



## НОВЫЙ ПОДХОД К УТИЛИЗАЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПРИМЕСЕЙ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ СКВАЖИННОЙ ПРОДУКЦИИ

Ф.Г.Гасанов, Ш.П.Кязимов, Э.С.Абдуллаева\*

НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, Баку, Азербайджан

### A New Approach to the Mechanical Impurities Utilization in the Flowstream Preparation System

F.G.Hasanov, Sh.P.Kazimov, E.S.Abdullayeva

«OilGasScientificResearchProject» Institute, SOCAR, Baku, Azerbaijan

#### Abstract

The paper suggests a method for sand and mechanical impurities settling in a liquid flow, including a sand settler, which is installed prior to a production gathering and handling point directly on the infield pipeline, both on one well line and at branch connections. However, the developed sand settler is located at a distance determined by the proposed relationship. The design parameters of the sand settling device, which provide the most complete trapping of mechanical impurities as well, are determined based on the daily volume of liquid passing through the device by comparing parameters such as settling time of solids and the passage time of liquid with solid particles through the device.

Since June 20, 2016, the tests of the developed device for sand settling were started on deep-water offshore platform No. 4 of Guneshli field, «28 May» OGPD. In order to protect liquid -injection pumps against sand impact, the sand settler was installed on the on suction pipe of onshore field line of the 4th platform.

#### Keywords:

Mechanical impurities;  
Infield pipeline;  
Field equipment;  
Production gathering and handling facilities;  
Sand settler;  
Particles settling rate;  
Particle size;  
Fluid discharge.

© 2017 «OilGasScientificResearchProject» Institute. All rights reserved.

Как показывает практика разработки нефтяных месторождений, наличие в добываемой жидкости механических примесей - взвешенных частиц песка, глины и других твердых пород способствует возникновению проблем в работе внутрипромыслового трубопровода и системы сбора и подготовки продукции. В частности, транспортировка жидкости с высоким содержанием песка и механических примесей по наземному промысловому трубопроводу способствует образованию коррозионно-эрозийного износа внутренней поверхности труб, приводит к значительному засорению и преждевременному выходу из строя промышленного оборудования, что в результате сопровождается большими потерями нефти. Также, механические примеси при определенных термодинамических условиях, являясь центрами кристаллизации, увеличивают интенсивность образования плотных асфальтено-смолистых парафиновых отложений, которые очень трудно удалить с металлической поверхности [1].

Образование таких плотных отложений приводит к увеличению стойкости водонефтяных эмульсий, снижению пропускной способности внутрипромыслового трубопровода, и в результате, способствует уменьшению срока эксплуатации трубопровода.

Также необходимо принять во внимание, что значительные запасы нефти Азербайджана приурочены к месторождениям, пласты которых сложены слабосцементированными породами. При этом большая часть месторождений находится в поздней стадии разработки, которая характеризуется высокой обводненностью добывающих скважин. Вследствие сильного увлажнения песчаных пород происходит разрушение призабойной зоны пласта. В связи с этим из скважин во внутрипромысловый трубопровод поступает продукция с высоким содержанием песка. Для изоляции воды, поступающей в скважину, применяется большое количество разнообразных современных технологий, включающих как химические, так и технические способы. Так, например, известен способ перекрытия обводнившихся перетоков с помощью набухающих пакеров [2].

\*E-mail: [elmiraabdullayeva2016@mail.ru](mailto:elmiraabdullayeva2016@mail.ru)  
<http://dx.doi.org/10.5510/OGP20170400331>

Однако, несмотря на все мероприятия, проводимые с целью предотвращения поступления воды, песка и механических примесей в скважину, песок все же остается в достаточном количестве в составе добываемой продукции.

В связи с изложенным, в данной статье представлен процесс осаждения твердых частиц, содержащихся в потоке пластовых флюидов, при движении по внутрипромысловому трубопроводу, определенный с помощью предложенных формул. Также предложено новое техническое решение по очистке жидкости от песка и механических примесей.

Как известно, одним из основных параметров вышеуказанного процесса является скорость оседания твердых частиц под действием силы гравитации [3]. Скорость оседания частиц подчиняется закону Стокса, из которого следует, что интенсивность процесса оседания зависит от размера частиц и вязкости среды. С увеличением вязкости жидкости и уменьшением размера частиц скорость оседания снижается [3]:

$$U_i = \frac{d^2(\rho_i - \rho_g)g}{18\mu_g} \quad (1)$$

Где:  $U_i$  - скорость оседания твердой частицы, м/с;  
 $d$  - диаметр твердой частицы, м;

$\rho_g, \rho_i$  - плотность соответственно жидкости и твердой частицы, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu_g$  - динамическая вязкость жидкости, Па·с;

$g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Затем определяется вместимость трубопровода по следующей формуле:

$$V_g = \frac{\pi D^2 L}{4} \quad (2)$$

Где:  $L$  - длина трубопровода, м.

