



УДК 628.334.5.336.43

Адельшин А.А. – кандидат технических наук, доцент

Адельшин А.Б. – доктор технических наук, профессор

E-mail: a566pm@rambler.ru

Урмитова Н.С. – кандидат технических наук, доцент

Береговая В.А. – студент

Минюшов Л.Р. – студент

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

### **Полноблочная установка гидродинамической очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков<sup>1</sup>**

#### **Аннотация**

На основе исследований разработаны и запроектированы установки для очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ) по следующим технологическим схемам: гидроциклон – цилиндрические камеры – жидкая контактная масса (ЖКМ) – отстойник – гидродинамический коалесцирующий фильтр – отстойник.

За счет центробежных сил в гидроциклоне и турбулентного движения воды в цилиндрических камерах разрушаются бронирующие оболочки капель нефти, они укрупняются, увеличивается монодисперсность.

В статье представлены новое технологическое и техническое решение блочных гидроциклонных установок (БГКО) для очистки НСВ на основе применения закрученных потоков; даны основные параметры и требования к качеству НСВ, рекомендуемые для расчета, разработка новых и совершенствование существующих установок очистки НСВ для заводнения нефтяных пластов.

**Ключевые слова:** нефтепромысловая сточная вода, гидроциклон, цилиндрические камеры, поток закрученный, отстойник, жидкая контактная масса, коалесценция, очистка воды, гидродинамическая обработка, фильтр.

По стране объем НСВ 1,2 млрд. м<sup>3</sup> в год из которых более 90 % используется в для заводнения нефтяных пластов. Заводнение нефтяных пластов позволяет увеличить нефтеотдачу пластов в 1,5-2 раза, при этом сокращается потребление пресных вод, решаются проблемы ликвидации НСВ и охрана окружающей среды от загрязнений на промыслах [1-4].

К минерализованным системам относятся нефтесодержащие сточные воды (НСВ), которые имеют суспензионно-эмульсионный характер. Состояние бронирующих оболочек на каплях нефти, определяют методы разрушения их, очистки НСВ. Удаление из НСВ нефти и механических примесей производится с целью заводнения их в нефтяные пласты для увеличения нефтеотдачи пласта.

При извлечении нефти из пласта изменяются свойства и параметры флюидов, качество пластовых вод, состояние нефтепромыслового оборудования. После установок подготовки нефти (УПН) нефтепромысловые сточные воды предварительно очищаются от нефти и механических примесей и закачивается в нефтяной, не нарушая его приемистости через нагнетательные скважины с целью увеличения отдачи пласта.

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (на 2009-2013 г. от 22.03.12 г. № 223, от 27.07.12 г. № 2/8/3).

Для успешной очистки НСВ, т.е. для быстрого снижения агрегативной и кинетической устойчивости капель нефти, содержащихся в НСВ разрабатываются установки и аппараты очистки НСВ, которые увеличивают эффект очистки, глубину очистки и скорость процесса очистки. За счет этого происходит быстрое укрупнение капель нефти, т.е. процесс коалесценции – полидисперсная система переходит в монодисперсную.

Эти процессы осуществляются наиболее полно и интенсивно при предварительной определенной степени турбулизации потока НСВ в полости различных гидродинамических каплеобразователей с последующим отстаиванием. Высокий и стабильный эффект очистки НСВ может быть достигнут за счет предварительной гидродинамической обработки ее в закрученном потоке.

Современные индустриальные методы обустройства нефтяных месторождений требует применения нового оборудования с высоким эффектом очистки и единичной мощностью, герметичностью и удобным при заводском изготовлении и монтаже.

Для решения данных требований необходимо: создать новые методы, установки, аппараты, разработать более эффективные конструкции сборных, распределительных устройств, которые улучшают гидродинамику потоков сооружения; улучшение и создание новых технологических процессов; разработка методов расчета, проектирования, улучшения конструкции аппаратов и правильная эксплуатация данных установок и аппаратов.

С целью эффективного разрушения, укрупнения, уменьшения полидисперсности и увеличения монодисперсности капель нефти созданы установки очистки НСВ за счет гидродинамической обработки сточных вод в разных областях закрученного потока [2-13].

