потоки приводит к изменению компонентного

состава среды вдоль трубопровода. Качество перемешивания среды с применением известны решений [6-7] зависит от интенсивности, длительности перемешивания и определяется технологическим процессом, в котором используется перемешивание. Для устройств [7] статического

30 типа интенсивность перемешивания пропорциональна скорости потока, поэтому она снижается с уменьшением расхода среды и разница между допустимой и фактической энергией потока на перемешивание не реализуется. Соответственно изменению

интенсивности перемешивания/скорости потока и не использованной энергии потока на перемешивание изменяется качество перемешивания среды, или локальная

35 концентрация компонентов, составляющих среду. Это один из главных недостатков известных решений [6-7], определяющий нерациональное использование энергии потока на перемешивание и не высокое качество перемешивания среды. Нерациональный

расход энергии потока на перемешивание способствует засорению устройства [7], уменьшению его проходного сечения (диаметра), как следствие, образованию кармана

40 (застойной зоны) выше по потоку от устройства и изменению компонентного состава в потоке среды вдоль трубопровода. Последнее может также произойти при невысокой скорости потока. Например, если устройством [7] является переход на уменьшение диаметра/отвод (колена), композиция переходов/отводов, а также, если эти элементы

45 трубопровода располагают перед другими вариантами устройства [7], дроссельным клапаном или статическим/динамическим устройствами. В случае, когда среду, транспортируемую по трубопроводу с известным изменением ее расхода, формируют перед перемешиванием путем ввода нагнетанием, впрыскиванием в нее с известным изменением расхода дополнительную компонента, затем

перемешивают компонент со средой с ограниченной интенсивностью в размещенном на трубопроводе устройстве для перемешивания за счет энергии потока среды в трубопроводе, в известных решениях [6, 7] интенсивность локального (в поперечном сечении трубопровода) ввода компонента в среду зависит от расхода компонента в компонентопроводе и носит однозначную с ней зависимость, то есть независимое регулирование интенсивности ввода компонента от его расхода отсутствует. В результате энергия потока компонентопровода при локальном перемешивании компонента со средой (точнее, с частью среды) используется крайне неэффективно. Как следствие, при недостаточной интенсивности перемешивания на этапе ввода в среду трубопровода повышение качества перемешивания компонента в среде остается возможным только за счет энергии потока среды с использованием устройства для перемешивания [7]. Перемешивание со средой введенного в нее компонента за счет энергии потока среды в трубопроводе исключает избыточную концентрацию энергии потока среды только в компоненте. Вся среда, и компонент будут перемешиваться с интенсивностью, определяемым местным сопротивлением в трубопроводе, энергия потока среды будет затрачиваться при перемешивании и в объемных участках среды, где компонент отсутствует и в участках, граничащих с компонентом. Таким образом, энергии потока среды в трубопроводе с применением техники [6-7] изначально тратится на перемешивание нерационально. По этой причине качество перемешивания среды с введенным компонентом будет более низким, требуемое качество перемешивания может быть достигнуто только при больших затратах энергии потока на перемешивание, а в отдельных случаях осуществления технологии [6], заведомо неудовлетворительным, см. ниже, отмеченное **.

Укажем еще ряд недостатков техники [6-7], которые выделим * и **.

*Степень расслоения потока среды на компоненты, определяемая величиной локальной концентрации компонентов, значение площади контакта компонентов между собой существенно влияют на величину энергии, которую необходимо затратить на ее перемешивание с одинаковым качеством, она будет тем больше, чем больше будет неоднородность (расслоение) среды. Высокая локальная концентрация введенного в поток компонента при формировании среды в трубопроводе снижает качество перемешивания с применением любого из вариантов устройства [7]. Покажем это на примере обессоливания нефти, в котором, нефть, содержащую большое количество взвешенных в ней капель соленой воды различных размеров, перемешивают с промывочной водой. Перед перемешиванием на устройстве [7] в нефть вводят промывочную/пресную воду, например, диспергируют через форсунку/и (это те же тройники, элементы трубопровода, использующиеся в качестве устройства [7]) или вводят сплошным потоком, если турбулентность потока нефти в трубопроводе высокая (трубопровод также является вариантом устройства [7] для перемешивания). При диспергировании при выходе из форсунки или под воздействием турбулентности потока нефти в трубопроводе пресная вода дробится на капли (мелкие, крупные), образуя в потоке нефти шлейф с высокой их локальной концентрацией. Локальное, с высокой концентрацией, группирование капель пресной воды в потоке нефти происходит вследствие быстрой потери ими скорости из-за высоких плотности, вязкости нефти, снижения давления между каплями воды при их относительном движении. Известно, что процесс коалесценции капель воды в нефти интенсифицируется при высокой их локальной концентрации, В.П. Тронов, Промысловая подготовка нефти, М.: «Недра», 1977, рис. 18, [8]. Процесс укрупнения капель может преобладать даже при высокой скорости (т.е. турбулентности) потока нефти, В.П. Тронов и др., «Расслоение потока

на нефть, газ и воду в концевых участках трубопровода», журнал «Нефтяное хозяйство», М.: «Недра», №1, 1989 г., [9]. При укрупнении капель роль гравитации на их распределение в поперечном сечении трубопровода существенно возрастает.

Укрупнившиеся капли пресной воды подвержены быстрому перемещению в нижние
5 слои трубопровода (скорость их перемещения под воздействием гравитации возрастает вследствие укрупнения и снижения давления между ними при индуцированном гравитацией движении), где концентрация их снова растет и тем поддерживает высокую скорость их коалесценции. Как следствие, основная доля пресной воды в такой нефтяной смеси оказывается представлена крупными каплями с высокой локальной их
10 концентрации в нижних слоях потока трубопровода. В результате основная доля капель соленой воды в процессе трубной деэмульсации нефти не участвуют. При поступлении эмульсии в динамические отстойники/электродегидраторы под воздействием гравитации крупные капли пресной воды (представляющими большую долю введенную в нефть пресной воды) практически сразу отделяется от нефти, переходя в сплошную фазу
15 отстоявшейся воды, так не скоалесцировав в динамических сепараторах (отстойниках/электродегидраторях) с основной долей взвешенных в нефти мелких соленых капель. Как следствие эффективность обессоливания нефти снижается. Если же для перемешивания нефти и пресной воды, как вариант устройства [7], применяют статический смеситель, эффективность перемешивания пресной воды с нефтью надет
20 при уменьшении расхода нефти. В результате продукт перемешивания характеризуется большой долей крупных капель пресной воды в нефти, которые под воздействием гравитации оседают в потоке и группируются в нижних слоях трубопровода, с образованием высокой локальной концентрации. Вышеописанный процесс укрупнения в потоке нефти капель пресной воды повторяется. При поступлении потока воднефтяной
25 эмульсии в сепараторы эти крупные капли переходят в сплошную фазу отстоявшейся воды, так и не смешавшись с основной долей взвешенных в нефти капель соленой воды. Как следствие, в процессе разделения потока в сепараторе на воду и нефть, в последней остается большое содержание взвешенных в ней капель соленых воды, эффективность обессоливания нефти снижается. На установках подготовки нефти УПН потоки нефти
30 в технологических трубопроводах характеризуются высоким потенциалом образования в них послойного движения нефти и введенной в нее пресной воды для трубной деэмульсации нефти. Поэтому очень важно эффективно осуществлять перемешивание нефти и пресной воды. Указанные выше недостатки решений [6-7] не позволяют рационально решать эту задачу.

35 **В ряде технологических процессов, использующих перемешивание, интенсивность перемешивания среды в трубопроводе за счет энергии потока среды ограничивают. Примером служит перемешивание нефти и пресной воды при обессоливание нефти. В нем вводят ограничение на интенсивность перемешивания нефти с пресной водой, чтобы исключить передиспергирование капель соленой и пресной воды, нежелательного
40 при обессоливание нефти. При формировании дисперсности воды в нефти за счет энергии потока нефти степень дисперсности оказывается, как правило, выше для капель соленой, нежели для капель пресной воды. Это происходит потому, что в нефть предварительно добавляют ПАВ, деэмульгатор/химреагенты, для разрушения прочных оболочек капель соленой воды, состоящих из различных включений. Применяемые
45 реагенты снижают поверхностное натяжение капель соленой воды. Поэтому одинаковое гидродинамическое воздействие на смесь нефти и пресной воды в трубопроводе и приводит к тенденции более сильного измельчения капель соленой воды. В результате процесс обессоливания нефти на установках подготовки нефти (УПН) с применением

техники перемешивания [6, 7] осуществляется при неоптимальных параметрах расхода пресной воды, температуры потока (для снижения вязкости нефти), увеличения времени отстоя нефти в динамических сепараторах (что, соответственно, приводит к снижению скорости нефти в трубопроводах, а значит, к еще большему ухудшению качества перемешивания нефти и пресной воды). В указанном процессе обессоливания нефти для перемешивания нефти и пресной воды в трубопроводе часто применяют вариант устройства [7], дроссельный клапан, который позволяет регулировать затрачиваемую энергию потока нефти (интенсивность) на перемешивание. Его применение оказывается энергозатратным, т.к. более-менее необходимая степень дисперсности пресной воды обеспечивается при перепаде 0,02-0,03 МПа. При высоком содержании в нефти мелких соленых капель воды для снижения их остаточного содержания максимальный перепад давления на клапане увеличивают до 0,05-0,06 МПа. Как следствие, нефть на выходе с УПН характеризуется повышенным содержанием воды, а содержание солей часто не вписывается в необходимые рамки.

При напорной системе подготовки нефти в процессе ее обессоливания дополнительно ограничивают управление процессом перемешивания с применением любого варианта устройства [7], перепад давления на перемешивание устанавливают не более 0,03 МПа. При такой интенсивности перемешивания нефти и пресной воды дроссельный клапан, как вариант устройства [7] для управления процессом перемешивания, не обеспечивает требуемый порядок дисперсности пресной воды в нефти. В результате при использовании дроссельного клапана перемешивание нефти с пресной водой оказывается не эффективным, как следствие обессоливания нефти осуществляют при нерациональных значениях его параметров операций, увеличивают расход пресной воды, повышают температуру нефти.

Приведенные примеры показывают, что перемешивание среды только за счет энергии ее потока в трубопроводе может оказаться не достаточным для эффективного осуществления технологического процесса, использующую технику перемешивания [6, 7].

*Применение для перемешивания пресной воды с нефтью устройства [7] динамического типа, центробежного насоса для перекачки среды в трубопроводе, оказывается нецелесообразным для управления параметрами перемешивания, ибо основная функция его, перекачка среды, поэтому управление параметрами перемешивания и перекачкой среды оказываются несовместимыми. Более того, применение центробежного насоса может формировать поток с высокой локальной неоднородностью распределения в нем компонентов, см. источник: Эксплуатационная документация на пробоотборник автоматический серии True Cut C-2 фирмы CLIF MOCK COMPANY, раздел «Статическое перемешивание», [10]. Выдержка из него:

«Кондиционирование потока в трубопроводе до отбора пробы всегда считалось одним из необходимых шагов для получения точной и представительной пробы. Во многих системах отбора проб, где считалось, что необходимое перемешивание происходит за счет насосов и колен в трубопроводе, представительных проб не удавалось получить при испытании этих систем отбора проб. При этом было обнаружено, что при определенных скоростях в трубах разного диаметра более тяжелые флюиды и осадки подвергались центробежному воздействию насосов и колен трубопроводов, что препятствовало образованию однородной массы флюида по всему сечению трубопровода. Поэтому отобранные пробы флюида из трубопровода не могут быть представительными в отношении ко всему сечению потока в такой определенной точке в данное время. Отличным решением этой проблемы оказался трубопроводный

статический смеситель. Такой статический смеситель может обеспечить получение частиц эмульсии предсказуемых размеров с низким перепадом давления на самом смесителе. У смесителя нет движущихся частей и он не требует привода, поэтому расходы на его обслуживание минимальны».

5 Техническим результатом данного изобретения является повышение эффективности перемешивания за счет регулирования параметрами этого процесса, рационального использования для перемешивания энергии смешиваемых потоков, расширения границ применимости эксплуатируемых устройств для перемешивания, осуществления функции саморегулирования/самонастройки, экспериментальной настройки устройства на
10 оптимальные режимы работы под конкретные среды для использования в конкретных технологических процессах и адаптации к нему заявляемой технологии, определения оптимальных параметров конструкции устройства и интенсивности перемешивания мод конкретные технологические процессы; предотвращения преждевременного засорения устройства.

15 Для достижения технического результата в способе для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, при котором с известным изменением расхода среды осуществляют транспортировку среды по трубопроводу, которую формируют перед перемешиванием путем ввода в нее нагнетанием, впрыскиванием с известным изменением расхода дополнительного компонента, транспортируемого к месту ввода
20 в трубопровод по компонентопроводу, затем перемешивают компонент со средой с ограниченной интенсивностью в размещенном на трубопроводе устройстве для перемешивания за счет энергии потока среды в трубопроводе, согласно изобретению, интенсивность ввода компонента в поток трубопровода регулируют, распределяя его в среде струйкой или струйками, изменяя их диаметр, количество не зависимо от расхода
25 компонента в компонентопроводу; далее, снижают локальную концентрацию введенного в среду компонента путем промежуточного ее перемешивания до устройства для перемешивания с возможностью регулирования интенсивности промежуточного перемешивания, при котором перепад давления на промежуточное перемешивание можно устанавливать в интервале, не превышающим разницы допустимого и
30 фактического перепада давления на устройстве для перемешивания; при осуществлении технологического процесса, использующим перемешивание среды с вводимым в нее компонентом, перечисленные операции адаптируют;

при этом в случае, если проводят предварительную теоретическую оценку качества перемешивания среды с вводимым в нее компонентом, для нерастворимого в среде
35 компонента используют одно любое/оба из соотношений (1)-(1)*, устанавливающие взаимосвязь формирующейся дисперсности вводимого в среду компонента, а именно, среднего и максимального диаметра капель компонента, образующихся за счет энергии потока компонента при впрыскивании его в поток среды в трубопроводе в зависимости от интенсивности ввода компонента и параметров его распределения, диаметра струйки/
40 струек, поверхностного натяжения, а также параметров среды, плотности, вязкости:

$$d_{cp} = k \cdot 5,0317 \cdot (\sigma \cdot \rho^{-1} \cdot v^{-\frac{1}{6}})^{0,6} \cdot d_0^{0,5} \cdot u^{-1,1}, \quad (1)$$

$$45 \quad d_{max} = k \cdot 10,0634 \cdot (\sigma \cdot \rho^{-1} \cdot v^{-\frac{1}{6}})^{0,6} \cdot d_0^{0,5} \cdot u^{-1,1}, \quad (1)^*$$

где d_{cp} и d_{max} - средний и максимальный диаметр капель компонента соответственно, образующихся при впрыскивании компонента в среду;

ν и ρ - соответственно вязкость, сСт, и плотность среды, кг/м³;
 σ - поверхностное натяжение на границы фаз компонент среда, Н/м;
 $u = u_c - u_n \cos \alpha$, в которой u_c - начальная скорость струйки, м/с;

5 u_n - скорость потока, м/с;

α - угол между направлениями впрыскивания струйки и потока среды в трубопроводе;
 d_0 - начальный диаметр струек, м;

$k = 0,9 \div 1,1$ - поправочный коэффициент, может быть уточнен экспериментально для
 10 конкретного технологического процесса при осуществлении перечисленных операций
 способа; без проведения уточнения принимается равным значению $k=1$;

при этом соответственно расходу компонента в компонентопроводе и расходу
 компонента в струйке определяют количество струек компонента, при котором
 суммарный расход струек будет равен расходу компонента в компонентопроводе.