Зная скорость оседания частицы в жидкости, можем установить время оседания твердой частицы определенного размера при движении жидкости по трубопроводу:

$$t = \frac{D}{U_i} \quad (3) \text{ или } \quad t = \frac{h}{U_i} \quad (4)$$

Где:  $D$  - диаметр трубопровода, м;

$h = D/2$  - высота оседания твердой частицы, м;

$U_i$  - скорость оседания твердых частиц, м/с.

Затем определяется время прохождения жидкости по трубопроводу:

$$T = \frac{V_g}{Q_g} \quad (5)$$

Где:  $Q_g$  - расход жидкости, поступающей в трубопровод, м<sup>3</sup>/с.

Зная все необходимые параметры, можем определить то расстояние ( $L_r$ ), начиная с устья скважины, при котором происходит оседание твердой частицы. Для этого воспользуемся условием равенства:

$$t = \frac{D}{U_g} = \frac{D}{\frac{d^2(\rho_i - \rho_g)g}{18\mu_g}} = \frac{D18\mu_g}{gd^2(\rho_i - \rho_g)} \quad (6)$$

Здесь  $T = \frac{\pi D^2 L}{4Q}$  (7). Принимая  $t = T$ , получим:

$$L_r = \frac{t4Q}{\pi D^2} = \frac{D18\mu_g 4Q}{gd^2(\rho_i - \rho_g)\pi D^2} \quad (8)$$

Таким образом, расстояние, при котором происходит оседание твердой частицы определенного диаметра  $d$ , определяется по формуле:

$$L_r = \frac{D18\mu_g 4Q}{gd^2(\rho_i - \rho_g)\pi D^2} \quad (9)$$

Из формулы Стокса следует, что скорость оседания твердой частицы прямо пропорциональна размеру частицы. В связи с этим для определения диаметра твердых частиц и установления объема твердых частиц определенных фракций, которые могут осесть в промысловом трубопроводе, проведен анализ гранулометрического состава пород. Было принято во внимание, что разрабатываемые объекты нефтяных месторождений сложены породами различного гранулометрического состава. Для исследования были использованы показатели осажденных частиц пород по фракциям объектов месторождения Бузовна-Маштаги, так как скважины указанного месторождения характеризуются высоким пескопроявлением, и процесс оседания механических примесей в системе сбора и транспортировки нефти достиг критической точки.

В таблице 1 приведены литологические характеристики объектов месторождения Бузовна-Маштаги.

Проведен расчет для твердой частицы диаметром  $d = 0.05 \cdot 10^{-3}$  м. Диаметр твердой частицы был

Таблица 1 Литологические характеристики объектов месторождения Бузовны-Маштаги				
Горизонт	Гранулометрический состав пород, %			
	$d \geq 0.25$ $10^{-3}$ м	0.25-0.1 $10^{-3}$ м	0.1-0.01 $10^{-3}$ м	$d \leq 0.01$ $10^{-3}$ м
1	2	3	4	5
Сабунчинский	0.6	11.7	60.0	27.7
Балаханский	3.3	21.5	35.2	40.0
НКГ	0.4	7.0	62.6	30.0
НКП	2.7	20.0	52.4	24.9
КС	0.7	6.4	52.1	40.8
ПК	17.2	30.3	33.0	19.5

определен в результате проведенного анализа гранулометрического состава пород.

При проведении расчетов использовались определенные конкретные показатели одного отдельно взятого промысла. Так, длина коммуникации промысла принималась равной 4500 м, расход жидкости при этом составлял

0.0104 м<sup>3</sup>/с, а диаметр трубопровода принимался равным 0.102 м.

Вначале по формуле Стокса были проведены соответствующие расчеты для определения скорости оседания твердой частицы шарообразной формы указанного диаметра  $d=0.05 \cdot 10^{-3}$  м при значениях плотности частицы  $\rho_i=2700$  кг/м<sup>3</sup>, плотности жидкости  $\rho_g=850$  кг/м<sup>3</sup> и  $g=9.81$  м/с<sup>2</sup>, в зависимости от различных показателей вязкости жидкости.

Подставляя численные значения в формулу Стокса, получим:

$$U_i = \frac{(0.00005)^2 (2700 - 850) 9.8}{18 \times 0.0032} = \frac{0.0000453}{0.0576} = 0.000787 \text{ м/с}$$

Таким образом, скорость оседания твердой частицы диаметром  $0.05 \cdot 10^{-3}$  м составила  $U_i = 0.000787$  м/с =  $0.787 \cdot 10^{-3}$  м/с.

Вместимость трубопровода составила:

$$V_g = \frac{3.14 \times (0.102)^2}{4} 4500 = 36.75 \text{ м}^3$$

Время оседания твердой частицы составит:

$$t = \frac{0.102}{0.000787} = 129.6 \text{ с}$$

Время прохождения жидкости по трубопроводу:

$$T = \frac{36.75}{0.0104} = 3533.6 \text{ с}$$

Расстояние, при котором происходит оседание твердой частицы, составит:

$$L = \frac{0.102 \times 18 \times 0.0032 \times 4 \times 0.0104}{9.8 (0.00005)^2 \times (2700 - 850) \times 3.14 (0.102)^2} = 165.14 \text{ м}$$

Как показывает приведенный расчет, твердая частица диаметром  $0.05 \cdot 10^{-3}$  м со скоростью оседания  $U_i = 0.787 \cdot 10^{-3}$  м/с осядет в трубопроводе длиной 4500 м на расстоянии 165.14 м. При этом время оседания данной частицы составляет 129.6 с, что меньше времени прохождения жидкости по трубопроводу (3533.6 с). Это означает, что частица данного диаметра, осядет в трубопроводе через 129.6 с, преодолев расстояние 165.14 м.

