

УДК 628.33

**Адельшин А.Б.** – доктор технических наук, профессор

**Адельшин А.А.** – кандидат технических наук, доцент

**Урмитова Н.С.** – кандидат технических наук, доцент

E-mail: [a566pm@rambler.ru](mailto:a566pm@rambler.ru)

**Казанский государственный архитектурно-строительный университет**

## **НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ УСТАНОВОК ОЧИСТКИ НЕФТЕПРОМЫСЛОВЫХ СТОЧНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКОВ**

### **АННОТАЦИЯ**

В статье представлены новые технологические и технические решения установок очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ) на основе применения закрученных потоков, которые могут быть использованы при модернизации, совершенствовании существующих и разработке новых установок очистки НСВ.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** нефтепромысловые сточные воды, установка, гидроциклоны, сливные камеры, закрученный поток, отстаивание, очистка воды.

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

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

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

E-mail: [a566pm@rambler.ru](mailto:a566pm@rambler.ru)

**Kazan State University of Architecture and Engineering**

## **NEW TECHNOLOGICAL AND TECHNICAL RESOLUTIONS OF OIL-FIELD SEWAGE (OFS) CLEANING PLANT ON THE BASIS OF SWIRLING FLOWS USAGE**

### **ABSTRACT**

In the article new technological and technical resolutions of oil-field sewage (OFS) cleaning plant on the basis of swirling flows usage are given, which may be used during modernization, perfect of current and development of new oil-field sewage (OFS) cleaning plant.

**KEYWORDS:** oil polluted waste water, plant, hydrocyclones, drain chambers, swirling flow, settling water purification.

Технология очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ) с использованием закрученных потоков предполагает последовательную, наиболее полную, эффективную реализацию всех стадий механизма разрушения, очистки нефтяных эмульсий по следующим схемам:

1) гидроциклоны – цилиндрические камеры верхнего и нижнего сливов – подвижная инверсирующая жидкая гидрофобная контактная масса (ЖКМ) – отстойник (рис. 1) [1, 2];

2) гидроциклоны – цилиндрические камеры нижних сливов – ЖКМ – отстойник (рис. 2) [3];

3) напорное трубчатое распределительное кольцо – гидроциклоны – цилиндрические камеры верхнего и нижнего сливов – напорные трубчатые сборные кольца верхнего и нижнего сливов – ЖКМ – отстойник – гидродинамический коалесцирующий фильтр – отстойник (рис. 3) [4];

4) напорное трубчатое распределительное кольцо – гидроциклоны – цилиндрические камеры верхнего и нижнего сливов – отстойник (первая зона отстаивания) – гидродинамический коалесцирующий фильтр – отстойник (вторая зона отстаивания) (рис. 4) [5];

5) напорное трубчатое распределительное кольцо – гидроциклоны – цилиндрические камеры верхнего и нижнего сливов – ЖКМ – отстойники – гидродинамический коалесцирующий фильтр – отстойники (рис. 5) [6];

6) гидроциклоны – совмещенная нефтесборная камера верхних сливов гидроциклонов – цилиндрические камеры нижних сливов гидроциклонов – ЖКМ – отстойник (первая зона отстаивания) – гидродинамический коалесцирующий фильтр – отстойник (вторая зона отстаивания) (рис. 6) [7];

7) напорное трубчатое распределительное кольцо – гидроциклоны – цилиндрические камеры верхнего и нижнего сливов – напорные трубчатые сборные кольца верхнего и нижнего сливов – ЖКМ – отстойник (первая зона отстаивания) – гидродинамический коалесцирующий фильтр – отстойник (вторая зона отстаивания) (рис. 7) [8];

8) напорное трубчатое распределительное кольцо – гидроциклоны – цилиндрические камеры верхнего и нижнего сливов – напорные трубчатые сборные кольца верхнего и нижнего сливов – ЖКМ – отстойник (первая зона отстаивания) – гидродинамический коалесцирующий фильтр – трубчатый дырчатый телескопический распределительный коллектор – отстойник (вторая зона отстаивания) (рис. 8) [9].