15 Согласно первого отличительного признака в заявляемом способе интенсивность
 ввода компонента в поток трубопровода регулируют, распределяя его в среде струйкой
 или струйками, например, при помощи элемента ввода распределителя, изменяя их
 диаметр, количество не зависимо от расхода компонента в компонентопроводе, расход
 компонента в компонентопроводе при этом восстанавливают, если он должен быть
 20 неизменным (постоянным). Необходимые значения интенсивности ввода компонента
 в среду определяют экспериментально по результатам осуществления технологического
 процесса, использующего перечисленные операции способа перемешивания исходя из
 минимизации материальных затрат используемых ресурсов, расходных материалов,
 затрачиваемой энергии, достигаемого результата при осуществлении технологического
 25 процесса, использующего перемешивание. Совокупность указанных операций позволяет
 изменять интенсивность ввода компонента не зависимо от устанавливаемого в
 компонентопроводе расхода потока компонента, изменяя диаметр, количество струек
 распределения компонента в среде, и, таким образом, выбирать и необходимые
 интенсивность ввода компонента, и затем и его расход из всевозможных, в отличие от
 прототипа [6], их сочетаний из априори заданных интервалов. В известных решениях
 30 [6-7] изменение скорости ввода компонента в среду влечет изменение его расхода по
 компонентопроводу, то есть они не позволяют изменять скорость/интенсивность его
 ввода независимо от расхода, а следовательно, их использование не позволит определять
 те значения скорости ввода компонента и его расход в компонентопроводе, при которых
 технологический процесс, использующий перемешивание, протекает наиболее
 35 эффективно. В отличие от прототипа [6] (и [7]) заявляемое решение позволяет
 устанавливать для любого расхода компонента любую интенсивность его ввода в
 среду. А значит, по результату осуществления технологического процесса,
 использующим перемешивание, для него могут быть установлены необходимые значения
 интенсивности (скорости) ввода компонента в трубопровод при любом его расходе в
 40 компонентопроводе, при которых он протекает наиболее эффективно. Выбор нужных
 значений интенсивности (скорости) ввода компонента в трубопровод и расхода
 компонента в трубопроводе для использующего перемешивание технологического
 процесса означает наиболее эффективную их взаимную адаптацию (настройку). Такая
 адаптация заявляемой технологии перемешивания под конкретный технологический
 45 процесс позволяет, в отличие от прототипа [6], эффективно использовать энергию
 потока компонентопровода на перемешивание среды с компонентом на этапе его ввода
 в среду, оперативно корректировать интенсивность их перемешивания, исключая
 неоптимальные режимы его осуществления. Но результатам осуществления

технологического процесса, использующего перемешивание, составлять его более точный прогноз на его применение. Предварительная теоретическая оценка/прогноз качества перемешивания нерастворимых друг в друге потоков компонента и среды по формулам (1)-(1)*, устанавливающим взаимосвязь между характеристиками формирующейся поверхности контакта среды и вводимого в нее компонента, интенсивностью ввода в среду компонента, помогает определять подходящие (оптимальные) расходы потоков, интенсивность перемешивания компонента со средой при реализации технологического процесса, использующего перемешивание. Таким образом, управление, регулирование процессом перемешивания среды и вводимого в нее компонента, согласно заявляемого способа, позволит, в отличие от прототипа [6], устанавливать наиболее оптимальные режимы перемешивания компонента на этапе его ввода. В этом главное преимущество заявляемого решения по сравнению с прототипом [6].

Второй отличительный признак заявляемого решения - снижают высокую локальную концентрацию введенного в среду компонента путем промежуточного ее перемешивания перед устройством для перемешивания, регулируя интенсивность промежуточного перемешивания, изменяя перепад давления на промежуточное перемешивание в интервале, не превышающим разницы допустимого и фактического перепада давления на устройстве для перемешивания, позволяет осуществить с регулируемой интенсивностью промежуточное перемешивание среды и введенного в него компонента за счет неиспользованной на перемешивание энергии потока среды в трубопроводе. Он обеспечивает снижение высокой локальной концентрации в среде введенного в нее компонента до перемешивания на устройстве для перемешивания. При этом растворение растворимых составляющих ускоряется, а для нерастворимых предотвращается уменьшение площади их контакта из-за большой вероятности коалесценции капель компонента при высокой их локальной концентрации в потоке среды в трубопроводе под воздействием его турбулентности. Кроме того, промежуточное перемешивание одновременно предотвращает возможное сингулярное уменьшение потенциальной энергии поверхности контакта, изменение которой имеет максимальное значение после выравнивания скоростей компонента и потока среды в трубопроводе (то есть, сразу после ввода компонента в поток среды в трубопроводе, см. критику прототипов [6-7]). Следовательно, промежуточное перемешивание компонента и среды предотвращает расслоение потока, изменение компонентного состава потока вдоль трубопровода, ухудшение качества перемешивания компонента со средой на устройстве для перемешивания, еще одно преимущество заявляемого способа по сравнению с прототипом [6]. Кроме того, промежуточное перемешивание среды и введенного в нее компонента позволяет поддержать более высокое качество перемешивания за счет неиспользованной на перемешивание энергии потока среды в трубопроводе в случаях, если энергия потока в компонентопроводе снизилась по каким либо причинам (например, вследствие нарушения работы насоса прокачки в компонентопроводе), а устройство для перемешивания не может в полной мере реализовать свой расчетный потенциал из-за понижения расхода среды в трубопроводе. В этом случае интенсивность промежуточного перемешивания также регулируют, увеличивая перепад давления на промежуточное перемешивание в интервале, не превышающем разницы допустимого и фактического перепада давления на устройстве для перемешивания. Таким образом, заявляемое решение позволяет более рационально использовать энергию потоков компонентопровода и трубопровода на перемешивание вводимого в среду компонента, нежели перемешивание потоков с применением прототипа [6]. Промежуточное

перемешивание среды и введенного в нее компонента в заявляемом решении, может осуществляться, например, при помощи дроссельного устройства, например, между точкой ввода компонента в трубопровод и устройством для перемешивания

5 устанавливают дроссельное устройство типа дроссельного клапана с приводом и заслонкой, при помощи которых изменяют сечения в трубопроводе в радиальном направлении от оси симметрии к стенкам трубопровода и устанавливают перепад давления, не превышающий разницы допустимого и фактического на устройстве для перемешивания. В результате, если при вводе в поток среды компонента струйкой/

10 струйками (например, при помощи элемента ввода распределителя) обеспечивается достаточно развитая поверхность контакта вводимого в трубопровод компонента и среды в трубопроводе (подтверждается, например, результатом осуществления технологического процесса, использующего перемешивание), то нет необходимости использовать энергию потока среды на промежуточный этап перемешивания более значения 0,001-0,05 МПа. Если же не обеспечивается достаточно развитая поверхность

15 контакта вводимого в трубопровод компонента и среды в трубопроводе из-за недостаточной интенсивности ввода компонента в поток среды в трубопроводе (например, по причине использования для прокачки компонента насоса недостаточных производительности, напора), то увеличить поверхность контакта среды и введенного в нее компонента позволит промежуточное перемешивание с интенсивностью, не

20 превышающей разницы допустимого и фактического перепада давления на устройстве для перемешивания. Например, со значением не менее 0,05-0,5 МПа, если оно допустимо, скажем, 0,05-0,2 МПа. Для получения развитой поверхности контакта среды и введенного в нее компонента предпочтительней использовать энергию потока компонентопровода, согласно расчетам это будет экономичнее. В этом отличие и

25 преимущество заявляемого решения от прототипа [6].

Таким образом, первый отличительный признак заявляемого способа позволяет осуществлять регулирование процессом перемешивания на этапе ввода компонента в трубопровод за счет энергии потока в компонентопроводе (т.е. без использования энергии потока среды в трубопроводе). Второй отличительный признак заявляемого

30 способа также позволяет осуществлять регулирование процесса перемешивания на промежуточном его этапе за счет неиспользуемой энергии потока среды в трубопроводе на устройстве для перемешивания, чем обеспечивает уменьшение высокой локальной концентрации введенного в среду компонента, предотвращает изменение компонентного состава потока вдоль трубопровода и ухудшение условий работы устройства для

35 перемешивания, а также восполняет недостаток насоса прокачки компонентопровода в случае, если его напор по каким-либо причинам не позволяет обеспечить необходимую скорость впрыскивания компонента в поток среды в трубопроводе и получить необходимое перемешивание на этапе ввода в трубопровод компонента. При этом если необходимо (определяется, например, результатом осуществления технологического

40 процесса, использующего перемешивание), при уменьшении интенсивности перемешивания при вводе компонента в поток среды в трубопроводе, уменьшении скорости потока среды в трубопроводе, увеличивают интенсивность промежуточного перемешивания потока среды; при увеличении интенсивности перемешивания при вводе компонента в поток среды в трубопроводе, увеличении скорости потока среды в

45 трубопроводе уменьшают интенсивность промежуточного перемешивания потока. Например, увеличение/уменьшение интенсивности промежуточного перемешивания осуществляют при применении дроссельного устройства, изменяя в нем положение заслонки, перекрывающей поперечное сечение трубопровода. Регулирование, таким

образом, перемешивания за счет использования энергии потоков компонентопровода и трубопровода на перемешивание на этапе ввода и промежуточном перемешивании обеспечивает управляемость процессом перемешивания, увеличение функционала заявляемого решения за счет более эффективного использования энергии потоков, нежели только применение [6].

Третий отличительный признак заявляемого решения - при осуществлении технологического процесса, использующим перемешивание среды с вводимым в нее компонентом, перечисленные операции адаптируют, то есть, устанавливают какие интенсивности перемешивания среды и введенного в нее компонента за счет энергии потоков компонентопровода и трубопровода являются для него наиболее оптимальными для достижения необходимого результата с точки зрения снижения материальных затрат используемых ресурсов, расходных материалов, затрачиваемой энергии, при его осуществлении и используемых для этого критериев оптимальности, нормального функционирования, качества; уточняют границы расходов потоков, если при этом повышается эффективность осуществления технологического процесса, использующего перемешивание. Этот признак позволяет адаптировать первые два проанализированных отличительных признака (интенсивность ввода компонента в поток трубопровода регулируют, распределяя его в среде струйкой или струйками, изменяя их диаметр, количество независимо от расхода компонента, расход компонента в компонентопроводе при этом восстанавливают, если он должен быть неизменным, т.е. постоянным; при этом снижают локальную концентрацию введенного в среду компонента путем промежуточную ее перемешивания перед устройством для перемешивания, регулируя интенсивность промежуточного перемешивания, изменяя перепад давления на промежуточное перемешивание в интервале, не превышающим разницы допустимого и фактического перепада давления на устройстве для перемешивания) под конкретный технологический процесс, использующий заявляемую технологию перемешивания, установить (устанавливают) при этом, какие интенсивности перемешивания среды и введенного в нее компонента за счет энергии потоков компонентопровода и трубопровода являются для него наиболее оптимальными с точки зрения снижения материальных затрат используемых ресурсов, расходных материалов, затрачиваемой энергии, достигаемого результата при его осуществлении. Заявляемое решение позволяет осуществить(-ляет) не только адаптацию техники перемешивания для технологического процесса, ее применяющую, регулированием интенсивности перемешивания компонента в потоке среды трубопровода на этапе ввода его в среду не зависимо от его расхода в компонентопроводе, но и более точно определить(-ют) при каких расходах компонента и интенсивности его ввода в среду наиболее эффективно осуществляется сам технологический процесс, то есть, наиболее точно установить(-ют) границы расходов потоков (компонента и среды) в трубопроводах для наиболее эффективного осуществления технологического процесса, благодаря независимому(-о) изменению(-ют) друг от друга расходов потоков компонента, среды и интенсивности их перемешивания, в отличие от техники перемешивания [6]. Ввод компонента в среду струйками при изменении их диаметра, скорости обеспечивает регулирование интенсивности перемешивания компонента не зависимо от его расхода в компонентопроводе позволяет существенно снизить интенсивность перемешивания и при этом получать качество перемешивания компонента со средой на этапе ввода его в поток среды в трубопроводе, практически не осуществимое за счет энергии потока среды в трубопроводе с использованием устройства для перемешивания. Без адаптации, осуществляемой при всевозможных

комбинаций значений параметров операций, невозможно установить наиболее эффективное осуществление технологического процесса, включающего перемешивание. Заявляемое решение позволяет осуществить такую адаптацию, а также проверить и скорректировать (уменьшить или увеличить) известные изменения расходов среды и компонента общего признака заявляемого решения, а они задаются в отсутствии операции первого признака заявляемого решения, т.е. без учета наиболее эффективного осуществления технологического процесса, использующего перемешивание. Таким образом, заявляемое решение позволяет осуществить взаимную адаптацию заявляемого способа к конкретному технологическому процессу, использующего перемешивание, и наоборот, технологического процесса к заявляемому способу перемешивания, при котором устанавливаются(-ют) более точно границы расходов, интенсивности перемешивания общих признаков заявляемого решения. Адаптация (адаптируют) подтверждает возможность эффективного использования техники(-у) перемешивания в конкретном технологическом процессе с уточнением (уточняют) его границ(-ы) расходов, повышает эффективность технологического процесса, использующего перемешивание. Регулирование интенсивностью перемешивания компонента и формируемой с ним среды только с использованием заявляемого решения позволяет провести наиболее полноценно адаптацию (при всевозможных значениях расходов и интенсивностях перемешивания), скорректировать интенсивности (диаметры струек, скорости струек, их количество) перемешивания и выявить при этом при каких интенсивностях перемешивания наиболее эффективно протекает осуществление технологического процесса, использующего перемешивание, уточнить (корректируют) границы расходов потоков применимости технологического процесса, использующего перемешивание. В этом отличие и преимущество заявляемого решения по сравнению с [6].