Для определения указанных выше параметров процесса оседания были проведены расчеты для размеров твердых частиц соответствующих диапазонов фракций. При этом общая длина промышленного трубопровода принималась равной 18000 м, участок коммуникации одного промысла - 4500 м, расходами жидкости 0.0417 м<sup>3</sup>/с и 0.0104 м<sup>3</sup>/с соответственно, при следующих значениях диаметра трубопровода:  $D=0.063$  м; 0.102 м; 0.152 м и 0.203 м.

Наиболее значимые результаты, полученные в ходе проведенных исследований приведены в таблице 2. Как видно из таблицы, по сравнению с частицами других диаметров твердые частицы диаметром в интервале  $0.1 \cdot 10^{-3}$  м -  $0.01 \cdot 10^{-3}$

м гранулометрического состава пород составляют большую часть, то есть твердые частицы указанного интервала в среднем составляют 50% от общего числа частиц, осевших в промысловом трубопроводе. Таким образом, твердые частицы пород мелкого и среднего размера составляют основную часть механических примесей, извлекаемых на поверхность вместе с пластовыми флюидами. С помощью предложенных формул можно определить, на каком расстоянии, и через какое время осядет твердая частица определенного размера, движущаяся в потоке пластовой жидкости по внутрипромысловому трубопроводу определенной длины.

Полученные результаты показывают, что процесс оседания песка и механических примесей при течении пластовой жидкости по внутрипромысловому трубопроводу практически неизбежен. При этом большая часть твердых частиц остается в трубопроводе, не доходя до пункта сбора и подготовки добываемой продукции. Исключение составляют лишь частицы мелких фракций ( $d < 0.01 \cdot 10^{-3}$  м).

Известно значительное количество способов, применяемых в системе сбора и подготовки нефти для очищения добываемой продукции от грубодисперсных и тонкодисперсных взвешенных частиц песка и механических примесей [4,5].

В целях предотвращения негативного воздействия частиц песка и механических примесей, содержащихся в потоке добываемой жидкости, на промышленное оборудование (насосы, сепараторы, резервуары), нами предлагается устройство для оседания песка, конструктивные параметры которого обеспечивают наиболее полное улавливание механических примесей. Разработанное устройство устанавливается до пункта сбора и подготовки продукции, непосредственно на внутрипромысловом трубопроводе, как на линии одной скважины, так и на узлах соединения нескольких скважин.

Однако для того, чтобы рекомендовать какой-либо способ очищения добываемой продукции от песка и механических примесей необходимо проведение исследований по оценке эффективности работы предлагаемого устройства. Отметим, что в отличие от установок, предназначенных для оседания механических примесей, расположенных на пункте сбора и подготовки добываемой продукции, размещение устройств для оседания песка непосредственно на промышленном трубопроводе сопровождается некоторыми ограничениями. Размеры устройства для оседания песка должны быть подобраны таким образом, чтобы было обеспечено улавливание большей части механических примесей, содержащихся в скважинной продукции, перекачиваемой по трубопроводу. Вместе с тем устройство для оседания песка должно быть достаточно компактным,