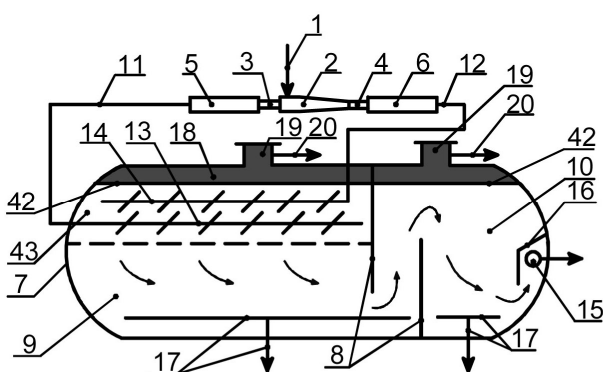


Рис. 1

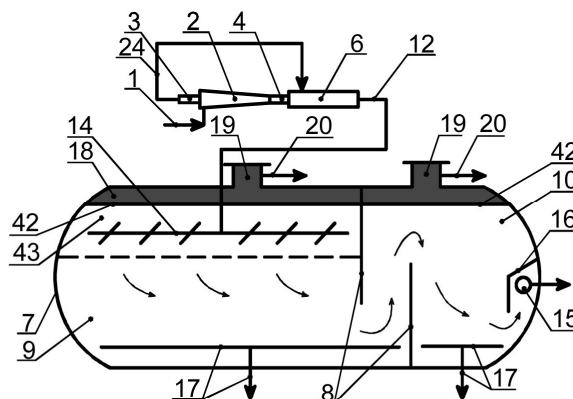


Рис. 2

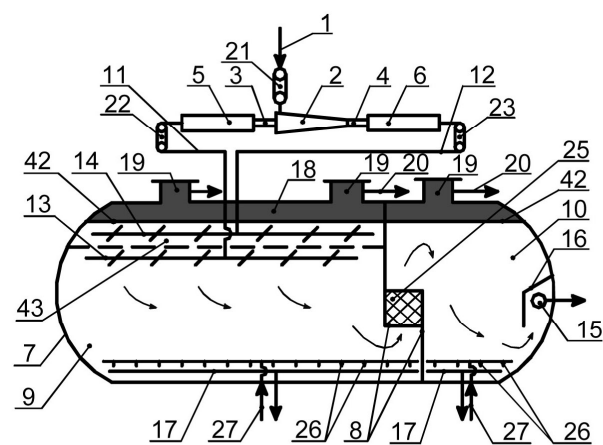


Рис. 3

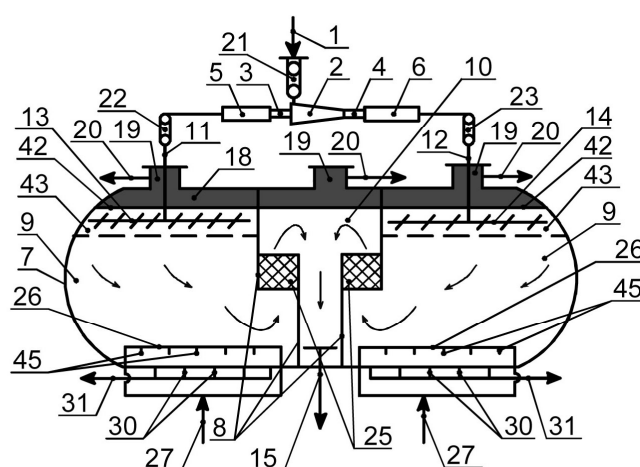


Рис. 4

При этом последовательное осуществление всех стадий очистки НСВ состоит в предварительном разрушении бронирующих оболочек на каплях нефти, укрупнении и уменьшении полидисперсности капель нефти за счет гидродинамической обработки исходной НСВ в закрученных потоках гидроциклона, цилиндрических камер сливов гидроциклона и ее последующей очистки в объеме подвижной инверсирующей гидрофобной контактной массы высококонцентрированной нефти и отстаивания, далее обработки в гидродинамических саморегенерирующих коалесцирующих фильтрах (насадках) с гидрофобной крупнозернистой загрузкой и ее последующей очистки отстаиванием.