В случае если проводят предварительную теоретическую оценку качества перемешивания среды с вводимым в нее компонентом, четвертый отличительный признак заявляемого решения, для ее оценки на этапе ввода в поток среды нерастворимого в ней компонента используют соотношения $(1)-(1)^*$, устанавливающие приблизительную взаимосвязь параметров дисперсности вводимого в среду компонента, среднего и/или максимального диаметра капель, образующихся за счет энергии потока компонента при впрыскивании его в поток среды через элемент ввода распределителя, в зависимости от интенсивности ввода компонента и параметров его распределения, диаметра струйки/струек, поверхностного натяжения, а также параметров среды, плотности, вязкости. Оценка качества перемешивания по параметрам/характеристикам дисперсности впрыскиваемой в среду компонента в соответствии с $(1)-(1)^*$ показывает, что одна и та же степень дисперсности компонента в среде может быть достигнута различными решениями: уменьшением диаметра струек и одновременным снижением скорости ввода в среду компонента, то есть компонент диспергируют в среде с одинаковыми параметрами дисперсности, уменьшая(-ют) диаметр струек, снижая(-ют) скорость компонента, соответственно расходу компонента в компонентопроводе и расходу компонента в струйке определяя количество струек компонента, при котором суммарный расход струек будет равен расходу компонента в компонентопроводе. В соответствии с производственными мощностями установки для реализации технологического процесса, использующего перемешивание, выбирают необходимые диаметр струек, их скорость, количество, исходя из расхода потока в компонентопроводе, для получения необходимых значений дисперсности в соответствии с $(1)-(1)^*$. По выходным параметрам осуществления технологического процесса,

проверяют выбранные значения, увеличивая/уменьшая диаметр струек, их скорость, количество при неизменном расходе, повторяют эту операцию при изменении расхода; по полученным результатам, если необходимо, корректируют диаметр струек, их скорость, количество, расход потока в компонентопроводе; по ним же корректируют расход среды в трубопроводе в соответствии с операциями заявляемого способа; при этом критериями выбора/корректировки (для растворимого/нерастворимого в среде компонента) определяются самим технологическим процессом, регламентом, требованиями по безопасности, экологии, материальными затратами, и др., то есть, в соответствии с нормативными документами, регламентами, инструкциями для осуществления технологического процесса.

При обессоливании нефти компонентом может быть промывочная/пресная вода, раствор щелочи, водный раствор деэмульгатора, иной химреагент, продукт.

Отметим одну особенность заявляемого решения, не раскрытую полностью выше, обеспечивающего ему преимущество по сравнению с прототипом [6]. При формировании, согласно [6], среды вводом в нее компонента с распределением ее в виде одной или нескольких струек с использованием набора тройников (эквивалент форсунок), не позволяет изменять их количество, скорость при неизменном расходе компонента. Заявляемое решение позволяет осуществлять эти операции. Но при этом, в виду того, что энергия потока компонентопровода не затрачивается на увеличение поверхности контакта компонента со средой в трубопроводе при разделении потока компонента на струйки, следует, что интенсивность ввода компонента в поток среды для получения одинакового качества перемешивания на этапе его ввода с формируемой в трубопроводе средой может быть снижена минимум на величину энергии, определяемой увеличением площади поверхности контакта компонента и среды за счет разделения компонента на струйки. При постоянном расходе компонента в компонентопроводе, это может быть осуществлено только за счет увеличения суммарного живого сечения струек при уменьшении их диаметра. Это наглядно показывает анализ формул (1)-(1)*, как следует из них, необходимая интенсивность, т.е., скорость, ввода в среду компонента для обеспечения одинакового качества перемешивания при вводе компонента существенно снижается при увеличении количества струек компонента, их диаметра. Эту функцию реализует заявляемый способ, при неизменном расходе компонента в компонентопроводе он позволяет регулировать интенсивность перемешивания компонента со средой на этапе его ввода в среду путем изменения их количества и диаметра без изменения расхода потока в компонентопроводе, например, с использованием штурвального привода, этим приводом изменяют положение элемента ввода в трубопроводе, чтобы при этом увеличилось/уменьшилось количество отверстий для ввода компонента, меняют диаметр распределения компонента на элементе ввода с тем, чтобы обеспечить необходимое качество перемешивания (определяемое по параметрам дисперсности в соответствии с (1)-(1*)), подтверждаемое результатами осуществления технологического процесса, использующего перемешивание. Эта отличительная функция, независимость скорости ввода компонента от его расхода в компонентопроводе, в заявляемом способе позволяет более эффективно управлять интенсивностью перемешивания компонента со средой на этапе ввода его в трубопровод за счет энергии потока компонентопровода, обеспечивать развитую поверхность контакта компонента со средой в трубопроводе, не достижимую при перемешивании при использовании прототипа [6], отличия техник перемешивания существенные, качественные (как показывают формулы (1)-(1)*, для обеспечения сравнимого результата перемешивания компонента в среде в трубопроводе

за счет энергии потока среды, ее скорость должна быть увеличена на порядок).

Благодаря такому отличию заявляемая техника заполняет нишу наиболее эффективной техники перемешивания для их применения в технологических процессах, использующих перемешивание, в том числе, которые изначально зависят от совокупностей неопределенностей, с изменяющимся составом среды, реологии. Например, для реальных нефтяных сред существенное влияние на перемешивание оказывают наличие в ней включений газовой фазы, твердых частиц мехпримеси. Поэтому окончательно диаметр, количество струек компонента (воды, раствора щелочи, деэмульгатора), скорость их впрыскивания в нефть должны подтверждаться экспериментальным путем, при предварительном осуществлении технологического процесса обессоливания нефти, использующего перемешивание. При реализации заявляемого способа поправочный коэффициент K предварительных расчетах может быть равным 1, при котором, как показали испытания, расчетные данные коррелируются с экспериментальными.

Заявляемая техника имеет преимущества по сравнению с традиционной [6] также в следующих отдельных моментах использования, отмеченных символом \wedge .

\wedge Технология перемешивания [6] включает такие варианты ее осуществления, как увеличение скорости потока среды в трубопроводе путем размещения в нем перехода на сужение диаметра, диафрагмы, изменение направления движения среды в трубопроводе с горизонтального на наклонный/вертикальный в отводах/коленах. Переходы/колена часто устанавливаются перед устройствами для перемешивания статического, например, [2, 5], /динамического типов. В результате при невысоких расходах среды возникают условия для расслоения среды на участке трубопровода выше перехода/колена. При этом происходит изменение концентрации и распределения компонентов среды вдоль трубопровода. Увеличение концентрации компонента в среде интенсифицирует процесс ее расслоения, вследствие чего неоднородность потока вдоль трубопровода начинает резко возрастать. Формируется послойное и пробковое движение среды. Заявляемое решение уменьшает потенциал расслоения потока среды в трубопроводе операцией промежуточного перемешивания, при котором перемешивание осуществляется за счет энергии потока, неиспользуемой устройством для перемешивания при уменьшении скорости потока среды в трубопроводе. Промежуточное перемешивание может быть осуществлено, например, дросселированием потока при помощи дроссельного устройства с изменяющимся поперечное сечение трубопровода заслонкой за счет ее поворота с использованием привода, которое уменьшает живое сечение потока до осуществления технологии [6], увеличивая площадь перекрытия живого сечения трубопровода от центра к периферии, сохраняя внутренний диаметр трубопровода, но уменьшая его по центру. То есть поток трансформируют, отодвигая/отжимая его к периферии трубопровода, скорость его при этом резко возрастает в периферийных областях трубопровода и тем нивелирует условия для расслоения потока перед переходом/коленом, их комбинации, применяемыми в [6]. Кроме того, эта операция заявляемого способа способствует выравниванию распределения компонента в среде, и этим значительно уменьшает потенциал для формирования послойного движения среды в трубопроводе. Таким образом, заявляемое решение позволяет снизить высокую локальную концентрацию компонента в среде. При этом устраняются условия для увеличения концентрации и изменения компонентного состава потока среды вдоль трубопровода, то есть, предотвращается нарушение технологии перемешивания [6] /работы перемешивающего устройства прототип [7], реализующего технологию [6]. Снижение потенциала расслоения потока при использовании заявляемого решения позволяет увеличить границы применимости

технологии [6] за счет уменьшения нижней границы расхода среды, в том числе и для решений [1, 4], как составной части [6] (первый смешивающий элемент устройств [2, 5] без использования заявляемого решения сужает живое сечение по внутреннему диаметру трубопровода, и тем создает условия для формирования неоднородности потока вдоль трубопровода, см. выше критику аналогов [1, 2], [4, 5] и прототипов [6,7]).

^ При расслоении среды в момент слияния (укрупнения, коалесценции) частиц/капель компонента потенциальная энергия частиц изменяется скачкообразно, сингулярно. Следовательно, для дробления укрупнившейся фазы компонента до исходного состояния потребуется нерациональное увеличение расхода энергии потока в объеме всего поперечного сечения потока, значение которой будет тем больше, чем меньше размер укрупняющихся частиц/капель. Плюс затраты энергии на уменьшение и выравнивание концентрации. Заявляемое решение, которое осуществляет операцию предварительного перемешивания, например, дросселированием потока среды, позволяет существенно уменьшить локальную концентрацию компонентов в потоке и тем предупредить, в отличие от [6], необходимость затрат нерационального/сингулярного расхода энергии на перемешивание среды в самом устройстве для перемешивания.

Таким образом, заявляемое решение более эффективно по сравнению с прототипом [6] и может применяться в различных технологических процессах, где актуально регулирование процесса перемешивания, необходимо перемешивание сред с различной вязкостью и плотностью. Заявляемая технология не изменяет общие с прототипом [6] операции, их объем, но при этом позволяет расширить границы их применимости. Благодаря этому затраты же на реализацию заявляемой технологии минимальны.

Для достижения технического результата при реализации заявляемого способа для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, для перемешивания среды используют устройство, которое, согласно изобретению, включает устройство для перемешивания среды;

размещаемые перед ним

дроссельное устройство, которое включает корпус с установленной в ней заслонкой с перфорацией/без перфорации круглого/эллипсоидного/ лепесткового профиля и приводом для изменения заслонкой сечения потока среды в трубопроводе в радиальном направлении от оси симметрии трубопровода;

распределитель для ввода в поток среды трубопровода компонента, подводимого к распределителю по компонентопроводу, при этом распределитель, который монтируют на боковой поверхности трубопровода/катушки через патрубок с/без отсечным/-ого краном/а, включает цилиндрический корпус, элемент ввода компонента со штурвальный приводом для преобразования вращательного движения штурвала в поступательное элемента ввода компонента для его погружения/извлечения в трубопровод под давлением, при этом элемент ввода компонента со штурвальный приводом соосно монтируются в полости корпуса распределителя, а распределитель подсоединяется к компонентопроводу через боковой штуцер на корпусе распределителя, элемент ввода компонента выполнен в виде перфорированного цилиндрического патрубка, в корпусе распределителя соосно ниже бокового штуцера устанавливается перегородка с/без разрезом/-а по боковой стороне и отверстием по центру для прохода патрубка элемента ввода, которая разделяет перфорацию на патрубке элемента ввода по наружной его поверхности на верхнюю и нижнюю части и обеспечивает их сообщение через полость этого патрубка, площади перфорации верхней и нижней частей элемента ввода компонента регулируются изменением его рабочего положения при помощи штурвального привода; распределитель дополнительно комплектуется арматурой/

краном/клапаном, регулирующим расход вводимого в трубопровод компонента, который монтируется либо на/перед штуцер/-ом распределителя либо на компонентопроводе; в случае если перегородка выполнена с разрезом, на боковой поверхности корпуса распределителя дополнительно на уровне разреза для продувки перфорации может быть установлен продувочный кран с байпасом с/без фильтром(-а) и краном/клапаном, соединяющим продувочный кран и компонентопровод, при этом выход байпаса соединяется с корпусом распределителя на уровне расположения разреза перегородки, дополнительно на корпусе распределителя ближе к верхней границе перегородки устанавливается дренажный кран; продувочный кран может быть с функцией переключения опорожнения полости распределителя, т.е. трехходовым; количество отверстий перфорации при выбранном их диаметре определяется при максимальном расходе компонента по компонентопроводу из условия минимальной и максимальной скорости его впрыскивания в формируемую среду в трубопроводе, необходимых для осуществления технологического процесса, в котором используется перемешивание, также из этого условия подбирается насос прокачки компонента по компонентопроводу, если им комплектуется устройство; устройство дополнительно может быть укомплектовано сменными элементами ввода с различной перфорацией нижней его части отверстиями для его настройки под конкретный технологический процесс, в котором используется устройство, подходящий вариант элемента ввода для наиболее эффективного осуществления технологического процесса определяется опытным путем; в случае, если осуществляют перемешивание формируемой среды с нерастворимым компонентом, диаметр отверстия перфорации нижней части элемента ввода выбирают в зависимости от среднего диаметра капель, образующихся при впрыскивании компонента в поток среды через элемент ввода распределителя, начальной скорости струек, параметров потоков в соответствие с зависимостью:

$$d_o = 0,0395 \cdot k^{-2} \cdot (\rho \cdot v^{\frac{1}{6}} \cdot \sigma^{-1})^{1,2} \cdot d_{cp}^2 \cdot u^{2,2}, \quad (2)$$

где d_o - диаметр перфорации/начальный диаметр струек, м,

d_{cp} - средний диаметр капель компонента соответственно, образующихся при впрыскивании компонента в среду, м;

ν и ρ - соответственно вязкость, сСт, и плотность среды, кг/м³;

σ - поверхностное натяжение на границы фаз компонент-среда, Н/м;

$u = u_c - u_n \cos \alpha$, в которой u_c - начальная скорость струйки, м/с;

u_n - скорость потока, м/с;

α - угол между направлениями впрыскивания струйки и потока среды в трубопроводе,

$k = 0,9 \div 1,1$, - поправочный коэффициент, может быть уточнен экспериментально для конкретного технологического процесса при осуществлении перечисленных операций способа; без проведения уточнения принимается равным значению $k=1$.