Показатели процесса движения твердой частицы в потоке жидкости, транспортируемой по трубопроводу											Таблица 2
№ п/п	Диаметр трубопровода, $D$ , м	Высота оседания частицы, $h$ , м	Диаметр частицы, $d$ , $10^{-3}$ м	Скорость оседания частицы, $U_{os}$ , $10^{-3}$ м/с	Вязкость жидкости, $\mu$ , Па·с	Длина трубопровода, $L$ , м	Расход жидкости, поступающей в трубопровод, $Q_{ж}$ , м <sup>3</sup> /с	Вместимость трубопровода, $V$ , м <sup>3</sup>	Время оседания частиц в трубопроводе, $t$ , с	Время прохождения жидкости по трубопроводу, $T$ , с	Расчетная длина оседания частицы в трубопроводе, $astL_{р}$ , м
1	0.063	0.063	0.005	0.0231	0.001	4500	0.0104	14.02	2727.3	1348.1	9089.5
2	0.102	0.102	0.005	0.00787	0.0032	4500	0.0104	36.75	12960.6	3533.6	16514.1
3	0.152	0.152	0.005	0.000968	0.030	18000	0.0417	326.5	157024.8	7828.8	416109.4
4	0.203	0.203	0.005	0.000968	0.030	18000	0.0417	582.3	209710.4	13963.6	312024.2
5	0.063	0.063	0.012	0.133	0.001	4500	0.0104	14.02	473.7	1348.1	1577.7
6	0.102	0.102	0.012	0.0453	0.0032	4500	0.0104	36.75	2251.6	3533.6	2865.3
7	0.152	0.152	0.012	0.00483	0.030	18000	0.0417	326.5	31470.0	7828.8	72438.9
8	0.203	0.203	0.012	0.00483	0.030	18000	0.0417	582.3	42029.0	13963.6	54096.5
9	0.063	0.063	0.02	0.37	0.001	4500	0.0104	14.02	170.3	1348.1	568.7
10	0.102	0.102	0.02	0.126	0.0032	4500	0.0104	36.75	809.5	3533.6	1031.3
11	0.152	0.152	0.02	0.0134	0.030	18000	0.0417	326.5	11343.3	7828.8	26028.4
12	0.152	0.076	0.02	0.0134	0.030	18000	0.0417	326.5	5671.6	7828.8	13014.2
13	0.203	0.101	0.02	0.0134	0.030	18000	0.0417	582.3	7537.3	13963.6	9698.58
14	0.063	0.063	0.05	2.31	0.001	4500	0.0104	14.02	27.27	1348.1	90.894
15	0.102	0.102	0.05	0.787	0.0032	4500	0.0104	36.75	189.6	3533.6	165.14
16	0.152	0.152	0.05	0.0839	0.030	18000	0.0417	326.5	1811.7	7828.8	1040.34
17	0.203	0.203	0.05	0.0839	0.030	18000	0.0417	582.3	2419.5	13963.6	780.6
18	0.063	0.063	0.2	37.0	0.001	4500	0.0104	14.02	1.7	1348.1	5.68
19	0.102	0.102	0.2	12.6	0.0032	4500	0.0104	36.75	8.1	3533.6	10.31
20	0.152	0.152	0.2	1.34	0.030	18000	0.0417	326.5	113.4	7828.8	260.28
21	0.203	0.203	0.2	1.34	0.030	18000	0.0417	582.3	151.5	13963.6	194.93

чтобы обеспечить, как непрерывную очистку добываемой жидкости от частиц песка и механических примесей, так и полную транспортировку добываемой жидкости. Таким образом, при определении конструкционных параметров устройства для оседания песка за основу принимались следующие критерии:

- компактность устройства для оседания песка;
- обеспечение полной транспортировки добываемой жидкости устройством без гидравлических сопротивлений;
- определение того суточного объема жидкости, который может транспортировать устройство.

Как видно, одним из определяющих факторов при определении конструкционных параметров устройства для оседания песка является пропускная способность устройства суточного объема (расхода) жидкости. Также основными показателями, с помощью которых можно определить возможность оседания частиц в устройстве для оседания песка являются такие параметры, как время прохождения жидкости, содержащей твердые частицы через устройство и время оседания твердых частиц в устройстве. Сравнивая эти два показателя с помощью предложенных формул можно определить способность устройства улавливать частицы определенного диаметра при прохождении через устройство определенного суточного объема жидкости. Процесс оседания частиц в устройстве достигается в том случае, если время оседания частиц в устройстве меньше времени прохождения частиц через устройство.

Кроме того, с помощью параметра, характеризующего седиментационную устойчивость жидкостной системы оседанию или всплыванию частиц [3]. Седиментационная устойчивость ( $S_y$ ) характеризуется величиной обратной скорости оседания или всплывания частиц:

$$S_y = \frac{1}{U_t} \quad (10)$$

Как следует из приведенной зависимости, на изменение седиментационной устойчивости жидкостной среды влияет размер взвешенных частиц, находящихся в составе жидкости и соответственно скорость оседания частиц различных диаметров.

Таким образом, с помощью предложенных формул были проведены расчеты для определения основных показателей процесса оседания твердых частиц крупных и средних фракций, уловленных устройством для оседания песка. Результаты расчетов для конкретных значений диаметров твердых частиц, попавших в устройство для оседания песка, показаны в таблице 3.

Согласно представленной таблице, устройство для оседания песка длиной в интервале

1-2 м, высотой 0.2-0.3 м при прохождении через него суточного объема жидкости  $0.17 \times 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$ , способно уловить твердые частицы размерами  $0.02 \times 10^{-3} \text{ м}$ ;  $0.05 \times 10^{-3} \text{ м}$ ;  $0.15 \times 10^{-3} \text{ м}$ ;  $0.2 \times 10^{-3} \text{ м}$ ;  $0.3 \times 10^{-3} \text{ м}$ , так как время оседания частиц указанных диаметров через устройство меньше времени прохождения этих частиц через устройство.

Кроме того, проведенные расчеты показали, что устройства для оседания песка, основанные на гравитационном принципе, способны уловить основную часть твердых частиц, как крупных фракций, так и большую часть частиц средних фракций, оседающих в трубопроводе. Это связано с тем, средние и более мелкие частицы, объединяясь, создают крупные агломерации, благодаря своей высокой седиментационной устойчивости.

Способность компактного устройства для оседания песка, основанного на гравитационном принципе, к улавливанию взвешенных частиц механических примесей средних фракций является одним из преимуществ указанного устройства по сравнению с устройствами циклонного (вращательного) типа.