Технология реализована в аппаратах, установках очистки НСВ по данным схемам: гидроциклон – цилиндрические камеры сливов гидроциклона – жидкая контактная масса (ЖКМ) – отстойник; гидроциклон – цилиндрические камеры – ЖКМ – отстойник. В гидроциклонах и цилиндрических камерах происходит разрушение бронирующих оболочек, раздробление и коалесценция капель нефти, т.е. увеличение монодисперсности. За счет гидродинамической обработки НСВ в закрученном потоке достигается высокий и стабильный эффект очистки НСВ во всех областях закрученного потока, т.е. расширяется течение закрутки, правильное затухание закрученного потока и т.д. Энергия потока используется с целью наиболее эффективной реализации механизма разрушения нефтяных эмульсий.

На основе проведенных исследований разработаны различные конструкции аппаратов типа БГКО, защищенные патентами РФ [5-13].

На рис. 1 представлена технологическая схема полноблочной установки (станции) гидродинамической очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков. Производительность данной установки  $1200 \text{ м}^3 / \text{сут}$  (БГКО-1200). Установка предназначена для очистки НСВ при заводнении нефтяных пластов, в состав которой входят «гидроциклон – цилиндрические камеры – коалесцирующая гидрофобная насадка – отстойник I», емкость очищенной воды II, емкости уловленной нефти III, кустовая насосная станция (КНС) для перекачки очищенной воды в пласт IV, насосы для перекачки уловленной нефти V на установку подготовки нефти (УПН), насосы для подачи промывной воды VI из емкости II в напорную систему разрыхления и смыва осадка 25 отстойника, запорно-регулирующей арматуры 27 и обвязки технологических трубопроводов.