Снижение локальной концентрации в поперечном сечении трубопровода вводимого в поток среды компонента в заявляемом решении производится за счет энергии потока компонента сразу на этапе его ввода, осуществляется распределителем через элемент ввода компонента, который разделяет вводимый в среду поток компонента на струйки выполненной на элементе ввода перфорацией и впрыскивает (впрыскивание включает также режим распределения «сочение» (ввод в среду компонента с очень маленькой скоростью, например, для растворимого в среде компонента)). При этом предварительно перед переводом устройства в рабочий режим эксплуатации, осуществляют его

настройку, испытанием, в ходе которого устанавливаются необходимые для
используемого перемешивания технологического процесса расход и скорость
впрыскивания компонента в среду трубопровода, количество отверстий перфорации
элемента ввода, при которых будет подтверждена эффективность осуществления
5 технологического процесса, используемого перемешивания. Настройке в этом случае
подлежат элемент ввода выбором глубины его размещения в трубопроводе (при помощи
штурвального привода, преобразующим вращательное движение штурвала в
поступательное элемента ввода), изменяющим количество отверстий для ввода
компонента через нижнюю часть элемента ввода, и арматура/кран/клапан, которой/
10 ым регулируют расход вводимого в трубопровод компонента (которая/-ый монтируется/
-ют либо на/перед штуцере/-ом распределителя геля либо на компонентопроводе). Каждый
из этих составных частей устройства при изменении их положения позволяет независимо
друг от друга изменять расход компонента в компонентопроводе и скорость его
впрыскивания в поток среды в трубопроводе независимо друг от друга. Эта
15 независимость при достаточном напоре (определен отличительным признаком в
заявляемом решении) насоса прокачки компонента в компонентопроводе обеспечивает
возможность устанавливать любую из априори заданного интервала скорость его
впрыскивания, то есть, устанавливать необходимую интенсивность перемешивания
компонента со средой в трубопроводе, при выбранном/установленном/необходимом
20 расходе компонента в компонентопроводе из априори заданного интервала. По
результатам осуществления технологического процесса, используемого перемешивания,
в зависимости от значений, устанавливаемых на заявляемом устройстве линейной и
объемной скоростей впрыскивания в трубопровод компонента, одновременно тестируют
заявляемое устройство и экспериментально определяют те их оптимальные значения,
25 при которых технологический процесс протекает наиболее эффективно. После
определения оптимальных значений скоростей компонента их устанавливают при
работе устройства. Если устройство дополнительно укомплектовано сменными
элементами ввода с перфорацией нижней его части отверстиями диаметром, например,
из интервала 0,3-50 мм, поочередно меняют элемент ввода на другие варианты и
30 повторяют указанные выше операции по настройке устройства, при которых
устанавливают наиболее подходящий вариант для эффективного осуществления
технологического процесса, используемого перемешивания. Рекомендуемый диапазон
перфорации элемента ввода при обессоливании нефти для ввода промывочной воды -
0,8-2,5 мм, он может быть скорректирован в зависимости от применяющего
35 перемешивание технологического процесса и от параметров реальной среды, насоса
прокачки компонента по компонентопроводу. Необходимость комплектации устройства
сменными элементами ввода продиктована практикой. Например, для реальных
нефтяных сред существенное влияние на результат перемешивания оказывают наличие
в ней включений газовой фазы, твердых частиц мехпримеси; поэтому окончательно
40 диаметр, количество струек компонента (воды, раствора щелочи, деэмульгатора),
скорость их впрыскивания в нефть должны подтверждаться экспериментальным путем,
при предварительном осуществлении технологического процесса, при котором
осуществление его эффективно, стабильно во времени (не допускается засорение
отверстий перфорации элемента ввода). Это обеспечивается, в отличие от [7], благодаря
45 регулированию интенсивности ввода компонента не зависимо от расхода потока в
компонентопроводе. После впрыскивания компонента в поток среды в трубопроводе
заслонку на дроссельном устройстве приводом заслонка устанавливается в положение,
интенсивность перемешивания среды и введенного в нее компонента при которой

практически не изменяет площадь поверхности контакта компонентов в потоке среды, например, при обессоливании нефти составляет не более 0,001-0,05 МПа,- но уменьшается их локальная концентрация и тем обеспечивается сохранение достигнутой при впрыскивании компонента в среду площади поверхности контакта компонента со средой в трубопроводе. Для растворимого в среде компонента интенсивность промежуточного перемешивания можно устанавливать большей (также определяется результатом осуществления технологического процесса, использующего перемешивание (например, если химсостав компонента подвержен нежелательному изменению при увеличении турбулизации потока, то интенсивность промежуточного перемешивания устанавливают минимальной). Достигается благодаря регулированию интенсивности перемешивания среды и компонента за счет неиспользуемой устройством для перемешивания энергии потока среды в трубопроводе, в этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7].

В случае комплектации устройства насосом прокачки компонента по компонентопроводу, он подбирается для любого из вариантов элемента ввода из условия минимальной и максимальной скорости его впрыскивания в формируемую среду в трубопроводе, необходимых для осуществления технологического процесса, использующим перемешивание. Как правило, известные устройства [7] комплектуются насосом прокачки без выполнения этого требования, а значит, известные устройства [7] не могут обеспечить режимы перемешивания, которые необходимы для эффективного осуществления технологического процесса, использующим перемешивание. В этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7].

Для установки, реализующей технологический процесс, использующим перемешивание, в которой установлен насос прокачки компонента по компонентопроводу без учета вышеуказанного условия, как один из возможных вариантов настройки устройства можно использовать следующий. Выбирают скорость впрыскивания компонента с определенным шагом его изменения в априори определенном интервале изменения скорости впрыскивания. В соответствии с выбранной скоростью определяют расход компонента через одно отверстие в перфорации. По определенному расходу компонента в струйке определяют количество отверстий перфорации вводного элемента, необходимых для достижения требуемого общего суммарного расхода компонента. В соответствии с определенным числом отверстий перфораций на элементе ввода последний при помощи штурвального привода переводят в рабочее положение, при котором число отверстий в нижней части перфорации элемента ввода равно предварительно определенному. Далее, регулированием запорной арматуры/ клапаном/краном на компонентопроводе устанавливают необходимый расход компонента. Если же насос прокачки компонента по компонентопроводу не позволяет обеспечить требуемые расход и скорость его впрыскивания компонента при выбранных положениях элемента ввода и запорной арматуры на компонентопроводе, то или увеличивают число отверстий в нижней части устройства ввода, для этого элемент ввода при помощи штурвального привода опускают в трубопроводе с определенным шагом на более низкий уровень; и/или приоткрывают с определенным шагом (углом поворота) запорную арматуру (кран/клапан) на компонентопроводе. Устанавливают реальные значения скорости впрыскивания компонента при фактических напоре насоса прокачки и расходе компонента компонентопроводе. Из объема полученных результатов определяют оптимальные линейную (скорость впрыскивания) и объемную (расход) скорости компонента, при которых технологический процесс, в котором используют перемешивание, протекает наиболее эффективно. В этом отличие и

преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7].

Если устройство укомплектовано сменными элементами ввода с перфорацией нижней его части отверстиями диаметром, например, при обессоливании в рекомендуемом интервале 0,8-2,5 мм, его меняют сменный и повторяют выше указанные операции, при которых устанавливают для него в каких интервалах насос прокачки позволяет изменять расход компонента и скорость его впрыскивания в трубопровод. Определяют оптимальные линейную (скорость впрыскивания) и объемную (расход) скорости компонента с новым элементом ввода, при которых технологический процесс, в котором используют перемешивание, протекает наиболее эффективно. По завершении испытаний данные анализируют и принимают решение в целесообразности повторения испытаний для оставшихся сменных вариантов элемента ввода. По результатам испытаний элементов ввода устанавливают подходящий с используемым насосом прокачки компонент для наиболее эффективного осуществления технологического процесса, в котором используют перемешивание. В этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7].

Отметим, что если при впрыскивании компонента в трубопровод обеспечивается необходимое значение площади поверхности контакта введенного компонента и среды в трубопроводе (развитая площадь поверхности контакта; определяется косвенно, подтверждается результатом осуществления технологического процесса, использующим перемешивание), то минимальная скорость потока в трубопроводе, необходимая для перемешивания среды с введенным в нее компонентом в устройстве для перемешивания среды [7], может быть снижена. Следовательно, в составе заявляемого решения расчетный интервал расхода среды для устройства статического типа [7] расширяется. В этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с [7].

В данные результатов испытаний при настройке распределителя заявляемого устройства может быть внесена поправка, учитывающая результат перемешивания среды и компонента на промежуточном этапе перемешивания среды, осуществляемого за счет не использованной устройством для перемешивания энергии потока трубопровода (не превышает разницы допустимого и фактического на устройстве для перемешивания). Промежуточный этап перемешивания среды и введенного в нее компонента осуществляют при помощи устройства дроссельного типа для снижения высокой локальной концентрации компонента в потоке среды, формирующейся после его ввода. Для осуществления этой операции требуется незначительный перепад давления (порядка 0,001-0,003 МПа), для растворимого в среде вводимого в нее компонента интенсивность промежуточного перемешивания увеличивают, если осуществление технологического процесса, использующего перемешивание, при этом не ухудшается. Дроссельное устройство позволяет, при необходимости, компенсировать снижение интенсивности перемешивания компонента при его вводе в среду через распределитель (при использовании насоса прокачки недостаточного напора) путем увеличения интенсивности перемешивания всего потока в допустимых границах (например, при обессоливании нефти при перепаде более 0,003 МПа). В результате, если нагнетание/ввод элементом ввода распределителя компонента в поток среды в трубопроводе обеспечивает достаточно развитую поверхность контакта со средой введенного в нее компонента (определяется, например, технологическим процессом, использующим перемешивание), то нет необходимости использовать дополнительно на перемешивание энергию потока среды в трубопроводе на промежуточном этапе перемешивания, осуществляемого дроссельным устройством при перепаде на нем давления большим, нежели 0,001-0,003 МПа. Если же ввод в среду компонента элементом

ввода распределителя не обеспечивает достаточно развитую поверхность контакта среды и введенного компонента из-за недостаточной интенсивности ввода в среду компонента (например, используется, насос не достаточного напора для прокачки компонента по компонентопроводу с необходимым расходом), то увеличение
5 поверхности контакта среды и введенного в нее компонента позволит промежуточное перемешивание при помощи дроссельного устройства при перепаде давления на нем, определяемым значением не менее 0,003 МПа, например, 0,5-2 МПа (но не превышающем разницы допустимого и фактической для устройства для перемешивания среды при изменении расхода потока среды в трубопроводе или же технологическим
10 процессом, осуществляющим перемешивание). Таким образом, заявляемое устройство позволяет осуществлять регулирование процессом перемешивания, как на этапе ввода компонента в трубопровод при помощи распределителя за счет энергии потока компонента в компонентопроводе, так и в самом трубопроводе при помощи устройства дроссельного типа на промежуточном этапе перемешивания за счет неиспользуемой
15 энергии потока на устройстве для перемешивания. Этим достигается более эффективное использование энергии потока на перемешивание, нежели с применением устройства прототип [7]. При этом ввиду смещения компонентов среды на дроссельном устройстве без уменьшения диаметра трубопровода, не происходит образования кармана (зоны застоя) выше по потоку от заявляемого устройства, а значит, не происходит изменения
20 компонентного состава среды вдоль трубопровода. В этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7].

Таким образом, за счет регулирования интенсивности перемешивания компонента со средой в трубопроводе при помощи распределителя (штурвального механизма заявляемого устройства позволяет вышеописанным образом увеличивать количество
25 отверстий в перфорации элемента ввода и тем самым увеличивать площадь поверхности контакта вводимого компонента со средой в трубопроводе, регулируя тем самым интенсивность перемешивания компонента со средой на этапе его ввода в трубопровод) и дроссельного устройства (позволяет уменьшать локальную концентрацию
30 компонентов в потоке трубопровода, а при нарушении регулирования интенсивности перемешивания компонента со средой на этапе его ввода в трубопровод вследствие отклонения параметров транспортировки компонента по компонентопроводу, расхода компонента и давления в компонентопроводе, позволяет компенсировать снижение
интенсивности перемешивания компонента при его вводе в среду через распределитель путем увеличения интенсивности перемешивания всего потока в допустимых границах).
35 В результате потенциал для равномерного перемешивания среды для устройство статического типа в заявляемом решении оказывается выше, нежели у устройства прототипа [7]. Как следствие заявляемое решение обеспечивает еще большее снижение локальной концентрации компонентов в потоке среды трубопровода, на выходе среда характеризуется более высоким качеством перемешивания, большей степенью
40 однородности. При этом, очевидно, что при изменении расхода среды в трубопроводе заявляемое решение позволяет не только пропорционально изменить расход вводимого в среду компонента, но и произвести при этом регулирование его интенсивности перемешивания до его восстановления необходимых режимов (установленных при настройке устройства) при изменившихся расходах среды и компонента. То есть
45 заявляемое решение позволяет наиболее эффективно использовать энергию вводимого в поток трубопровода компонента, осуществлять регулирование снижения локальной концентрации компонентов среды с прогнозируемыми характеристиками результата перемешивания среды и вводимого в него компонента, причем, без ограничения на

интервалы расхода среды и вводимого компонента. В заявляемом решении увеличивают число отверстий для ввода компонента в поток среды трубопровода, с использованием штурвального привода изменяют положение элемент ввода в трубопроводе, чтобы при этом увеличилось количество отверстий для ввода компонента. При снижении расхода среды в трубопроводе и пропорциональном уменьшении расхода компонента, элемент ввода компонента поднимают (частично извлекают) из трубопровода, чтобы уменьшить количество отверстий для ввода компонента в среду трубопровода, но при этом увеличить интенсивность перемешивания, но не выше значения, при котором расход энергии потока компонентопровода становится не эффективным. Таким образом, заявляемое решение позволяет осуществлять регулирование перемешивания с прогнозируемым качеством, причем, в самом эффективном режиме интенсивности перемешивания. Этот режим определяется как можно точнее предварительно теоретически, но при необходимости корректируется изменением интенсивности перемешивания по результатам технологического процесса, в котором используют перемешивание, при обессоливании нефти, по остаточному содержанию воды и солей в нефти. В заявляемом решении увеличивают число отверстий для ввода компонента в поток среды трубопровода, с использованием штурвального привода изменяют положение элемент ввода в трубопроводе, чтобы при этом увеличилось количество отверстий для ввода компонента. При снижении расхода среды в трубопроводе и пропорциональном уменьшении расхода компонента, элемент ввода компонента поднимают (частично извлекают) из трубопровода, чтобы уменьшить количество отверстий для ввода компонента в среду трубопровода, но при этом увеличить интенсивность перемешивания, но не выше значения, при котором расход энергии потока компонентопровода становится не эффективным. Таким образом, заявляемое решение позволяет осуществлять регулирование перемешивания с прогнозируемым качеством, причем, в самом эффективном режиме интенсивности перемешивания. Этот режим определяется как можно точнее предварительно теоретически, но при необходимости корректируется изменением интенсивности перемешивания по результатам технологического процесса, в котором используют перемешивание, при обессоливании нефти, по остаточному содержанию воды и солей в нефти. Таким образом, заявляемое решение позволяет осуществлять регулирование перемешивания формируемой среды в трубопроводе с прогнозируемым качеством, что очень важно для определения необходимого качества перемешивания при осуществлении конкретного технологического процесса перемешивания, использующим перемешивание. Параметры режимов операций заявляемого решения определяются как можно точнее предварительно теоретически (для обессоливания, защелачивания или деэмульсации нефти с использованием деэмульгаторов), корректируется изменением интенсивности перемешивания по результатам осуществления технологического процесса, в котором используют перемешивание, при обессоливании нефти, по остаточному содержанию воды и солей в нефти. При необходимости определения оптимального расхода вводимого в среду компонента, изменяют его расход в компонентопроводе и при новом значении расхода вводимого в среду компонента повторяют вышеуказанные операции; если при изменении расхода среды в трубопроводе, при этом необходимо изменять расход вводимого в среду компонента, также изменяют его расход, при этом, если необходимо устанавливать наиболее подходящие значения интенсивности ввода в среду компонента для осуществления технологического процесса, использующим перемешивание, повторяют вышеуказанные операции при ранее установленных расходах среды и компонента; скорость впрыскивания потока компонента при его изменении