На основе проведенных исследований нами разработаны различные технологические и технические решения устройств (установок) типа БГКО (блок гидроциклон – камеры сливов – отстойник) для очистки НСВ. На рис. 1-8 представлены конструктивные решения этих установок [1-10].

Представленная на рис. 1 установка типа БГКО [1, 2] направлена на повышение эффективности очистки НСВ. Решение задачи достигается тем, что на выходе верхнего и нижнего сливов гидроциклона установлены цилиндрические камеры, в которых осуществляется гидродинамическая обработка НСВ последовательно во

всех областях закрученного потока. При этом для исключения влияния гидростатического столба жидкости на процессы дробления и коалесценции капель нефти, гидроциклон 2 и цилиндрические камеры 5, 6 установлены горизонтально.

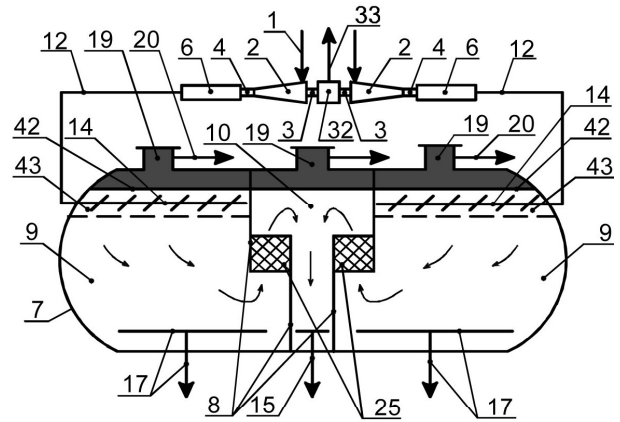
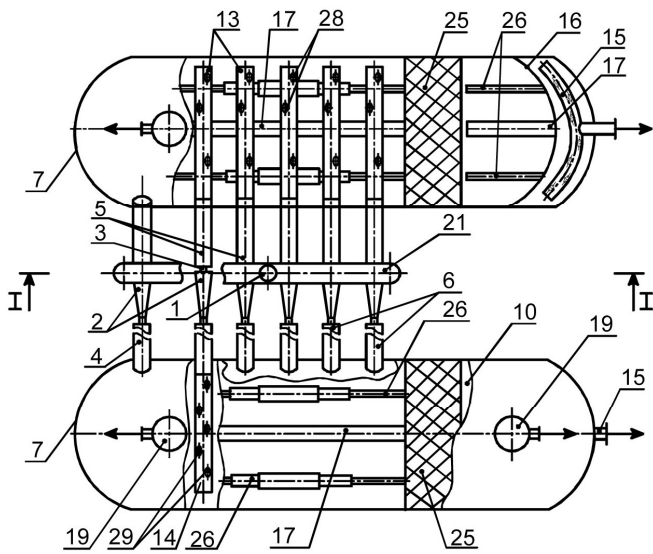