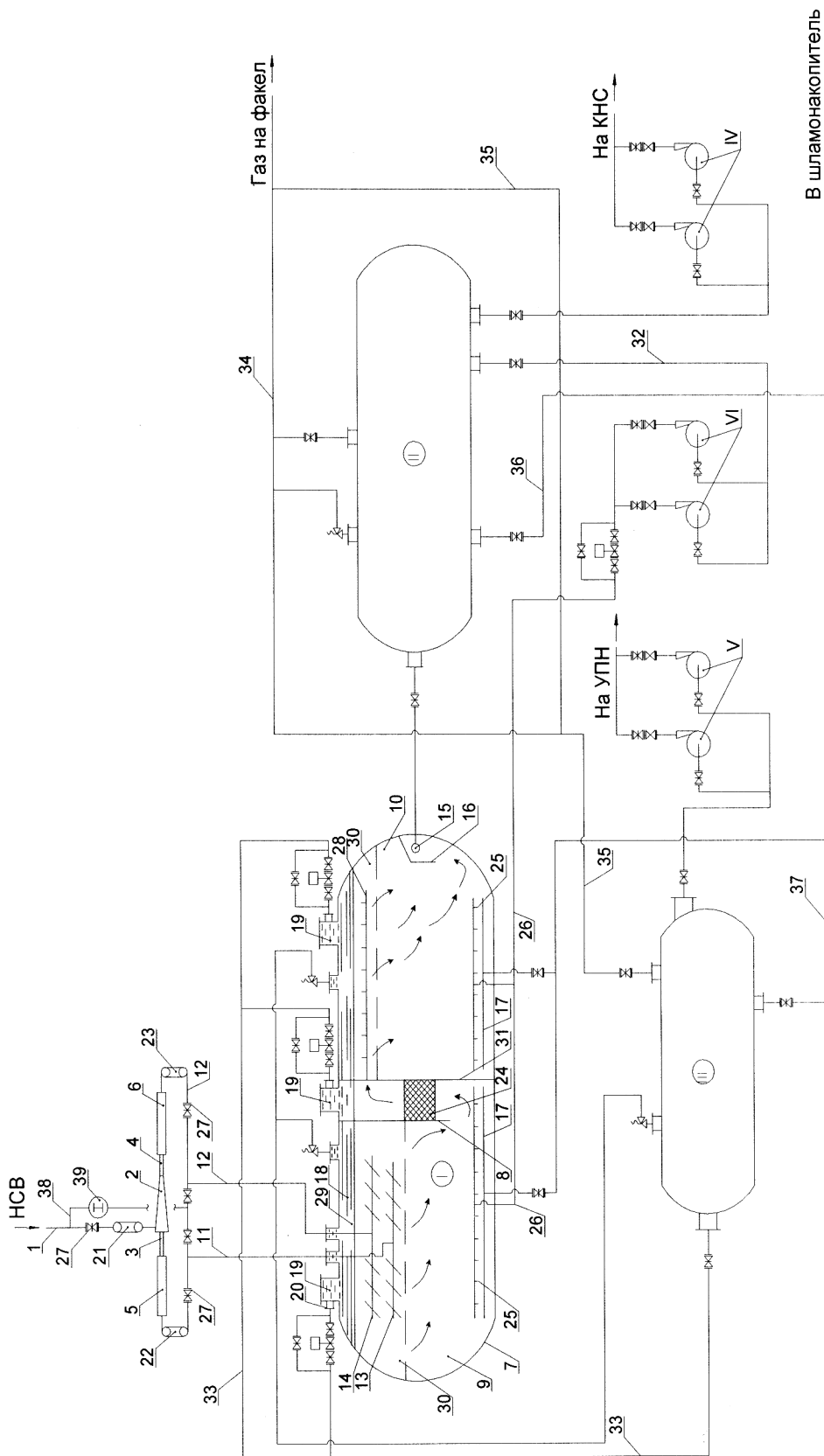


Рис. 1. Технологическая схема станции очистки нефтепромысловых сточных вод БТКО-1200

Работа установки состоит из следующих этапов (рис. 1): нефтесодержащая сточная вода по трубопроводу 1 подается в гидроциклон 2 через распределительное кольцо 21. НСВ из верхних сливов 3 гидроциклонов 2 подается в цилиндрические камеры 5, а из нижних сливов 4 – в цилиндрические камеры 6. Из цилиндрических камер 5 поток подается в напорное трубчатое сборное кольцо слива 22, а после, по трубопроводу 11, – в распределитель 13, а из него, в виде равномерно распределенного потока, в слой жидкой контактной массы 30, где происходит интенсивная коалесценция капель нефти, переход укрупнившихся капель нефти в слой уловленной нефти 18, контактная очистка НСВ от нефти. Поток эмульсии из камер 6 поступает в напорное трубчатое сборное кольцо нижнего слива 23 и далее по трубопроводу 12 – в распределитель нижнего слива 14, а из него, в виде равномерно распределенного потока – непосредственно к нижней поверхности слоя нефти 18 в зону турбулентного перемешивания 30. Потоки, выходящие из распределителей 13 и 14, интенсивно перемешиваются в слоях жидкой контактной массы 30 и нефти 18, что повышает эффективность коалесценции капель нефти и контактной очистки НСВ.

Осадок со дна отстойника 7 удаляется через систему разрыхления и удаления осадка 25 по трубопроводу 26, где под напором подается вода, которая, вытекая из сопел, смывает осадок к трубчатой дырчатой системе сбора и отвода осадка 17, и по трубопроводу 37 отводится в шламонакопитель.

Более мелкие частицы нефти, которые с потоком воды вынесены из рабочей секции 9 в слое коалесцирующей насадки 24 укрупняются и перемешиваются интенсивно в слоях эмульсии высококонцентрированной 30 и нефти 18. Далее, частично очищенные НСВ через телескопический трубчатый коллектор – распределитель 28, в котором имеются сопла, установленные перпендикулярно и направленные вверх телескопическому коллектору подаются в следующую секцию 10 прямо в слой жидкой контактной массы 30 и нефти 18. Уловленная нефть из секции 9 и 10 отводится через нефтесборники 19 и патрубок 20. Очищенная вода отводится из секции 10, обойдя отбойник 16 через систему сбора и отвода очищенной воды 15.

С целью профилактики, ремонта, ликвидации аварий, реконструкции, изменения технологии очистки закрывают задвижку 27, открывая остальные задвижки. Под напором исходная НСВ по трубопроводу 1 поступает в сужающийся закручивающийся канал камеры 39, образуются затопленные струи, касательные к внутренней поверхности обводного трубопровода, в канале в целом образуется стабильный закрученный высокотурбулентный поток с постоянно увеличивающейся скоростью вращения и закрутки, а на выходе из камеры 39 на некотором расстоянии образуется область затухания закрученного потока и область, переходная на осевое потенциальное течение. Все это способствует увеличению дальности закрученного потока и времени гидродинамической обработки НСВ в объеме закрученного потока и разрушению бронирующих оболочек и коалесценции нефтяных частиц, повышению эффекта очистки.

Часть НСВ по трубопроводам 38 и 11 подается в распределитель 13 и далее в слой жидкой контактной массы 30, где осуществляется контактная очистка НСВ от нефти

Вторая часть исходной НСВ по трубопроводу 12 поступает в распределитель 14, а из него, в виде равномерно распределенного потока непосредственно нижней поверхности слоя нефти 18, т.е. в зону турбулентного перемешивания 30. Потоки, выходящие из распределителя 13 и 14, интенсивно перемешиваются в слоях жидкой контактной массы 30 и нефти 18, что повышает эффективность контактной очистки НСВ.