Таким образом, в зависимости от объема добываемой продукции, количества и размера частиц механических примесей, а также расстояния, необходимого для размещения наземных устройств отдельно друг от друга, предлагается установка разработанного устройства для оседания песка (как одного, так и нескольких), между выкидной линией и пунктом сбора и подготовки продукции. При этом конструкционные параметры устройства для улавливания частиц определенного диаметра, установленного в соответствии с проведенным анализом гранулометрического состава пород, определяют с учетом суточного объема (расхода) жидкости, проходящего через устройство путем сравнения таких параметров, как время оседания твердых частиц и время прохождения жидкости с твердыми частицами через устройство [6].

Предложенный способ улавливания песка и механических примесей в потоке пластовых флюидов позволил разработать устройство для оседания песка, конструкционные параметры которого обеспечивают наиболее полное улавливание песка и механических примесей. Конструкционные параметры разработанного устройства были адаптированы к условиям, характерным объектам НГДУ им. 28 Мая, где расход жидкости составляет более  $1000 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Проведенные исследования показали, что в таком случае представляется целесообразным проводить сепарацию песка и механических примесей в два этапа. То есть на первом этапе более крупные частицы оседают в корпусе устройства, а на втором этапе более мелкие частицы улавливаются с помощью дополнительно установленной системы фильтров.

Таким образом, разработано устройство для

Таблица 3

## Показатели процесса оседания твердой частицы в устройстве для оседания песка

№ п/п	Диаметр устройства, $D$ , м	Высота оседания частицы, $h$ , м	Диаметр частицы, $d$ , $10^{-3}$ м	Скорость оседания частицы, $U$ , $10^{-3}$ м/с	Вязкость жидкости, $\mu$ , Па·с	Длина устройства, $L$ , м	Расход жидкости, $Q$ , $10^{-3}$ м <sup>3</sup> /с	Объем устройства, $V$ , м <sup>3</sup>	Время оседания частицы в устройстве, $t$ , с	Время прохождения жидкости в устройстве, $T$ , с	Седиментационная устойчивость, $S$ , с/м
1	0.2	-	0.2	0.037	0.001	1.02	0.17	0.032	5.4	188.4	27.03
2	0.2	-	0.3	0.082	0.001	1.02	0.17	0.032	2.4	188.4	12.15
3	0.2	-	0.05	0.00231	0.001	1.02	0.17	0.032	86.6	188.4	432.9
4	0.3	0.15	0.02	0.00037	0.001	1.02	0.17	0.072	405.4	423.5	2702.7
5	0.2	-	0.15	0.0208	0.001	1.02	0.17	0.032	9.6	188.4	48.08
6	0.2	-	0.2	0.0126	0.0032	1.0	0.17	0.031	15.87	184.7	79.4
7	0.2	-	0.3	0.0283	0.0032	1.0	0.17	0.031	7.07	184.7	35.3
8	0.2	-	0.05	0.000787	0.0032	1.0	0.17	0.031	127.1	184.7	1270.5
9	0.3	-	0.2	0.0126	0.0032	1.0	0.17	0.0706	23.8	415.3	79.4
10	0.3	-	0.05	0.000787	0.0032	1.0	0.17	0.0706	381.2	415.3	1270.5
11	0.2	-	0.15	0.00708	0.0032	1.0	0.17	0.031	28.2	184.7	141.2
12	0.2	-	0.2	0.00314	0.030	1.0	0.17	0.031	149.2	184.7	746.3
13	0.2	-	0.3	0.00302	0.030	1.0	0.17	0.031	66.2	184.7	331.1
14	0.3	0.15	0.2	0.00134	0.030	1.0	0.17	0.072	111.9	184.7	746.3
15	0.3	-	0.3	0.00302	0.030	1.0	0.17	0.072	99.3	184.7	331.1
16	0.27	0.13	0.02	0.00037	0.001	2.0	0.17	0.1144	351.3	673.3	2702.7
17	0.27	-	0.05	0.00231	0.001	2.0	0.17	0.1144	116.9	673.3	432.9
18	0.3	-	0.02	0.00037	0.001	2.0	0.17	0.1413	810.8	831.2	2702.7
19	0.3	-	0.05	0.00231	0.001	2.0	0.17	0.1413	129.9	831.2	432.9
20	0.27	-	0.05	0.000787	0.0032	2.0	0.17	0.1444	343.1	673.2	1270.5
21	0.27	-	0.3	0.00302	0.030	2.0	0.17	0.1444	89.4	673.2	331.1
22	0.27	-	0.2	0.00134	0.030	2.0	0.17	0.1444	201.5	673.2	746.3
23	0.3	-	0.2	0.00134	0.030	2.0	0.17	0.1413	223.9	831.2	746.3