Рис. 6

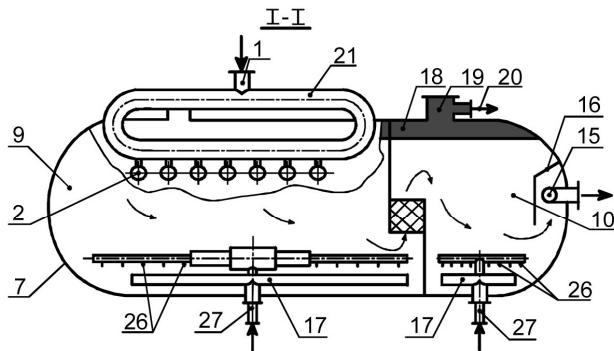


Рис. 5

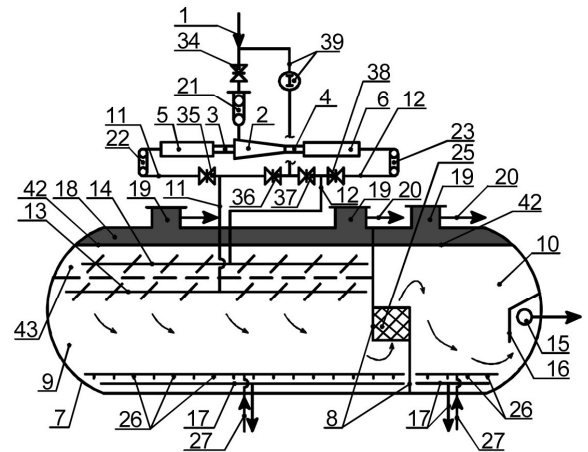


Рис. 7

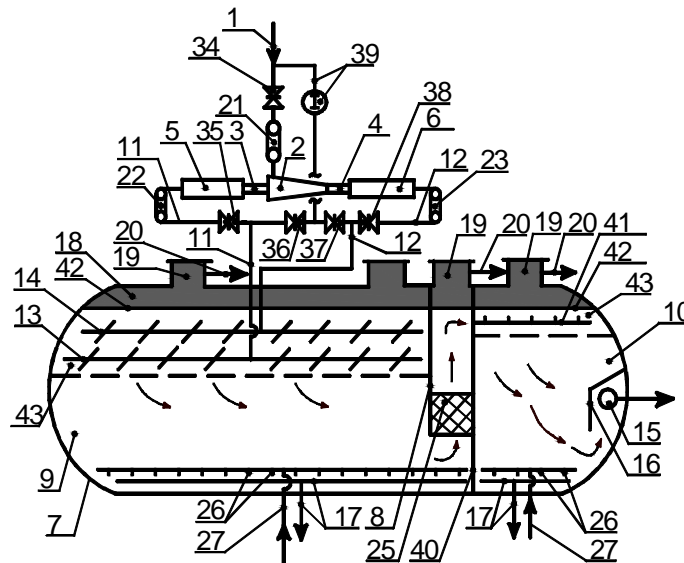


Рис. 8.

В установках очистки НСВ (рис. 1-8) исходная вода поступает в высокотурбулентном режиме ( $Re > 10^5$ ) в гидроциклон 2, где при турбулентном режиме осуществляется ( $Re \approx 30000-40000$ ) гидродинамическая обработка НСВ в поле центробежных сил, в результате чего разрушаются бронирующие оболочки; происходит дробление, укрупнение (коалесценция), уменьшение полидисперсности частиц нефти; разделение НСВ на два потока. В установке очистки НСВ (рис. 1) [1, 2] поток, обогащенный нефтью из верхнего слива 3, поступает в цилиндрическую камеру 5, поток из нижнего слива 4 поступает в цилиндрическую камеру 6. Поток поступает в цилиндрические камеры 5 и 6 в виде закрученных струй, энергия которых используется для дальнейшей гидродинамической обработки НСВ. Движение жидкости в камерах осуществляется в развитом, но более мягком турбулентном режиме ( $Re \approx 1 \cdot 10^4$ ), происходит дальнейшее укрупнение капель нефти. Объем отстойника 7 разделен перегородками 8 на секции 9 и 10. Далее НСВ из камер 5 и 6 через распределители 13 и 14 поступает в верхнюю зону 18 секции 9 отстойника 7 в слой 43 высококонцентрированной по нефти (ЖКМ) с умеренным перемешиванием содержимого. В слое нефти 43 происходит укрупнение капель нефти и ее отстаивание – расслоение НСВ на нефть и воду. Уловленная нефть удаляется через нефтесборники 19 к трубопроводам 20. Очищенная вода удаляется из секции 10 отстойника 7 через устройство 15. Нефтьшлам накапливается на дне отстойника 7 и отводится через устройства 17 [1, 2].