диаметра, разделении на одну или несколько/множество струек в зависимости от среднего размера капель вводимого компонента, образующихся при его впрыскивании в поток среды в трубопроводе, начального диаметра струек и начальной их скорости в соответствии с соотношениями (1)-(1)*; предварительно осуществляют технологический процесс, в котором применяют перемешивание; с указанными операциями с известными изменениями расходов компонента и среды и перепаде давления, устанавливаемом при предварительном перемешивании; далее, сравнивают между собой результаты предварительного осуществления технологического процесса в зависимости от изменения расходов компонента и среды, перепада давления; определяют при этом оптимальные значения интенсивности ввода компонента, его расхода и перепада давления при предварительном перемешивании, при которых технологический процесс, использующий перемешивание, протекает наиболее эффективно; при определенных оптимальных значениях параметров режимов осуществления вышеуказанных операций перемешивания производят реализацию технологического процесса. Позволяет оптимальным образом (выбирая подходящий диаметр струйки компонента, скорость ввода, исходя из минимальных энергозатрат) прогнозировать необходимую интенсивность перемешивания компонента со средой за счет энергии потока компонентопровода для получения необходимых параметров дисперсности компонента для эффективного осуществления процесса обессоливания нефти. Обессоливание нефти с применением заявляемого способа позволяет установить оптимальный расход промывочной воды (или раствора щелочи, водного раствора деэмульгатора, иного химреагента) и одновременно повысить эффективность процесса обессоливания, снизить расход промывочной воды (раствора щелочи, водного раствора деэмульгатора, иного химреагента) и повысить качество очистки нефти. Для технологических процессов, в которых параметры состава среды могут меняться, например, как при обессоливании нефти, возможно, потребуется корректировка интенсивности перемешивания вводимого в трубопровод компонента с потоком среды в трубопроводе. При этом существенное влияние на интенсивность перемешивания оказывает наличие в потоке среды в трубопроводе включений газовой фазы, мехпримесей. Поэтому, ожидаемый прогноз качества перемешивания, определяемый расчетным путем, может быть достигнут с меньшей или большей интенсивностью перемешивания, то есть, отличной от расчетной. Следовательно, окончательно оптимальный размер отверстия перфорации элемента ввода должен подбираться и подтверждаться экспериментальным путем, при предварительной настройке устройства. Поэтому заявляемое устройство комплектуется сменными элементами ввода с перфорацией нижней при различном диаметре - при обессоливании нефти рекомендуемый интервал диаметра 0,8-2,5 мм, для определения подходящего варианта элемента ввода экспериментальным путем по результатам настройки устройства для его работы в конкретном технологическом процессе. Такое решение в заявляемом устройстве позволяет исключить самые неоптимальные режимы перемешивания, присущие прототипу-устройству [7]. В этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7].

Преимущество заявляемого решения состоит также в том, что в виду более эффективного использования им энергии потока на перемешивание, а значит, формирования им более однородной среды, устройство будет менее подвержено засорению, нежели прототип [7].

При продолжительной эксплуатации устройства для перемешивания подлежат очистке от отложений. На этот случай для очистки распределителя, перфорации элемента ввода, на корпусе распределителя установлены продувочный и дренажный краны, к

компонентопроводу и распределителю подсоединен байпас с/без фильтром (-а) и краном/клапаном, при этом выход байпаса соединяется с полостью корпуса распределителя через продувочный кран. Этот дополнительный контур позволяет осуществлять очистку устройства без его демонтажа с трубопровода и обеспечивает более высокую надежность при эксплуатации устройства, по сравнению с прототипом [7]. В этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7].

Когда вводимый компонент и среда нерастворимы, для удобства настройки устройства на оптимальную работу целесообразно предварительно осуществлять оценку качества перемешивания потоков трубопроводов посредством определения характеристик дисперсии компонента на этапе ввода компонента в среду. Определяются из соотношения (2) в соответствии с соотношением (1). В этом случае, диаметр перфорации нижней части элемента ввода выбирают в зависимости от среднего диаметра капель, на которые дробится поток компонента при устанавливаемой на устройстве скорости впрыскивания компонента, при которых выполняется соотношение (2). В этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7]. Например, при обессоливании нефти ее перемешивают с промывочной водой. Средний диаметр капель промывочной воды, который должен получиться при перемешивании, приблизительно априори известен. По нему, с использованием соотношения (2) можно определить диаметр перфорации и соответственно ей подобрать соответствующий элемент ввода. После чего, с соответствующей соотношению (2) скорости ввода компонента настроить устройство на рабочий режим и уже на этапе ввода промывочной воды в нефть гарантировано получать необходимую степень дисперсности промывочной воды за счет энергии потока водопровода промывочной воды. Дроссельное устройство с перепадом давления на нем 0,001-0,003 МПа выравнивает концентрацию капель промывочной воды в поперечном сечении потока среды в трубопроводе, предотвращая тем самым уменьшение развитой поверхности контакта нефти и промывочной воды. Перемешивание среды и компонента ниже по потоку на устройстве для перемешивания при этом характеризуется более высоким качеством, при котором обеспечивается более равномерное распределение капель промывочной воды в поперечном сечении потока нефти в трубопроводе, что и необходимо для эффективного осуществления процесса обессоливания нефти на установке ее подготовке (УПН). По результату осуществления технологического процесса обессоливания можно скорректировать расход промывочной воды и интенсивность ее ввода для снижения расхода промывочной воды и повышения эффективности обессоливания нефти, снижения материальных затрат (с учетом требований ПД, регламентов). Таким образом, управление процессом перемешивания в соответствии с прогнозом в соответствии с (1) (как следствие соотношения (2)), обеспечивает эффективное управление процессом обессоливания нефти. В этом отличие и преимущество заявляемого решения по сравнению с прототипом [7]. Функция самоочистки устройства позволяет выбирать вариант элемента ввода с минимальным диаметром перфорации, например, из интервала, 0,8-1 мм для осуществления стабильного во времени необходимого качества перемешивания промывочной воды с нефтью на этапе ввода вода, с минимальной интенсивностью перемешивания и минимальным расходом промывочной воды. Установить предварительно эффективное использование промывочной воды, сократить при этом ее расход, позволяет оценка величины максимального диаметра воды в потоке нефти в соответствии с соотношением (1)* (следует из соотношения (2)) и условия ее витания в потоке нефти в трубопроводе. В этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7].

Соотношение (1) (следует из соотношения (2)) подтверждает, что заявляемое устройство может обеспечивать реализацию заявляемого способа перемешивания, обеспечивающего необходимое/наперед задаваемое качественное изменение состояния перемешивания среды и вводимого в нее за счет энергии потока компонентопровода при увеличении количества струек и снижения при этом интенсивности ввода в среду компонента. В этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7].

За счет формируемой каждой струйкой локальной турбулентности они разрушаются/деформируются/растворяются в потоке среды, еще больше увеличивая площадь контакта компонента со средой и/ диффузионное проникновение друг в друга. Впрыскивание компонента с установленной при настройке устройства скоростью обеспечивает реализацию прогнозируемого качества перемешивания. Для плавного изменения расхода компонента при его вводе через распределитель предпочтительно расположение перфорации по условной спирали вокруг боковой поверхности элемента ввода; при этом предпочтительна перфорация по узлам условной сетки на поверхности элемента ввода, образованной одинаковыми шестигранниками (по типу пчелиных сот). Дроссельное устройство в заявляемом решении позволяет уменьшить высокую локальную концентрацию введенного в трубопровод компонента, использовать не использованную энергию потока трубопровода на устройстве для перемешивания на промежуточное перемешивание при уменьшении расхода потока в трубопроводе в случае, если при впрыскивании компонента в среду через распределитель не обеспечивается достаточно развитая поверхность контакта вводимого в трубопровод компонента и среды в трубопроводе и тем повысить и реализовать потенциал для более качественного перемешивания среды с компонентом в самом устройстве для перемешивания. Как следствие, среда на выходе из устройства [7] в составе заявляемого решения будет более однородной. В этом отличие и преимущество заявляемого устройства по сравнению с известным [7].

Заявляемый способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, и устройство для его осуществления могут конкретно применяться в различных технологических процессах, где требуется установить оптимальные значения параметров техпроцесса в зависимости от параметров перемешиваемой среды и качества перемешивания, увеличение площади поверхности контакта компонентов среды, их растворение, диспергирование, коалесценция, например, для интенсификации процессов очистки жидкостей, обезвоживания, обессоливания, защелачивания и компаундирования нефти, в т.ч. обезвоживание и обессоливание ловушечной нефти, компаундирование мало- и высоковязкой нефти, рационального расхода компонентов, снижение скрытых потерь перекачиваемых углеводородов при их учете, при производстве и переработке полимеров, перемешивании продуктов, в том числе пищевых, с различными добавками и др.

Заявляемый способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, осуществляется следующим образом.

С известным изменением расхода среды осуществляют транспортировку среды по трубопроводу, которую формируют перед перемешиванием путем ввода в нее нагнетанием, впрыскиванием с известным изменением расхода дополнительного компонента, транспортируемого к месту ввода в трубопровод по компонентопроводу, затем перемешивают компонент- со средой с ограниченной интенсивностью в размещенном на трубопроводе устройстве для перемешивания за счет энергии потока среды в трубопроводе, интенсивность ввода компонента в поток трубопровода

регулируют, распределяя его в среде струйкой или струйками, изменяя их диаметр, количество не зависимо от расхода компонента в компонентопроводе; далее, снижают локальную концентрацию введенного в среду компонента путем промежуточного ее перемешивания до устройства для перемешивания с возможностью регулирования интенсивности промежуточного перемешивания, при котором перепад давления на промежуточное перемешивание можно устанавливать в интервале, не превышающим разницы допустимого и фактического перепада давления на устройстве для перемешивания; при осуществлении технологического процесса, использующим перемешивание среды с вводимым в нее компонентом, перечисленные операции адаптируют; при этом, в случае, если проводят предварительную теоретическую оценку качества перемешивания среды с вводимым в нее компонентом, для нерастворимую в среде компонента используют одно любое/оба из соотношений (1)-(1)*, устанавливающие взаимосвязь формирующейся дисперсности вводимого в среду компонента, а именно, среднего и максимального диаметра капель компонента, образующихся за счет энергии потока компонента при впрыскивании его в поток среды в трубопроводе в зависимости от интенсивности ввода компонента и параметров его распределения, диаметра струйки/струек, поверхностного натяжения, а также параметров среды, плотности, вязкости; при этом соответственно расходу компонента в компонентопроводе и расходу компонента в струйке определяют количество струек компонента, при котором суммарный расход струек будет равен расходу компонента в компонентопроводе.

Сущность изобретения поясняется чертежами, представленными на фиг. 1, 2: на фиг. 1 представлен вид одного из вариантов заявляемого устройства без детализировки распределителя, на фиг. 2 - конструкции распределителя.

Устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, фиг. 1-2, включает, фиг. 1, устройство статического типа 1 для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу 2, дроссельное устройство 3, которое включает корпус 3₁ с установленной в ней заслонкой 3₂ эллипсовидного/круглого профиля и приводом 3₃, распределитель 4 для ввода в поток среды трубопровода 2 дополнительного компонента, транспортируемого по компонентопроводу 5, катушку 6 с монтажным патрубком 7 для распределителя 4; распределитель 4, фиг. 2, включает цилиндрический корпус 8, элемент ввода 9 компонента со штурвальным приводом 10 для преобразования вращательного движения штурвала 11 в поступательное элемента ввода 9 компонента для его погружения/извлечения в трубопровод 2 под давлением, при этом элемент ввода 9 компонента со штурвальным приводом 10 соосно монтируются/устанавливаются в полости цилиндрического корпуса 8 распределителя 4, а корпус 8 распределителя 4 подсоединяется к компонентопроводу 5 через штуцер 12, установленный на боковой поверхности корпуса 8, элемент ввода 9 компонента выполнен в виде перфорированного цилиндрического патрубка 13 с лыской на боковой наружной поверхности, верхняя часть которого соединена со штурвальным приводом 10 резьбовым соединением, нижний торец заглушен перфорированной пробкой; в корпусе 8 распределителя соосно и ниже бокового уровня расположения штуцера 12 устанавливается перегородка 14 с/без разрезом 15 по боковой стороне и сегментальным отверстием по центру, имеющего конфигурацию поперечного сечения патрубка 13 для обеспечения поступательного движения элемента ввода 9 при вращении штурвала 11; перегородка 14 разделяет перфорацию на патрубке 13 по наружной его поверхности на верхнюю 16 и нижнюю части 17 и обеспечивает их сообщение через полость патрубка 13, площади перфорации верхней и нижней частей 16, 17 элемент а ввода 9 компонент

а регулируются изменением его рабочего положения в полости трубопровода 2 при помощи штурвального привода 10; диаметр отверстий 17₁ на участке 17 выполняется из диапазона 0,5-16 мм, а количество отверстий 17₁ на участке 17 перфорации при
5 выбранном их диаметре определяется из условия максимального расхода компонента по компонентопроводу и минимальной и максимальной скорости его впрыскивания в формируемую среду в трубопроводе (примечание - соотношение (2), определяющее
10 выбор диаметра перфорации, когда среда и вводимый в нее компонент не растворимы друг в друге, учитывается этим условием, поэтому отдельно описание и работа устройство отдельно для этого случая не выделяются), необходимых для осуществления
15 технологического процесса, в котором используется перемешивание; отверстия верхнего уровня участка перфорации 16 увеличены в диаметре для уменьшения потерь давления; распределитель 4 дополнительно комплектуется арматурой 18, регулирующей скорость
20 ввода в трубопровод 2 компонента на участке 17 перфорации элемента ввода 9; арматура 18 монтируется либо на/перед штуцере/-ом 12 на корпусе 8 распределителя 4 либо на компонентопровode 5; система продувки/очистки перфорации включает продувочный
25 трехходовой кран 19, байпас 20, вход с фильтром 21 и краном 22 подсоединен к компонентопроводу 5, выход байпаса соединяется через кран 19 со штуцером 23, расположенным на боковой поверхности корпуса 8 распределителя 4 на уровне
30 расположения разреза в перегородке 14; распределитель также включает на штуцер 24 с установленным на нем дренажным краном 25, располагаемые ближе к уровню размещения перегородки 14; устройство комплектуется также насосом прокачки
35 компонента по компонентопроводу 5, на фиг. 1 и 2 не показан.