В дальнейшем, очистка НСВ, удаление очищенной воды, уловленной нефти и осадка происходят аналогично выше описанному процессу. Таким образом, в указанных выше режимах, работа устройства не прекращается.

Очищенная вода из емкости I по трубопроводу 15 направляется в емкость II. Далее вода из этой емкости перекачивается насосом IV в пласт. По трубопроводу 54 очищенная вода из емкости II подается для разрыхления и удаления осадка 26 отстойника I с помощью насоса VI.

Накопившийся осадок удаляется из отстойника по системе удаления осадка 17 в шламонакопитель.

Уловленная нефть через нефтесборники 19 и патрубки 20 отводится по трубопроводам 55 в емкость III уловленной нефти, далее насосом V перекачивается на УПН.

Газ, который накопился в процессе работы установки в емкостях II и III отводится на факел по трубопроводам 56 и 57. Емкости I, II, и III опорожняются через трубопроводы 17, 58, 59 соответственно. В верхней части емкости оборудованы регуляторами давления.

Характерными особенностями БГКО являются: возможность достаточно быстрого и оперативного удаления осадка гидромеханическим методом, проведения ремонтно-профилактических и аварийных работ устройств, не прекращая их работу; высокая производительность и объем аппаратов, а также сокращение длин трубопроводов, количества обвязочной арматуры; заводского изготовления, быстрый монтаж и демонтаж; возможность создания эффективной технологии очистки НСВ при наименьших материальных, трудовых, временных и энергетических затратах.

На рис. 2а и 2б представлены конструктивное решение одного из базовых устройств блока очистки НСВ (аппарата, установки) типа БГКО 1200, приведенного в составе технологической схемы полноблочной установки очистки НСВ (рис. 1).

БГКО-1200 разработана при следующих исходных данных и требованиях:

а) характеристики исходной НСВ (среда – пластовая сточная вода, нефть, газ):

расход НСВ – 1200 м<sup>3</sup>/сут; содержание нефти до 3000 мг/л; содержание мехпримесей до 200 мг/л; температура +10°...+60 °С; давление на входе в гидроциклоны 0,4 МПа; пробное давление установки (аппарата) 0,6 МПа;

б) требования к очищенной НСВ: содержание нефти 60 мг/л; содержание мехпримесей 50 мг/л; давление на выходе из отстойника 0,2 МПа.

Производительность установки (аппарата)  $Q = 1200 \text{ м}^3/\text{сут}$ . Технологический процесс очистки НСВ осуществляется в непрерывном режиме; может быть рекомендовано кратковременное отстаивание в пределах 20-60 минут в зависимости от типа НСВ.

Отстойник объемом  $V = 100 \text{ м}^3$ , диаметр  $D = 3000 \text{ мм}$ , длина 14620 мм, толщина стенки  $S = 10 \text{ мм}$  по ОСТ 26-02-1496-76.

Количество гидроциклонов диаметр 75 мм  $n = 7$  шт., цилиндрические камеры 14 шт., диаметр  $d = 108 \text{ мм}$ , длина каждой камеры 2000 мм и могут быть изготовлены из стальных труб по ГОСТ 8732-78.

С целью улучшения эффекта очистки НСВ осуществлено разделение отстойника I сплошной перегородкой из листовой стали толщиной 12 мм 27 на две секции I и II с трубчатыми дырчатыми коллекторами 29 в отсеке II.

Левая верхняя перегородка из листовой стали толщиной 12 мм располагается на 0,5-1 м ниже границы турбулентного перемешивания.

Для равномерного распределения исходной НСВ по гидроциклонам и равномерного сбора воды из камер нижнего и верхнего сливов гидроциклонов предусмотрены напорные трубчатые кольца 3 на входе гидроциклонов 9 кольца 12 и на выходе из цилиндрических камер сливов из стальных труб по ГОСТ 10704-91 диаметром 108х4.

Отстойник БГКО-1200 снабжен горизонтально расположенными перфорированными трубчатыми распределителями нижнего 25 и верхнего 26 сливов с отверстиями с верхней стороны, расположенными в шахматном порядке под углом 45 °С к вертикальной распределителя.

Предусмотрена возможность включения в конструкцию отстойника коалесцирующую гидродинамическую саморегулирующую крупнозернистую гидрофобную насадку 28: полиэтилен фракции 3-5 мм, высотой 0,8 м и режимом фильтрационного потока характеризующимся числом Рейнольдса  $\approx 300$ .