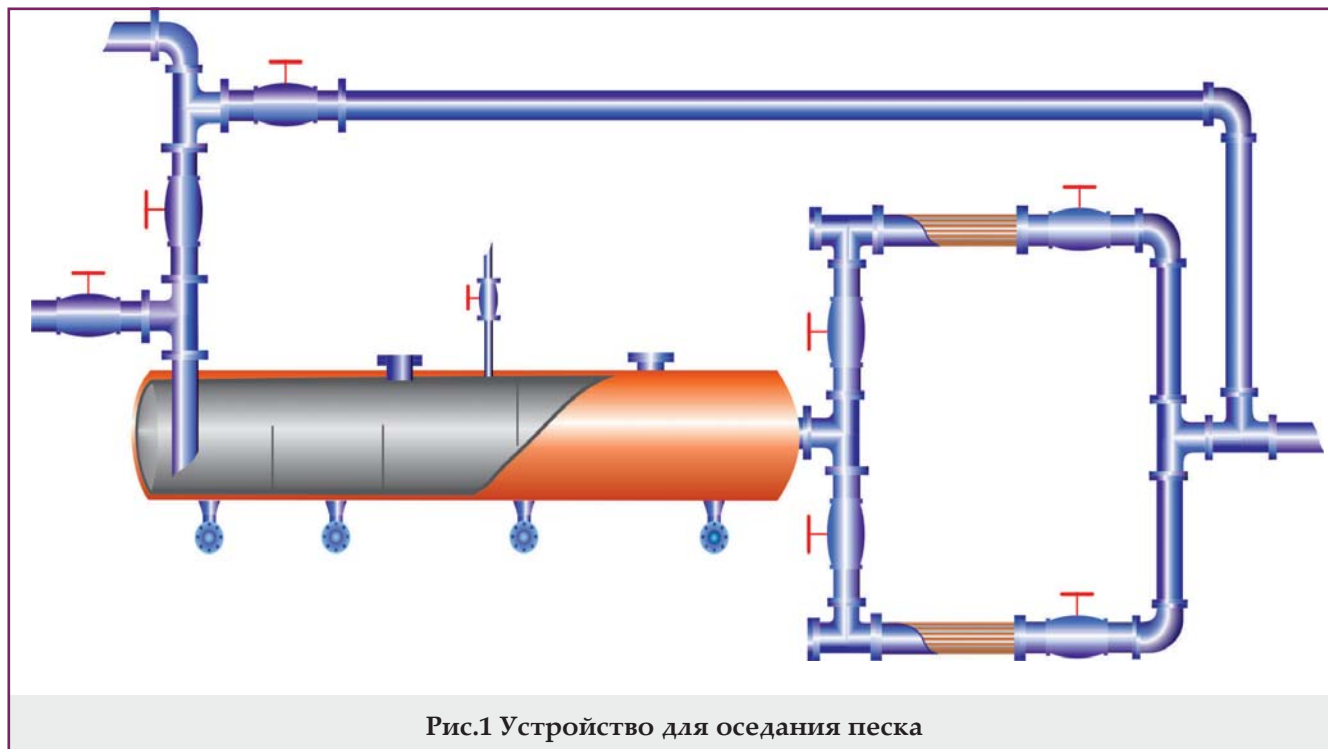


Рис.1 Устройство для оседания песка

оседания песка, состоящее из двух частей: 1-отстойника песка; 2-щелевого проволочного фильтра с регулируемыми щелями проволоки [7,8]. Размеры щелей подбираются в зависимости от гранулометрического состава частиц песка и механических примесей. Конструкция первой части устройства – отстойника песка разработана на основании различных механизмов осаждения твердых частиц, взвешенных в потоке жидкости (гравитационный, инерционный, зацепление-касание) [9]. Во второй части установки размеры шаблона фильтра и расстояние между проволоками разработаны на основании принципа фильтрации гетерогенной жидкости сквозь сужающие щели [10].

Устройства для оседания песка были изготовлены, в зависимости от производительности скважин, в двух вариантах, с пропускной способностью до 1000 м<sup>3</sup>/сут, и выше 1000 м<sup>3</sup>/сут добываемой жидкости.

Изображение разработанного и изготовленного устройства для оседания песка представлено на рисунке 1.

Анализ информации, отражающей состояние внутрипромысловой транспортной системы месторождения «Гюнешли» НГДУ им.28 Мая, показал, что осаждение песка является причиной частых преждевременных выхо-

дов из строя, как промышленного оборудования глубоководных морских оснований, так и трубопроводов, транспортирующих добываемую продукцию. Насосы, нагнетающие добываемую продукцию, также относятся к той категории оборудования, которое наиболее часто выходит из строя вследствие негативного воздействия песка. При этом увеличиваются расходы, связанные с транспортировкой добываемой продукции. В целях устранения проблемных ситуаций, вызванных осаждением песка в промышленных трубопроводах, было принято целесообразным применение и проведение промышленных испытаний разработанного устройства для оседания песка на ГМСП №4 месторождения «Гюнешли».

20/06/2016 года были начаты испытания разработанного и изготовленного устройства для оседания песка на ГМСП №4 месторождения «Гюнешли» НГДУ им. 28 Мая. В целях защиты насосов для закачки жидкости от негативного воздействия песка, устройство для оседания песка было установлено на наземном промышленном трубопроводе платформы на приеме насосов. С суточный расход закачиваемой жидкости указанных насосов составляет порядка 4 тысяч м<sup>3</sup>/сут.