Для плавного изменения расхода компонента при его вводе через распределитель
30 расположение перфорации на участке 17 было выполнено по условной спирали вокруг боковой поверхности элемента ввода 9; перфорация на участке 17 была выполнена по узлам условной сетки на поверхности элемента ввода, образованной правильными
35 (равносторонними) шестигранниками.

Устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, фиг. 1-
40 2, предназначено для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу 2, в котором устройство статического типа 1 предназначено для перемешивания
45 предварительно подготовленной среды к перемешиванию при помощи дроссельного устройства 3; дроссельное устройство 3 предназначено для снижения высокой локальной концентрации компонентов среды дросселированием ее путем уменьшения сечения
50 трубопровода установленной в корпусе 3₁ заслонкой 3₂, поворачиваемой осью вращения 3₃ при помощи привода 3₄; распределитель 4 предназначен для ввода в ноток среды
55 трубопровода 2 дополнительного компонента, транспортируемого по компонентопроводу 5 в случае, если среда в трубопроводе перед перемешиванием не сформирована; катушка 6₂ предназначена для установки распределителя 4 на
60 монтажном патрубке 7 и встраивания катушки 6 в трубопровод 2 перед дроссельным устройством 3; элемент ввода 9 компонента в распределителе 4, фиг. 2, предназначен для впрыскивания транспортируемого по компонентопроводу 5 компонента в поток
65 среды в трубопроводе 2; штурвальный привод 10 служит для преобразования вращательного движения штурвала 11 в поступательное элемента ввода 9 компонента
70 для его размещения при погружении/извлечении под давлением в рабочее/исходные положения в трубопроводе 2; штуцер 12 сообщает полость корпуса 8 распределителя 4 с компонентопроводом 5; перегородка 14 в виде шайбы и сегментальным отверстием
75 по центру, имеющего конфигурацию поперечного сечения патрубка 13 выполняет

тройную функцию, первая, для обеспечения за счет сегментального отверстия поступательного движения элемента ввода 9 при вращении штурвала 11, вторая - для разделения перфорации на патрубке 13 по наружной его поверхности элемента ввода 9 на верхнюю 16 и нижнюю часть 17 и обеспечивает их сообщение через полость патрубке 13, третья, боковой разрез 15 на перегородке 14 служит для продувки перфорации на элементе ввода 9 компонентом компонентопроводом 5 при перемещении элемента ввода 9; через верхнюю часть 16 перфорации на патрубке 13 компонент из полости корпуса 8 распределителя 4 поступает в элемент ввода 9, через нижнюю часть 17 перфорации на патрубке 13 элемента ввода 9 компонент впрыскивается в трубопровод 2; площади перфорации верхней и нижней частей 16, 17 патрубке 13 элемента ввода 9 компонента регулируются изменением его рабочего положения в полости трубопровода 2 при помощи штурвального привода 10; кран 18 служит для регулирования и корректировки скорости вводимого в трубопровод 2 компонента на участке 17 перфорации элемента ввода 9; кран 19 предназначен для продувки перфорации на элементе ввода 9; отверстия верхнего уровня участка перфорации 16 увеличены в диаметре для уменьшения потерь давления; байпас 20 со стороны компонентопровода 5 с фильтром 21 и кранами 19, 22 служит для продувки перфорации 16-17 на патрубке 13 элемента ввода 9 компонентом, подаваемым по байпасу 20 через разрез в перегородке 14; дренажный кран 25, установленный на штуцере 24 распределителя 4, предназначен для дренажа компонента при продувке перфорации элемента ввода 9 через байпас 20; количество отверстий 17₁ перфорации при выбранном диаметре перфораций определяется из условия минимальной и максимальной скорости его впрыскивания в формируемую среду в трубопроводе при максимальном расходе компонента по компонентопроводу, необходимых для осуществления технологического процесса, в котором используется перемешивание, также из этого условия подбирается насос прокачки компонента по компонентопроводу 5, если устройство комплектуется насосом прокачки компонента (на рис. 1 и 2 насос не показан).

Устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, фиг. 1-2, работает следующим образом. По трубопроводу 2, фиг. 1, транспортируют среду. Компонент из компонентопровода 5 поступает в трубопровод 2 перед дроссельным устройством 3 через распределитель 4, фиг. 1-2. Распределитель 4 при этом работает следующим образом. Из компонентопровода 5 компонент поступает на вход штуцера 12, установленного на боковой поверхности корпуса 8 распределителя 4. Далее, через полость в корпусе 8 распределителя 4 и через верхнюю часть 16 перфорации элемента ввода 9 (или патрубка 13 вводного устройства) компонент заполняет полость элемента ввода 9. Из полости элемента ввода 9 компонент поступает в нижнюю часть 17 перфорации элемента ввода 9, которая за счет перепада давления между трубопроводами 5 и 2 впрыскивает компонент в поток среды трубопровода 2. При вводе компонента в трубопровод 2 устанавливается необходимый его расход. Для этого элемент ввода 9 переводят в необходимое рабочее положение, поворотом штурвала 11, при котором привод 10 преобразует вращательное движение штурвала 11 в поступательное элемента ввода 9. При этом изменяют соотношение площадей верхней и нижней частей 17 перфорации на элементе ввода 9 и соответственно регулируют расход компонента, при перемещении элемента ввода 9 вверх, расход компонента уменьшается в виду уменьшения площади нижней части 17 перфорации, при перемещении элемента ввода 9 вниз, расход компонента увеличивается в виду увеличения площади нижней части 17 перфорации. Разделение компонента на струйки через распределитель 4 в трубопровод 2 за счет энергии потока компонента обеспечивает выравнивание его локальной

концентрации в поперечном сечении потока в трубопроводе 2. При этом необходимую линейную скорость впрыскивания компонента через элемент ввода 9 устанавливают регулированием арматуры 18 на компонентопроводе, при необходимости корректируют положение элемента ввода 9 и арматуры 18 до достижения необходимых значений

5 линейной и объемной скоростей компонента на элементе ввода 9. За счет формируемой при этом каждой струйкой компонента локальной турбулентности они разрушаются/ деформируются/ растворяются в потоке среды трубопровода 2, еще больше увеличивая площадь контакта компонента со средой и/ диффузионное проникновение друг в друга. Регулируя, таким образом, расход и скорость впрыскивания компонента (по результатам

10 осуществления технологического процесса, использующего устройство фиг. 1-2 для перемешивания, обеспечивают прогнозируемое качество перемешивания компонента со средой в трубопроводе, управляемость процессом перемешивания). Несмотря значительное на снижение локальной концентрации после впрыскивания его в трубопровод 2 струйками, она по-прежнему остается очень высокой. Чтобы

15 предотвратит уменьшение площади контакта компонента, поток среды после введения в него через распределитель 4 компонента в заявляемом устройстве поступает на вход дроссельного устройства 3. При прохождении среды через дроссельное устройство живое сечение потока сначала резко уменьшается (уменьшают), а затем резко восстанавливают за счет уменьшения поперечного сечения трубопровода 2 в корпусе

20 Z_1 дроссельного устройства 3 при помощи заслонки Z_2 , поворачиваемой осью вращения Z_3 при помощи привода Z_4 , заслонку Z_2 поворачивают, чтобы обеспечить допустимый перепад давления на ней, например, не более 0,001-0,05 МПа, если при вводе компонента в поток среды в трубопроводе при дроблении компонента достигается развитая

25 поверхность его контакта со средой в трубопроводе 2 за счет энергии потока компонента в компонентопроводе 5 (определяется/подтверждается технологическим процессом, использующим перемешивание). В результате поток среды подвергается объемному перемешиванию, в результате которого концентрация введенного компонента в потоке среды в трубопроводе 2 выравнивается, а процесс уменьшения его поверхности контакта со средой уравнивается процессом дробления компонента под воздействием

30 турбулентности потока в трубопроводе 2. При этом перепад давления на дроссельном устройстве 3 при помощи заслонки Z_2 устанавливают со значением не менее 0,003, например, 0,5-2 МПа (но не превышающем разницы допустимого и фактического для устройства для перемешивания среды при изменении расхода потока среды в

35 трубопроводе или же технологическим процессом, осуществляющим перемешивание), если при вводе компонента в поток среды в трубопроводе 2 при дроблении компонента не обеспечивается развитая поверхность его контакта со средой из-за недостаточной интенсивности ввода в среду компонента (например, по причине применения насоса для прокачки компонента по компонентопроводу 5 недостаточной производительности, напора, насос на фиг. 1 и 2 не показан), поверхность контакта среды и введенного в

40 нее компонента увеличивается за счет энергии потока среды в трубопроводе 2. При этом перемешивание всего потока среды дроссельным устройством в пристенных слоях трубопровода 2 предотвращает, в отличие от прототипа [7], изменение компонентного состава вдоль трубопровода 2, а значит, предотвращает и нарушение работы устройства для перемешивания статического тина 1, в который среда далее поступает по ходу

45 потока. Помимо этого дроссельное устройство 3 разрушает промежуточный слой из компонентов, составляющих среду, который может образовываться в потоке при невысоком расходе среды в трубопроводе 2, высокая вязкость которого поглощает энергию потока, предназначенную для перемешивания, и препятствует перемешиванию

потока. В виду выравнивания в поперечном сечении потока содержания мехпримесей перед входом в устройство для перемешивания статического типа 1, устройство работает в условиях, в которых оно наименее подвержено засорению. При необходимости очистку вводного элемента 9 в распределителе 4 проводят без отключения от процесса. Изменяют
5 направление потока компонента в компонентопроводе 5, закрывают арматуру 18, открывают краны 19, 22, направляя поток компонента из компонентопровода 5 в байпас 20 с фильтром 21, и далее в перфорацию элемента ввода 9 через боковой разрез 15 в перегородке 14. Продувку перфорации на элементе ввода 9 обеспечивают, открыв дренажный кран 25 на штуцере 24 и переводя элемент ввода 9 из одного крайнего
10 рабочего положения в другое. В случае использования трехходового продувочного крана 19, при помощи него может быть осуществлено дополнительная продувка в колодец при закрытых кранах 22 и 25. Очищенный на фильтре 21 компонент устремляется через участок перфорации элемента ввода 9, расположенный на уровне бокового разреза перегородки 14 и далее через перфорацию участка 16 элемента ввода
15 9, в дренаж через кран 25. Таким образом на уровне разреза перегородки 14 происходит очистка перфорации на вводном элементе 9 перемещением его в крайние верхнее/нижнее положения.

Из известного ряда вариантов статических устройств прототипа [7] для испытаний были выбраны наиболее эффективные, [2] и [3]. Они же используются в составе
20 заявляемого устройства, фиг. 1, 2. Ввиду низкой скорости потока в соответствии с прототипом применялось сужение диаметра трубопровода. Устройства [2] и [3] устанавливали после сужения диаметра на расстоянии трех диаметров от сужения. Диаметр трубопровода 2 до сужения составлял 150 мм, после сужения - 79 мм. Сужение трубопровода применяют при низкой скорости потока. Средой при испытании служила
25 безводная нефть плотностью 818 кг/м^3 , вязкостью 3 сСт, поверхностным натяжением на границе с водой 0,02 Н/м. Скорость нефти в трубопроводе 2 устанавливали низкой 0,135 м/с, поэтому ее в расчетах по формулам (1)-(1)* не учитывали. В нефть подавали воду по горизонтальному трубопроводу 5 внутренним диаметром 49 мм (Ду 50 мм), нефть, по трубопроводу 2 с эксцентричным переходом Ду 150 мм на Ду 80 мм с верхним
30 положением выхода Ду 80 мм (переход сочетает в себе геометрию одновременно и обычного перехода и колена/отвода), фиг. 1.

Качество перемешивания нефти и воды оценивали по ручной пробе, которая отбиралась согласно техники отбора пробы «Способ отбора проб жидкости из
35 трубопровода и устройство для его осуществления, патент на изобретение RU №2560384» [11], которая в отличие известного нормативного требования по п. 13.4.1 ГОСТ 31873. Нефть и нефтепродукты Методы ручного отбора проб, исключает работу ручного пробоотборника в режиме динамического отстойника, позволяет осуществлять отбор ручной пробы с изокINETической скоростью, то есть обеспечивает отбор
40 представительной пробы из однородного потока (используется на СИКН (коммерческих узлах учета нефти/нефтепродуктов), а также при настройке, калибровке, проверке средств измерения). В качестве зонда применялась пробозаборная трубка по ГОСТ 2517-2012, рис. А. 14, [12]. Результаты испытаний сведены в табл. 1. Содержание воды в пробах определяли методом Дина-Старка.

Распределитель 4 устанавливался на расстоянии 30 Ду 150 мм до устройства для
45 перемешивания 1 по ходу потока (т.е. с учетом п. А2.10.2 АСТМ Д 4177-16e¹).

Были проведены 3 серии испытания, каждая из которых представлена отдельной таблицей, см. табл. 1-3.

В первой серии испытаний, данные отражены в табл. 1, была подтверждена

необходимость промежуточного перемешивания для снижения высокой локальной концентрации введенного в среду (безводная нефть) компонента (воды). Воду распределяли в потоке через элемент ввода 9 распределителя 4 на струйки впрыскиванием их в трубопровод Ду 150 мм со скоростью 1,135 м/с через и расходом воды 5% от расхода нефти (процентное содержание в общем водонефтяном потоке составило 4,545%); скорость впрыскивания на устройстве фиг. 1 можно было менять в интервале от 0,5 до 15 м/с. Диаметр отверстий перфорации на элементе ввода 9 распределителя 4 составлял 1 мм. Воду подавали по водопроводу (компонентопроводу) 5.

При напорном движении нефти на установках подготовки нефти УПН обычно допустимый перепад на перемешивание, составляет не более 0,03 МПа. Перемешивание нефти и воды в экспериментах табл. 1 осуществляли исходя из этого ограничения.