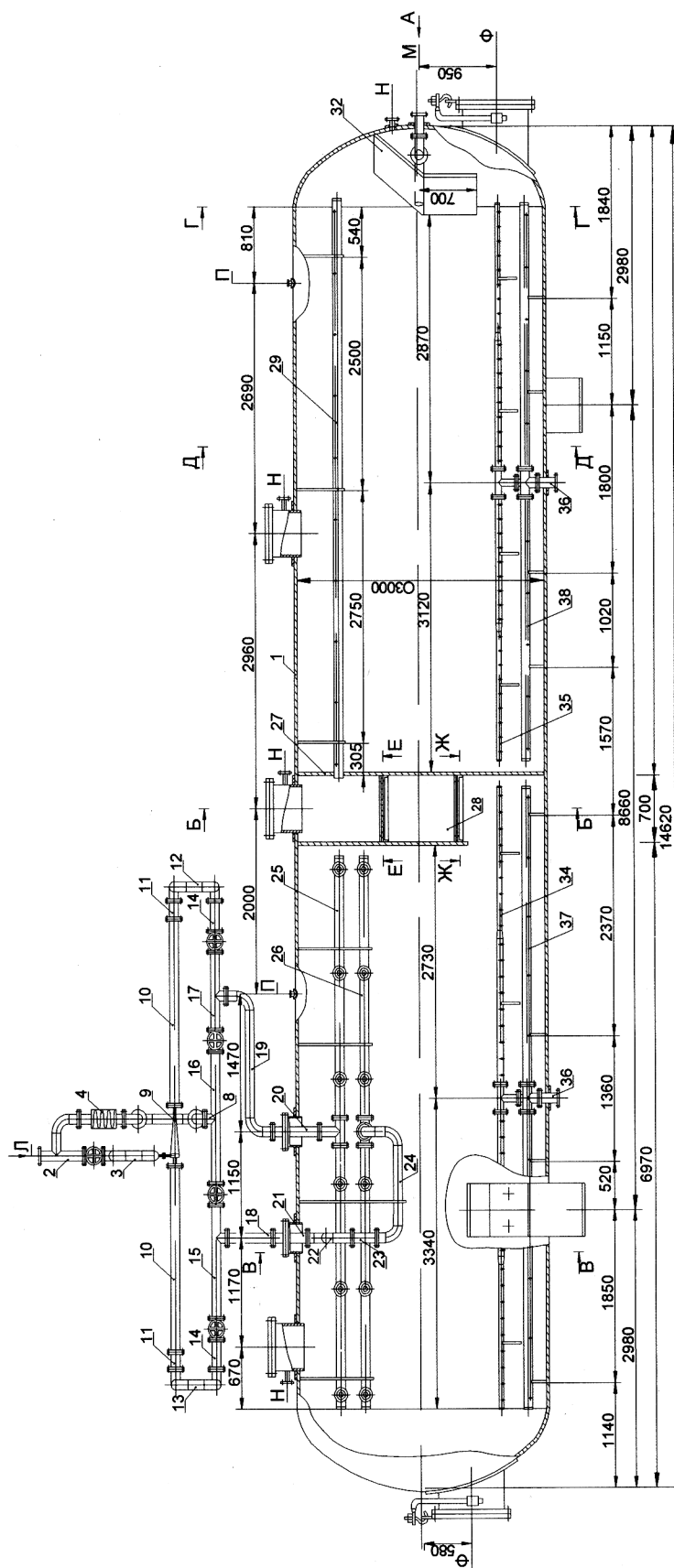


Рис. 2а. Конструктивное решение БГКО-1200 (разрез)