### Выводы и рекомендации

1. Предложен способ улавливания песка и механических примесей в потоке жидкости, включающий устройство для оседания песка, которое устанавливается до пункта сбора и подготовки продукции, непосредственно на внутрипромысловом трубопроводе, как на линии одной скважины, так и на узлах соединения нескольких скважин. При этом разработанное устройство для оседания песка располагается на расстоянии, которое определяют с помощью предложенной зависимости. Конструкционные параметры устройства для оседания песка, обеспечивающие наиболее полное улавливание песка и механических примесей, определяют с учетом суточного объема жидкости, проходящего через устройство путем сравнения таких параметров, как время оседания твердых частиц и время прохождения жидкости с твердыми частицами через устройство.

2. Конструкция устройства для оседания песка приводит к оседанию, как относительно более крупных частиц, так и более мелких частиц механических примесей, содержащихся в жидкости поступающей в устройство. В корпусе устройства оседают более крупные частицы, в то время как проволочный щелевой фильтр, размещенный в устройстве, создает условия для оседания более мелких частиц.

3. Опытно-промышленные испытания разработанного устройства для оседания песка подтвердили его высокую эффективность. После установки устройства для оседания песка на ГМСП №4 месторождения «Гюнешли» НГДУ им. 28 Мая на приеме насосов для закачки жидкости ремонт указанных насосов не проводился, так как в этом не было необходимости. За период с 13/11/2016 до 21/11/2016 в устройстве для оседания песка было уловлено 450 кг песка и механических примесей.

4. Установка устройства для оседания песка на внутрипромысловом трубопроводе обеспечивает защиту промыслового оборудования и увеличивает срок их службы, вместе с тем способствует предотвращению экологических проблем, возникающих в результате прорывов внутрипромысловых коммуникаций и потерь нефти, возникающих при ее разливе в окружающую среду.

#### Литература

1. Н.В.Чухарева, А.В.Рудаченко, А.В.Бархатов, Д.В.Федин. Транспорт скважинной продукции. Томск: ТПУ, 2011.
2. Ш.П.Казымов, Э.С.Абдуллаева, Н.М.Раджабов. Обзор конструкций набухающих пакеров и возможности их применения на месторождениях Азербайджана // SOCAR Proceedings. -2015. -№ 3. -С. 43-51.
2. Н.А.Сваровская. Подготовка транспорт и хранение скважинной продукции. Томск: ТПУ, 2004.
4. В.В.Шайдаков, С.Ф.Урманчиев, О.Ю.Поletaева и др. «Коагуляция механических примесей в потоке жидкости» //Нефтепромысловое дело. -2009. -№9. -С. 53-55.
5. В.В.Шайдаков, М.В.Мусаев, К.В.Чернова и др. Устройство для коагуляции ферромагнитных частиц жидкости и газа. Патент Российской Федерации № 69859, 2008.
6. Ф.Г.Гасанов, Ш.П.Кязимов, Н.М.Раджабов, Э.С.Абдуллаева. Способ улавливания механических примесей в потоке пластовых флюидов. Заявка № 201700307/26 от 13/04/2017 на получение Евразийского патента на изобретение. Уведомление о положительном результате от 28/08/2017.
7. F.Hasanov, N.Racabov, E.Abdullayeva. Mədəndaxili avadanlıqların qumun təsirindən mühafizə üçün qum çökdürücü qurğu //İsrafil Quliyevin anadan olmasının 100 illik yubileyinə həsr olunmuş «Dəniz neft və qaz yataqlarının işlənilməsinin aktual problemləri» mövzusunda konfransin materialları. Bakı: ADNSU, 2017. - S. 121-128.
8. Э.С.Абдуллаева. Смягчение последствий экологических осложнений при эксплуатации внутрипромысловый транспортной системы //Нефтепромысловое дело. -2017. -№ 9. -С. 50-54.

#### References

1. N.V.Chuhareva, A.V.Rudachenko, A.V.Barhatov, D.V.Fedin. Transport skvazhinnoy produktsii. Tomsk: TPU, 2011.
2. Sh.P.Kazimov, E.S.Abdullayeva, N.M.Racabov. Structure of swelling packers and their applicability in the fields of Azerbaijan //SOCAR Proceedings. -2015. -No. 3. -P. 43-51.
3. N.A.Svarovskaya. Podgotovka transport i hranenie skvazhinnoy produktsii. Tomsk: TPU, 2004.
4. V.V. Shaidakov, S.F. Urmancheev, O.Yu. Poletaeva, et al. Mechanical impurities coagulation in liquid flow // Oilfield Engineering. - 2009. – No. 9. - P. 53-55.
5. V.V.Shaidakov, M.V.Musaev, K.V.Chernova i dr. Ustroystvo dlya koagulyatsii ferromagnitnyih chastits zhidkosti i gaza. Patent Rossiyskoy Federatsii No. 69859, 2008.
6. F.G.Gasanov, Sh.P.Kazimov, N.M.Radzhabov, E.S.Abdullaeva. Sposob ulavlivaniya mehanicheskikh primesey v potoke plastovyyih flyuidov. Zayavka No. 201700307/26 ot 13/04/2017 na poluchenie Evraziyskogo patenta na izobretenie. Uvedomlenie o polozhitelnom rezultate ot 28/08/2017.
7. F.Hasanov, N.Racabov, E.Abdullayeva. Medendaxili avadanlıqların qumun tesirinden mühafizə uchun qum çokdurucu qurqu //Israfil Quliyevin anadan olmasının 100 illik yubileyinə həsr olunmuş «Deniz neft və qaz yataqlarının işlənilməsinin aktual problemləri» mövzusunda konfransin materialları. Bakı: ADNSU, 2017. - S. 121-128.
8. E.S.Abdullayeva. Mitigation of environmental damage aftereffects when operating an intra-field transportation system //Oilfield Engineering. -2017. -№ 9. -C.50-54.