Для прототипов [6-7], заслонка 3₂ полностью открыта, фиг. 2, и практически перепад давления на ней отсутствует, с применением:

- устройства [2] перепад давления на устройстве [2] с переходом Ду 150 на Ду 80 мм составлял 0,015 МПа, строки 1 и 2, колонка 1;

- устройства [3] перепад давления на устройстве [3] с переходом Ду 150 на Ду 80 мм составлял 0,007 МПа, строки 1 и 2, колонка 3.

Для заявляемых решений, положение заслонки 3₂ перекрывает поперечное сечение трубопровода 2, фиг. 2 и создает перепад давления 0,005 МПа (строка 1 табл. 1), с применением:

- устройства [2] перепад давления на устройстве [2] с переходом Ду 150 на Ду 80 мм и дроссельным устройством 3 составлял 0,02 МПа, строка 1, колонка 2;

- устройства [3] перепад давления на устройстве [3] с переходом Ду 150 на Ду 80 мм и дроссельным устройством 3 составлял 0,012 МПа, строка 1, колонка 4.

Для заявляемых решений, положение заслонки 3₂ перекрывает поперечное сечение трубопровода 2, фиг. 2 и создает перепад давления 0,015 МПа, с применением:

- устройства [2] перепад давления на устройстве [2] с переходом Ду 150 на Ду 80 мм и дроссельным устройством 3 составлял 0,03 МПа, строка 2, колонка 2;

- устройства [3] перепад давления на устройстве [3] с переходом Ду 150 на Ду 80 мм и дроссельным устройством 3 составлял 0,022 МПа, строка 2, колонка 4.

Таблица 1

Содержание воды в нефти на участке трубопровода Ду 80 мм, фиг.1, % объ.				
	с применением устройства [2]		с применением устройства [3]	
	прототип [6,7]	заявляемое	прототип [6,7]	заявляемое
	1	2	3	4
1	2,36	4,32	3,15	4,50
2	2,34	4,46	3,10	4,54

Оценка среднего размера капель по формуле (1) при впрыскивании воды через распределитель 4 дает значение 0,244 мм (максимальный размер, согласно формулы (1)* составит 0,488 мм) и. Оценка среднего размера капель, образующихся при перемешивании на дроссельном устройстве 3, согласно методике Приложение А2, АСТМ Д 4177-16¹ дает соответственно значения 1,03 мм при перепаде равным 0,005 МПа и 0,665 мм при перепаде давления на клапане 0,015 МПа. Таким образом, дроссельное устройство при использованных на нем перепадах давления (0,005 МПа

и 0,015 МПа) не может раздробить капли воды в нефти, получаемые сразу на этапе ввода воды в нефть через распределитель 4 со средним их размером 0,244 мм и максимальным 0,488 мм. Это говорит о том, что дроссельное устройство 3 не осуществляет функцию диспергирования капель воды, образованных на этапе ее ввода в нефть, а лишь выполняет функцию их перемешивания в поперечном сечении потока нефти, то есть устраняет только высокую их локальную концентрацию в потоке трубопровода 2. Таким образом, данные таблицы 1 однозначно свидетельствуют о том (и подтверждают ранее указанные результаты исследования работ [8-9]), что высокая локальная концентрация воды в нефти, в нашем случае после ввода ее через распределитель 4 (через элемент ввода 9 распределителя 4), приводит к быстрому укрупнению капель воды и их осаждению на участке трубопровода до сужения трубопровода Ду 150 мм на Ду 80 мм. Эти данные таблицы 1 свидетельствуют также о том, что очень важно сразу же после ввода воды в поток нефти осуществлять промежуточное перемешивание потока, то есть, согласно заявляемых решений, они устраняют высокую локальную концентрацию капель и, следовательно, предотвращает ухудшение качества перемешивания нефти и введенной в нее воды на перемешивающем устройстве 1, фиг.2 (в экспериментах, как указывалось выше, им выступали устройства [2] и [3], см. табл. 1). Таким образом, результаты сравнительных испытаний табл.1 подтверждают преимущество заявляемой техники перемешивания по сравнению с известной [6-7]. При этом реализация заявляемого способа при помощи заявляемого устройства, в отличие от [6-7], не приводит к изменению обводненности вдоль трубопровода 2, то есть, работа заявляемой техники перемешивания не приводит к ее нарушению (обеспечивает конструкция дроссельного устройства 3 заявляемого устройства), данные по обводненности (колонки 2 и 4, табл. 1) для заявляемого решения практически совпадают с содержанием воды в нефти, тогда как прототипа техники, колонки 1 и 3 содержание воды значительно меньше фактического, т.е., при применении прототипов [6-7] происходит изменение состава среды вдоль трубопровода 2.

Второй и третьей сериями испытаний, данные сведены в таблицу 2 и 3 соответственно, подтверждено, что при разделении потока при помощи распределителя 4 (фиг. 1 и 2) на струйки, независимо от регулирования интенсивности/скорости ввода воды от ее расхода в компонентопроводе 5, обеспечивается эффективное управление качеством перемешивания. В колонках 5 и 6 таблиц 2 и 3 приведены корреляции данных экспериментов оценки дисперсности по формулам (1)-(1)*. Отличие теоретического от экспериментального определения среднего и максимального размеров капель воды по формулам (1)-(1)* при проведении исследований находилось в приемлемых для гидравлических испытаний значениях, которые не влияют на выводы экспериментов; коэффициент k в формулах (1)-(1)* при расчетах был принят равным 1. Скорость впрыскивания на устройстве фиг. 1, 2 меняли в интервале от 2,69 до 10 м/с, то есть независимо от расхода воды при расходе воды 0,9156 м³/ч в компонентопроводе 5. Пробу отбирали после дроссельного устройства 3, на котором устанавливали незначительный перепад давления 0,001 МПа, промежуточное перемешивание при котором снижало высокую локальную концентрацию, но сохраняло дисперсность водных капель в нефти, сформированную на этапе ввода воды в нефть через распределитель 4.

В таблице 2 устанавливались неизменными и расход воды, и ее скорость ввода, колонки 1 и 4 табл. 2 соответственно, при изменении диаметра отверстий перфорации элемента ввода 9, фиг. 1 и их количества, колонки 2 и 3 соответственно. Это обеспечивается регулированием расхода компонента за счет возможности изменения

на устройстве количества отверстий в перфорации 17 на участке 17₁ при помощи штурвального привода 10, преобразующего вращательное движение штурвала 11 в поступательное элемента ввода 9 компонента устройства, фиг. 1 (для изменения диаметра перфорации 17), а также за счет возможности дополнительного независимого регулирования расхода воды при помощи арматуры 18 на компонентопроводе 5. Данные колонки 4 таблицы 2 свидетельствуют, что при постоянной скорости ввода воды в нефть при уменьшении диаметра перфорации на участке 17₁ дисперсность воды, колонки 5 и 6 табл. 2, увеличивается.

Таблица 2

Расход воды в компонентопроводе 5, фиг. 1,2, м ³ /ч.	Диаметр отверстия/струи перфорации 17 ₁ элемента ввода 9, фиг. 1, мм.	Количество отверстий перфорации участка 17 ₁ элемента ввода 9, фиг. 1, шт.	Скорость струи в отверстии участка 17 ₁ перфорации, м/с	Средний диаметр капель d _{ср} , мм	Максимальный диаметр капель d _{ср} , мм
0,9156	18	1	10	0,082	0,164
-«-	6	9	-«-	0,047	0,095
-«-	3	36	-«-	0,034	0,067
-«-	2	81	-«-	0,027	0,055
-«-	1	324	-«-	0,019	0,039

Таблица 3

Расход воды в компонентопроводе 5, фиг. 1,2, м ³ /ч.	Диаметр отверстия/струи перфорации 17 ₁ элемента ввода 9, фиг. 1, мм.	Количество отверстий перфорации участка 17 ₁ элемента ввода 9, фиг. 1, шт.	Скорость струи в отверстии перфорации участка 17 ₁ элемента ввода 9, фиг. 1, м/с	Средний диаметр капель d _{ср} , мм	Максимальный диаметр капель d _{ср} , мм
0,9156	18	1	10	0,082	0,164
-«-	6	15	6,07	-«-	-«-
-«-	3	81	4,43	-«-	-«-
-«-	2	220	3,68	-«-	-«-
-«-	1	1205	2,69	-«-	-«-

Это подтверждает ранее сделанный вывод при обосновании преимуществ заявляемых решений, что интенсивность/скорость ввода компонента компонентопровода 5 в среду трубопровода 2 можно снижать при разделении компонента на струйки, изменении диаметра для получения одинакового качества перемешивания. Это и было подтверждено третьей серией экспериментов, табл. 3, в которых интенсивность перемешивания воды с нефтью/скорость ввода воды в нефть уменьшалась, см. колонка

4 табл. 3. Штурвальный привод 10 устройства позволяет изменить количество отверстий в перфорации на участке 17₁, колонка 3 табл. 3, для каждого диаметра перфорации элемента ввода, колонка 2, табл. 3 (совпадает с колонкой 2 табл. 2), и установить соответствующую скорость струек воды, уменьшая ее, колонка 4, табл. 3, при которых

5 качество перемешивания не меняется, колонки 5 и 6 табл. 3. Сравнение качества перемешивания воды на этапе ее ввода в нефть проведено, начиная с варианта ее ввода через одно отверстие диаметром 18 мм (первая строка экспериментальных данных табл. 2 и 3).

10 Обеспечивать одинаковое качество перемешивания оказалось возможным благодаря регулированию интенсивности ввода воды в нефть изменением на устройстве диаметра и количества отверстий в перфорации 17 на участке 17₁ при помощи штурвального привода 10, преобразующего вращательное движения штурвала 11 в поступательное

15 элемента ввода 9 компонента устройства, фиг. 1 (для изменения диаметра используется соответствующий вариант элемента ввода 9 с другим диаметром перфорации 17), а также за счет возможности независимого от интенсивности ввода воды в нефть регулирования расхода воды при помощи арматуры 19 на компонентопроводе 5. При этом при уменьшении диаметра струек воды (диаметра перфорации 17 элемента ввода 9) интенсивность/скорость ввода воды в нефть уменьшилась практически в 4,5 раза,

20 колонки 2 и 4 табл. 3. Обеспечивается благодаря независимому регулированию интенсивности перемешивания на этапе ввода воды в поток нефти в трубопроводе 2 и ее расхода при помощи распределителя 4 и арматуры 18 на компонентопроводе 5. Для прототипа техники перемешивания [6-7] отсутствует независимость скорости ввода компонента от скорости/интенсивности ввода его в среду трубопровода, то есть для прототипа техники перемешивания [6-1] имеет место однозначная зависимость скорости

25 ввода компонента от скорости/интенсивности ввода его в среду трубопровода, поэтому качество перемешивания на этапе ввода компонента в среду трубопровода будет отражаться только одним значением из массива данных в каждой таблицах 2, 3. Следовательно, применение прототипа техники перемешивания [6-7] в различных

30 технологических процессах, использующих перемешивание, в отличие от заявляемых решений, не позволит устанавливать наиболее эффективные режимы функционирования этих технологических процессов.

Данные экспериментов табл. 1-3 отражают также сравнительную эффективность устройств [2] и [3].

35 Аналогичные отраженным в табл. 1-3 результаты были получены при изменении расхода воды и без сужения диаметра трубопровода 2.

Таким образом, данные сравнительных испытаний подтверждают эффективность и преимущество применения заявляемых решений в технике перемешивания.

40 Рекомендуемые устройства для осуществления наиболее эффективного перемешивания в составе заявляемого устройства, помимо указанного [3], включены в нижеприводимый список:

- Способ отбора проб жидкости из трубопровода и устройство для его осуществления, патент на изобретение RU №2560384 [13];

45 - Способ отбора проб жидкости из трубопровода и устройство для его осуществления, патент на изобретение RU №2309391 [14].

Отметим, что в устройствах для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу

- Блок подготовки S-Mix-DS водонефтяной эмульсии для ЭЛОУ, <http://vdktech.ru/>, [15];

- Струйный гидравлический смеситель, патент на изобретение RU №2600998, [16];

- Смеситель пресной воды С1В, Самара [17];

отсутствует независимый от расхода компонента интенсивность/скорость его ввода в среду трубопровода, а значит им присущи недостатки прототипов [6, 7].

5 Заявляемый способ перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу и устройство для его осуществления промышленно применимы, технология может быть легко и просто адаптирована с используемой техникой перемешивания для минимизации материальных затрат и повышения эффективности технологических процессов, в которых используется перемешивание, дополнительные устройства для ее осуществления
10 не сложны в изготовлении, заявляемая технология перемешивания может быть включена в любой технологический процесс, где необходимо перемешивание потоков с различной вязкостью, плотностью, для достижения наиболее эффективного осуществления технологического процесса.

Источники информации

15 1. Способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу. / Патент-СН №642564.

2. Устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу. / Патент СН №642564.

3. Способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, и
20 устройство для его осуществления, патент на изобретение RU №2744373.

4. Способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу. / А.с. СССР №1173596, кл. В01F 7/04, В01F 7/04, 1983.

5. Устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу. / А.с. СССР №1 173596, кл. В01F 7/04, В01F 7/04, 1983.

25 6. Способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу. / ГОСТ Р 8.880-2015, пп. 6.4-6.6.

7. Устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу. / ГОСТ Р 8.880-2015, пп. 6.4-6.6.

8. В.П. Тронов, Промысловая подготовка нефти, М.: «Недра», 1977, рис. 18.

30 9. В.П. Тронов и др., «Расслоение потока на нефть, газ и воду в концевых участках трубопровода», журнал «Нефтяное хозяйство», М.: «Недра», №1, 1989 г.

10. Эксплуатационная документация на пробоотборник автоматический серии True Cut С-2 фирмы CLIF МОСК COMPANY, раздел «Статическое перемешивание».

35 11. Способ отбора проб жидкости из трубопровода и устройство для его осуществления, патент на изобретение RU №2560384.

12. Пробозаборное устройство, ГОСТ 2517-2012, рис. А.14.

13. Способ отбора проб жидкости из трубопровода и устройство для его осуществления, патент на изобретение RU №2560384.

40 14. Способ отбора проб жидкости из трубопровода и устройство для его осуществления, патент на изобретение RU №2309391.

15. Блок подготовки S-Mix-DS водонефтяной эмульсии для ЭЛОУ, <http://vdktech.ru/>.

16. Струйный гидравлический смеситель, патент на изобретение RU №2600998.

17. Смеситель пресной воды СПВ, Самара [17].