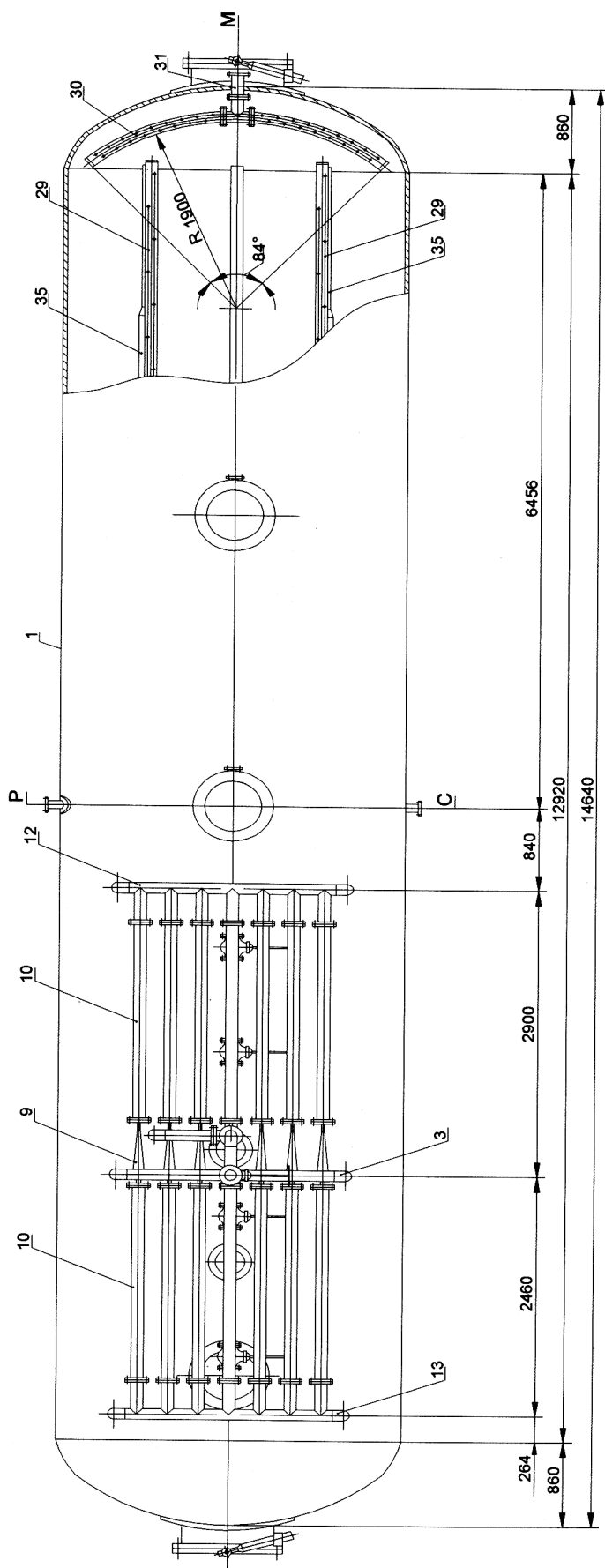


Рис. 26. Конструктивное решение БГКО-1200 (план): 1 – отстойник; 2 – трубопровод подачи исходной воды; 3 – распределитель подачи исходной воды в гидроциклоны; 4 – закручивающий канал воды; 8 – трубопровод; 9 – гидроциклон; 10 – цилиндрическая камера; 11 – трубопровод; 12 – распределитель нижнего слива гидроциклона; 13 – распределитель верхнего слива гидроциклона; 14 – трубопровод; 15 – трубопровод; 16 – трубопровод; 17 – трубопровод; 18 – трубопровод; 19 – трубопровод; 20 – трубопровод подачи воды в распределитель нижнего слива гидроциклонов; 21 – трубопровод подачи воды в распределитель верхнего слива гидроциклонов; 22 – трубопровод; 23 – катушка; 24 – трубопровод; 25 – распределитель нижнего слива гидроциклонов; 26 – распределитель верхнего слива гидроциклонов; 27 – плоская перегородка; 28 – коалесцирующая насадка; 29 – система подачи воды из I во II отсек отстойника; 30 – сборная система очистки осадка; 31 – трубопровод отвода очищенной воды; 32 – дугообразный отбойник; 34 – система разрыхления осадка I отсека отстойника; 35 – система разрыхления осадка II отсека отстойника; 36 – трубопровод отвода дренажа; 37 – система удаления нефтешлама I отсека отстойника; 38 – система удаления нефтешлама II отсека отстойника

Ниже в таблице представлены данные штуцеров и люков.

Таблица

Обозначение	Наименование	Кол-во	Проход условный $D_y$ , мм	Давление условное, $P_y$	
				кгс/см <sup>2</sup>	МПа
Л	Штуцер подачи исходной воды	1	100	4	0,4
Н	Штуцер нефтесборника	1	100	4	0,4
М	Штуцер отвода очищенной воды	4	50	4	0,4
П	Штуцер отвода газа	2	50	4	0,4
Р	Штуцер загрузки коалесцирующего материала	1	80	4	0,4
С	Штуцер выгрузки коалесцирующего материала	1	80	4	0,4
Т	Штуцер дренажа	2	100	4	0,4
У	Штуцер разрыхления осадка	4	80	4	0,4
Ф	Люк-лаз	2	800	4	0,4

Фильтрующая загрузка насадка снизу и сверху фиксируется сетками из нержавеющей стали по ГОСТ 8613-73, ГОСТ 3307-70 и размером ячейки меньшим наименьшего размера фракции загрузки. Сетка крепится на металлической раме из уголка или швеллера болтами и накладками.