9. А.Г.Лаптев, М.И.Фарахов. Разделение гетерогенных систем в насадочных аппаратах. Казань: КГЭУ, 2006.

10. П.И.Пилов. Гравитационная сепарация полезных ископаемых. Днепропетровск: НГУ, 2010.

9. A.G.Laptev, M.I.Farakhov. Separation of heterogeneous mixtures in packed apparatuses. Kazan: Kazan State Power Engineering University, 2006.

10. P.I.Pilov. Gravitatsionnaya separatsiya poleznyih iskopaemyih. Dnepropetrovsk: NGU, 2010.

## Новый подход к утилизации механических примесей в системе подготовки скважинной продукции

Ф.Г.Гасанов, Ш.П.Кязимов, Э.С.Абдуллаева  
НИПИ «Нефтегаз», SOCAR, Баку, Азербайджан

### Реферат

В статье предложен способ улавливания песка и механических примесей в потоке жидкости, включающий устройство для оседания песка, которое устанавливается до пункта сбора и подготовки продукции, непосредственно на внутрипромысловом трубопроводе, как на линии одной скважины, так и на узлах соединения нескольких скважин. При этом разработанное устройство для оседания песка располагается на расстоянии, которое определяют с помощью предложенной зависимости. Конструкционные параметры устройства для оседания песка, обеспечивающие наиболее полное улавливание и механических примесей, определяют с учетом суточного объема жидкости, проходящего через устройство путем сравнения таких параметров, как время оседания твердых частиц и время прохождения жидкости с твердыми частицами через устройство. 20/06/2016 года были начаты испытания разработанного устройства для оседания песка на ГМСП №4 месторождения «Гюнешли» НГДУ им.28 Мая. В целях защиты насосов для закачки жидкости от воздействия песка, устройство для оседания песка было установлено на наземном промысловом трубопроводе 4-ой платформы на приеме насосов.

**Ключевые слова:** механические примеси; внутрипромысловый трубопровод; промысловое оборудование; система сбора и подготовки продукции; пластовые флюиды; устройство для оседания песка; скорость оседания частиц; расход жидкости.

## Quyu məhsulun hazırlanması sistemində mexaniki qarışıqlarını ütilizə etmək üçün yeni yanaşma

F.Q.Həsənov, Ş.P.Kazimov, E.S.Abdullayeva  
«Neftqazəlmütədqiqatlayihə» İnstitutu, SOCAR, Bakı, Azərbaycan

### Xülasə

Məqalədə mayenin axınında olan qumun və mexaniki qarışıqların tutulması üsulu təklif edilir. Təklif edilən üsulda qum çökdürücü qurğu məhsulun yığılma və hazırlanma məntəqəsindən əvvəl, bilavasitə mədəndaxili boru kəmərinə, həm bir quyunun xəttində, həm də bir neçə quyunun birləşmə qovşaqlarında yerləşdirilir. Bununla belə qum çökdürücü qurğunun konstruktiv parametrləri mexaniki qarışıqların tam tutulmasını təmin edir, və təklif edilən asılılığa müvafiq olaraq məsafədə yerləşdirilir. Həmçinin hissəciklərinin tutulması üçün qurğunun konstruktiv parametrlərini qurğudan keçən mayenin gündəlik sərfini nəzərə almaqla bərk hissəciklərinin vaxtı və qurğudan keçən bərk hissəciklərlə olan mayenin keçmə vaxtı kimi parametrlərini müqayisə yolu ilə müəyyən edirlər. Hazırlanmış qum çökdürücü qurğunun sınaqları «28 May» NQÇİ-nin «Günəşli» yatağındakı 4 sayılı özüldə 20/06/2016-cı il tarixində keçirilmişdir. Mayeni vurmaq üçün istifadə olunan vurucu nasoslarda qumun mənfi təsirinə müdafiə etmək məqsədi ilə qum çökdürücü qurğu 4-cü özüldə yerüstü nəql xətlərində vurucu nasoslardan öndə quraşdırılmışdır.

**Açar sözlər:** mexaniki qarışıqlar; mədəndaxili boru kəməri; mədən təchizatı; məhsulun yığılma və hazırlanma sistemi; qum çökdürücü qurğu; hissəciklərin çökmə sürəti; mayenin sərfi.