45 (57) Формула изобретения

1. Способ для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, при котором с известным изменением расхода среды осуществляют транспортировку среды по трубопроводу, которую формируют перед перемешиванием путем ввода в нее

нагнетанием, впрыскиванием с известным изменением расхода дополнительного компонента, транспортируемого к месту ввода в трубопровод по компонентопроводу, затем перемешивают компонент со средой с ограниченной интенсивностью в размещенном на трубопроводе устройстве для перемешивания за счет энергии потока среды в трубопроводе, отличающийся тем, что интенсивность ввода компонента в поток трубопровода регулируют, распределяя его в среде стружкой или струйками, изменяя их диаметр, количество не зависимо от расхода компонента в компонентопровод; далее, снижают локальную концентрацию введенного в среду компонента путем промежуточного ее перемешивания до устройства для перемешивания с возможностью регулирования интенсивности промежуточного перемешивания, при котором перепад давления на промежуточное перемешивание можно устанавливать в интервале, не превышающим разницы допустимого и фактического перепада давления на устройстве для перемешивания; при осуществлении технологического процесса, использующим перемешивание среды с вводимым в нее компонентом, перечисленные операции адаптируют.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что в случае, если проводят предварительную теоретическую оценку качества перемешивания среды с вводимым в нее компонентом, для нерастворимого в среде компонента используют одно любое/оба из соотношений (1)-(1)*, устанавливающие взаимосвязь формирующейся дисперсности вводимого в среду компонента, а именно, среднего и максимального диаметра капель компонента, образующихся за счет энергии потока компонента при впрыскивании его в поток среды в трубопроводе в зависимости от интенсивности ввода компонента и параметров его распределения, диаметра стружки/струек, поверхностного натяжения, а также параметров среды, плотности, вязкости:

$$d_{cp} = k \cdot 5,0317 \cdot (\sigma \cdot \rho^{-1} \cdot v^{-\frac{1}{6}})^{0,6} \cdot d_o^{0,5} \cdot u^{-1,1}, \quad (1)$$

$$d_{max} = k \cdot 10,0634 \cdot (\sigma \cdot \rho^{-1} \cdot v^{-\frac{1}{6}})^{0,6} \cdot d_o^{0,5} \cdot u^{-1,1}, \quad (1)^*$$

где d_{cp} и d_{max} - средний и максимальный диаметр капель компонента соответственно, образующихся при впрыскивании компонента в среду;

v и ρ - соответственно вязкость, сСт, и плотность среды, кг/м³;

σ - поверхностное натяжение на границы фаз компонент-среда, Н/м;

$u = u_c - u_n \cos \alpha$, в которой u_c - начальная скорость стружки, м/с;

u_n - скорость потока, м/с;

α - угол между направлениями впрыскивания стружки и потока среды в трубопроводе;

d_o - начальный диаметр струек, м;

$k = 0,9 \div 1,1$ - поправочный коэффициент, может быть уточнен экспериментально для конкретного технологического процесса при осуществлении перечисленных операций способа, без проведения уточнения принимается равным значению $k=1$;

при этом соответственно расходу компонента в компонентопровод и расходу компонента в стружке определяют количество струек компонента, при котором суммарный расход струек будет равен расходу компонента в компонентопровод.

3. Устройство для перемешивания среды, транспортируемой по трубопроводу, отличающееся тем, что включает:

устройство для перемешивания среды;

размещаемые перед ним

дроссельное устройство, которое включает корпус с установленной в ней заслонкой с перфорацией/без перфорации круглого/эллипсовидного/лепесткового профиля и приводом для изменения заслонкой сечения потока среды в трубопроводе в радиальном направлении от оси симметрии трубопровода;

распределитель для ввода в поток среды трубопровода компонента, подводимого к распределителю по компонентопроводу, при этом распределитель, который монтируют на боковой поверхности трубопровода/катушки через патрубок с/без отсечным/-ого краном/-а, включает цилиндрический корпус, элемент ввода компонента со штурвальным приводом для преобразования вращательного движения штурвала в поступательное элемента ввода компонента для его погружения/извлечения в трубопровод под давлением, при этом элемент ввода компонента со штурвальным приводом соосно монтируются в полости корпуса распределителя, а распределитель подсоединяется к компонентопроводу через боковой штуцер на корпусе распределителя, элемент ввода компонента выполнен в виде перфорированного цилиндрического патрубка, в корпусе распределителя соосно ниже бокового штуцера устанавливается перегородка с/без разрезом/-а по боковой стороне и отверстием по центру для прохода патрубка элемента ввода, которая разделяет перфорацию на патрубке элемента ввода по наружной его поверхности на верхнюю и нижнюю части и обеспечивает их сообщение через полость этого патрубка, площади перфорации верхней и нижней частей элемента ввода компонента регулируются изменением его рабочего положения при помощи штурвального привода; распределитель дополнительно комплектуется арматурой/краном/клапаном, регулирующим расход вводимого в трубопровод компонента, который монтируется либо на/перед штуцере/-ом распределителя либо на компонентопроводу; в случае если перегородка выполнена с разрезом, на боковой поверхности корпуса распределителя дополнительно на уровне разреза для продувки перфорации может быть установлен продувочный кран с байпасом с/без фильтром(-а) и краном/клапаном, соединяющим продувочный кран и компонентопровод, при этом выход байпаса соединяется с корпусом распределителя на уровне расположения разреза перегородки, дополнительно на корпусе распределителя ближе к верхней границе перегородки устанавливается дренажный кран; продувочный кран может быть с функцией переключения опорожнения полости распределителя, т.е. трехходовым; количество отверстий перфорации при выбранном их диаметре определяется при максимальном расходе компонента по компонентопроводу из условия минимальной и максимальной скорости его впрыскивания в формируемую среду в трубопроводе, необходимых для осуществления технологического процесса, в котором используется перемешивание, также из этого условия подбирается насос прокачки компонента по компонентопроводу, если им комплектуется устройство; устройство дополнительно может быть укомплектовано сменными элементами ввода с различной перфорацией нижней его части отверстиями для его настройки под конкретный технологический процесс, в котором используется устройство, подходящий вариант элемента ввода для наиболее эффективно осуществления технологического процесса определяется опытным путем.

4. Устройство по п. 3, отличающееся тем, что в случае, если осуществляют перемешивание формируемой среды с нерастворимым компонентом, диаметр отверстия перфорации нижней части элемента ввода выбирают в зависимости от среднего диаметра капель, образующихся при впрыскивании компонента в поток среды через элемент ввода распределителя, начальной скорости струек, параметров потоков в соответствие

с зависимостью:

$$d_o = 0,0395 \cdot k^{-2} \cdot (\rho \cdot v^{\frac{1}{6}} \cdot \sigma^{-1,2})^2 \cdot d_{cp}^2 \cdot u^{2,2}, \quad (2)$$

5

где d_o - диаметр перфорации/начальный диаметр струек, м,

d_{cp} - средний диаметр капель компонента соответственно, образующихся при
впрыскивании компонента в среду, м;

ν и ρ - соответственно вязкость, сСт, и плотность среды, кг/м³;

10

σ - поверхностное натяжение на границы фаз компонент - среда, Н/м;

$u = u_c - u_n \cos \alpha$, в которой u_c - начальная скорость струйки, м/с;

u_n - скорость потока, м/с;

α - угол между направлениями впрыскивания струйки и потока среды в трубопроводе;

15

$k = 0,9 \div 1,1$ - поправочный коэффициент, может быть уточнен экспериментально для
конкретного технологического процесса при осуществлении перечисленных операций
способа, без проведения уточнения принимается равным значению $k=1$.

20

25

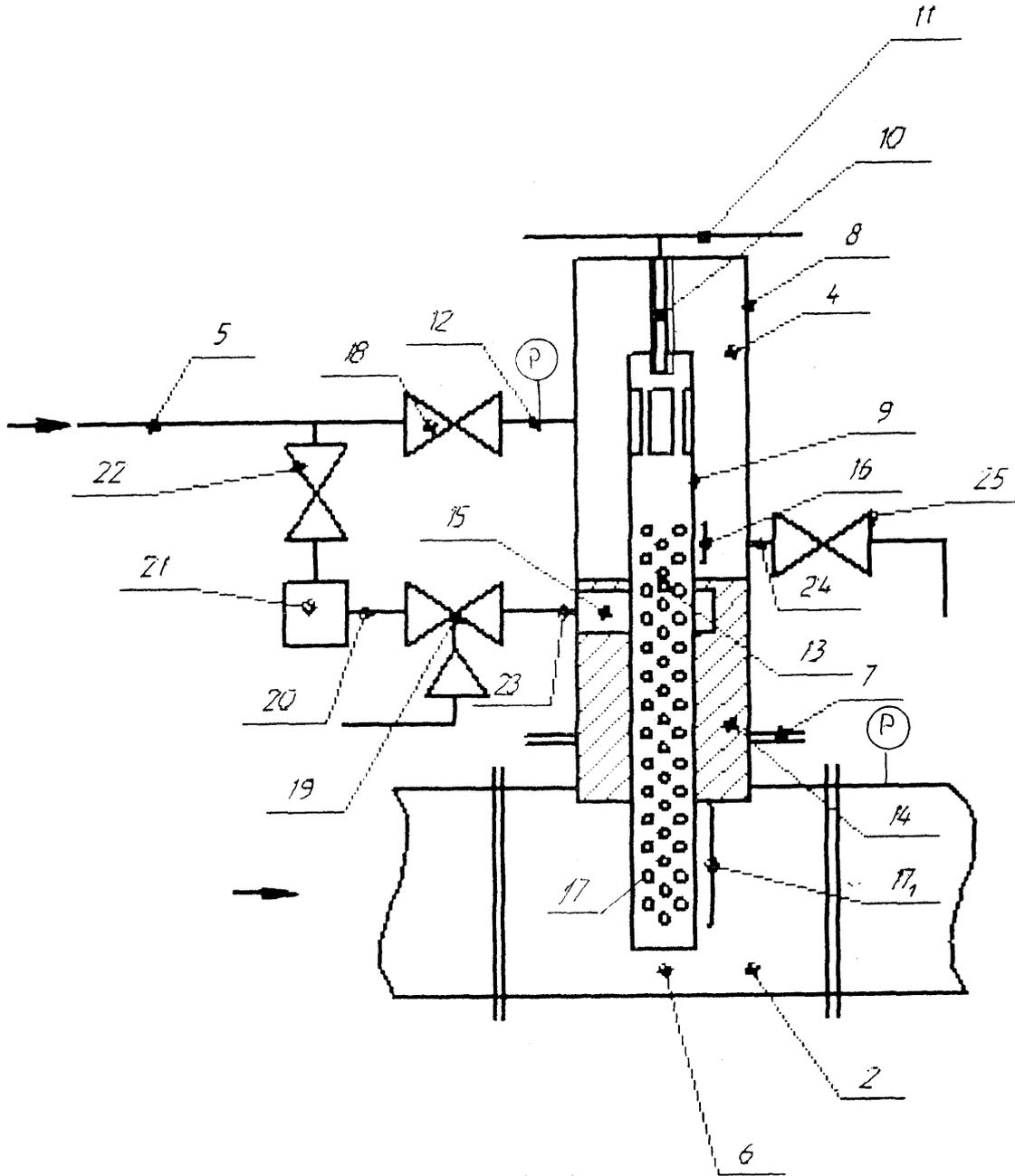
30

35

40

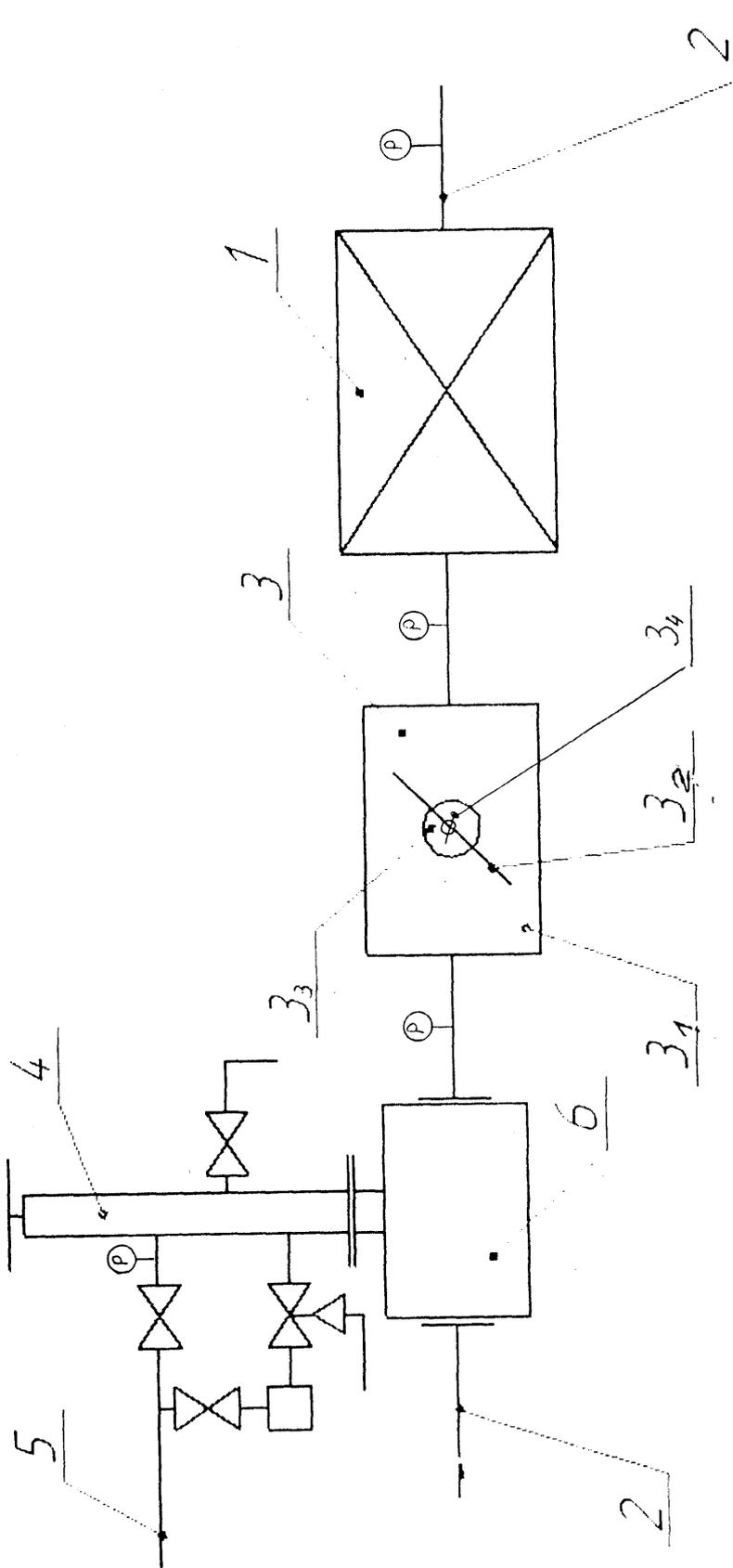
45

1



Фиг. 1

2



Фиг. 2