В БГКО-1200 предусмотрена комбинированная система удаления нефтешлама: в нижней части по середине отстойника расположена равноплечая сборная дырчатая система удаления нефтешлама 37, 38, выше ее с двух сторон расположена равноплечая система смыва осадка 34, 35, представляющих собой напорный трубопровод с соплами, направленными в сторону сборной системы.

Трубопроводы для системы удаления приняты по ГОСТ 10704-91 диаметром 108x4 отверстиями 20 мм, а системы смыва по ГОСТ 10704-91 диаметром 76x4 и 57x3,5.

Очищенная вода собирается трубчатой, дырчатой системой с радиусом кривизны равным радиусу торцевой стенки отстойника; труба по ГОСТ 10704-91 диаметр 108x4. Очищенная вода отводится по трубопроводу диаметром 108x4 в емкость объемом 100 м<sup>3</sup> по ОСТ 26-02-1496-76. Уловленная нефть удаляется по трубопроводу из стальных труб диаметром 57x4 по ГОСТ 10704-91 в нефтяную емкость объемом 50 м<sup>3</sup> по ОСТ 26-02-1496-76.

В конструкции опытно-промышленной установки БГКО-1200 предусмотрены возможности: изменения положения распределителей исходной НСВ 25, 26 по высоте установки; сборной системы удаления осадка; системы смыва (разрыхления) 34, 35 осадка; угла установки (поворота) сопел сборной системы, а также отключения батареи гидроциклоном с камерами сливов.

Конструкция БГКО-1200 позволяет реализовать технологический процесс очистки НСВ по схеме «блок гидроциклон – камеры сливов – отстойник», исключив коалесцирующую насадку и комбинированную систему осадка, заменив последнее на ручное удаление осадка с остановкой установки (аппарата) из работы.

При разработке полноблочной установки (аппарата) БГКО-1200 производились гидравлические, технологические расчеты с использованием результатов исследований, патентов, а также методик расчетов, конструирования, изложенных в литературе [1-14].

### Список библиографических ссылок

1. Тронов. В.П., Тронов А.В. Очистка вод различных типов для использования в системе ППД. – Казань: ФЭН, 2001. – 560 с.
2. Адельшин А.Б. Интенсификация процессов гидродинамической очистки нефтесодержащих сточных вод. / Дисс. в виде научного доклада на соискание ученой степени док.тех.наук. – СПб., 1998. – 73 с.



3. Адельшин А.А. Моделирование процессов разработки установок очистки нефтесодержащих сточных вод на основе использования закрученных потоков. / Дисс. канд. техн. наук. – Пенза, 2009, – 181 с.
4. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С. Гидродинамическая очистка нефтепромысловых сточных вод на основе применения закрученных потоков. Менография. – Казань: КГАСУ, 2011. – 246 с.
5. Патент РФ № 2189360. Бюл. № 26 от 20.09.2002 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
6. Патент РФ № 2227791. Бюл. № 12 от 27.04.2004 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А., Каюмов А.Р.
7. Патент РФ № 2248327. Бюл. № 8 от 20.03.2005 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
8. Патент РФ № 2253623. Бюл. № 16 от 10.06.2005 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
9. Патент РФ № 2255903. Бюл. № 26 от 20.09.2002 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А., Каюмов А.Р., Урмитова Н.С.
10. Патент РФ № 2257352. Бюл. № 21 от 27.07.2005 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А.
11. Патент РФ № 2303002. Бюл. № 20 от 20.07.2007 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б.
12. Патент РФ № 2313493. Бюл. № 26 от 27.12.2007 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Файзуллин Р.Н., Сахапов Н.М.
13. Патент РФ № 2408540. Бюл. № 1 от 10.01.2011 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б.
14. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С. Основные положения конструирования, проектирования и расчета блочных установок очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков. Часть 2. Основные исходные данные, требования и рекомендуемые параметры для разработки блока очистки. – Казань: Известия КГАСУ, 2013, № 2 (24). – С. 199-207.

**Adelshin A.A.** – candidate of technical sciences, associate professor

**Adelshin A.B.** – doctor of technical sciences, professor

E-mail: a566pm@rambler.ru

**Urmitova N.S.** – candidate of technical sciences, associate professor

**Beregovaya V.A.** – student

**Minushov L.R.** – student

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

### **Full-block installation of hydrodynamic cleaning of oilfield wastewater by swirling flows**

#### **Resume**

Nowadays about 90 % of oil are extracted on the fields developed with the use of methods of water flooding of oil layers in order to keep up the bench pressure.

Purification of the oil-field sewage (OFS) for water flooding of the productive horizons consists in removing oil and mechanical impurity to the established norms.

The essence and success of process of cleaning of OFS consists in destruction of the adsorptive reserving cover on drops of the disperse phase (oil), previous merge, their integration. Thus the extent of destruction of the specified cover on oil drops is defining the depth and speed of process of cleaning of OFS, the mode of movement OFS providing the integration of these drops. These processes are carried out most fully and intensively at certain extent of turbulization of a stream of OFS in a cavity of various hydrodynamic drop formers with the subsequent decantation.

Release of a trial complex of a hydrodynamic drop formers of the «hydro cyclone – chamber drains» (HCD 75) type is mastered and carried out; introduction of trial «set hydrocyclone – chamber drains – setting tank» (SHCDST) installation for OFS cleaning for the purpose of water flooding of oil layers in the conditions of OJSC «Tatneft» is carried out.

Advantages of this device are high reliability, high effect of cleaning and high specific efficiency; the complex hydrodynamic processing of OFS combined with intensive contact cleaning; uniform collecting of cleaned water and deposit; hydrodynamic destruction of an intermediate layer and exception of formation of this layer, rather full and fast removal of a deposit; possibility of carrying out repair and preventive and emergency works without device termination of work; block of full factory production.

Improvement of quality of water pumped in layer brings: to involvement in development of layers of low permeability and to increase in oil production; to increase in the between-repairs periods of a well, therefore, additional oil production; to reduction of number of again being drilled wells, in connection with loss of acceleration performance drilled earlier; to decrease in environmental pollution.

The use of OFS in systems of flooding of oil layers is the only economically and ecologically favorable way of their elimination on crafts.

**Keywords:** oil-field sewage, hydro cyclone, chamber drains, swirling streams, setting tank, the inverting contact weight, coalescence, water purification processing, the filter.

#### Reference list

1. Tronov V.P., Tronov A.V. The different waters purification for using in PPD systems. – Kazan: FAN, 2001. – 560 p.
2. Adelshin A.B. The intensification of processes of oilfield wastewater hydrodynamic purification / Doctor of technical sciences dissertation. – SPb., 1998. – 73 p.
3. Adelshin A.A. Modeling of processes and working out of installations of oilfield wastewater purification on the basis of swirling streams usage: Cand. Tech. sci. dissertation. – Penza, 2009. – 181 p.
4. Adelshin A.A., Adelshin A.B. Urmitova N.S. Hydrodynamic purification of oilfield wastewater on the basis of swirling flows usage. Monography. – Kazan: KSUAE, 2011. – 245 p.
5. Patent RF № 2189360. Bul. № 26 from 20.09.2002. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
6. Patent RF № 2227791. Bul. № 12 from 27.04.2004. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A., Kayumov R.A.
7. Patent RF № 2248327. Bul. № 8 from 20.03.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
8. Patent RF № 2253623. Bul. № 16 from 10.06.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
9. Patent RF № 2255903. Bul. № 19 from 10.07.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A., Kayumov R.A., Urmitova N.S.
10. Patent RF № 2257352. Bul. № 21 from 27.07.2005. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
11. Patent RF № 2303002. Bul. № 20 from 20.07.2007. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Potekhin N.I., Adelshin A.A.
12. Patent RF № 2313493. Bul. № 36 from 27.2.2007. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Adelshin A.A., Fayzullin R.N., Sakhapov N.M.
13. Patent RF № 2408540. Bul. № 1 from 10.01.2011. The plant for cleaning of oil-field sewage. Adelshin A.B., Adelshin A.A.
14. Adelshin A.A., Adelshin A.B., Urmitova N.S. Basic provisions of designing, designing and calculation of block installations of purification of oil-field sewage with use of the twirled streams. Part 2. Basic data, requirements and recommended parameters for development of the block of cleaning. – Kazan: News of the KSUAE, 2013, № 2 (24). – P. 199-207.