При горизонтальном расположении гидроциклона и цилиндрических камер соотношение диаметра цилиндрической камеры 3 верхнего слива  $D_B$  гидроциклона 2 к диаметру верхнего сливного патрубка  $d_B$  составляет  $D_B : d_B = 4,5$  ч 5, а отношение диаметра камеры нижнего слива 4 гидроциклона 2  $D_H$  к диаметру патрубка нижнего слива, гидроциклона 2  $d_H$  составляет  $D_H : d_H = 3$  ч 4, при этом соотношение длин камер верхнего 5 и нижнего 6 сливов гидроциклона 2 к их диаметрам равно 10 ч 30. Указанные диапазоны изменений соотношений геометрических параметров камер, патрубков обуславливают оптимальный режим процесса коалесценции капель нефти в камерах. При  $D_B / d_B < 4,5$  и  $D_H / d_H < 3$  эффект укрупнения капель нефти ухудшается вследствие того, что часть энергии закрученного потока, предназначенного для реализации процесса коалесценции капель нефти вследствие увеличивающегося стеснения струи, расходуется на трение о стенку камеры. При увеличении  $D_B / d_B > 4,5$  и  $D_H / d_H > 4$  эффект укрупнения капель также ухудшается вследствие того, что часть энергии закрученного потока рассеивается в увеличенных объемах камер. При соотношении длины камеры к их диаметрам меньше 10 эффект укрупнения капель нефти ухудшается вследствие незавершенности процесса коалесценции из-за недостаточной длины камер, при увеличении соотношений более 30 эффект укрупнения капель нефти увеличивается незначительно на  $\approx 5\%$ , но вместе с тем увеличивается металлоемкость, энергоемкость и габаритные размеры установки очистки НСВ.

Вышеописанное устройство получило дальнейшее совершенствование в разработанной нами установке БГКО (рис. 2) [3]. Здесь повышение эффекта очистки НСВ достигается тем, что патрубок отвода верхнего слива 3 тангенциально подсоединен к цилиндрической камере нижнего слива гидроциклона 6 в направлении закрученного потока в камере нижнего слива и на расстоянии, равном 1,0-1,1 диаметра камеры от ее переднего торца. Место ввода потока разрушенной эмульсии из верхнего слива 3 в камеру 6 обусловлено тем, что закрученная струя при истечении из патрубка 4 нижнего слива в камеру 6 при внезапном расширении образует зону, распространяющуюся в объеме камеры 6 от торца ее на некоторое расстояние и со значительной потерей напора, что дает возможность подачи эмульсии из верхнего слива во внутрь камеры 6.

Подача потока НСВ, обогащенного нефтью, из верхнего слива в камеру 6, в которой распространяется закрученная струя, представляющая собой относительно мелкодисперсную и низкоконцентрированную эмульсию, интенсифицирует процесс коалесценции в камере 6, так как с увеличением концентрации нефти укрупнение капель нефти происходит более интенсивно. Кроме этого, при возврате эмульсии верхнего слива в камеру 6 увеличивается общий расход и интенсивность турбулентности общего потока, интенсивность закрутки и длина закрученного потока в камере 6; происходит быстрое подмешивание потока эмульсии из верхнего слива к потоку нижнего слива и совместная дополнительная по времени и интенсивности гидродинамическая обработка общего закрученного потока эмульсии в камере 6. Все это способствует более полному и быстрому завершению процесса коалесценции и сглаживанию полидисперсности частиц нефти, а, следовательно, повышению эффекта очистки НСВ.

Одно из конструктивных решений аппарата типа БГКО (рис. 3) [4] направлено на повышение эффекта очистки НСВ. Устройство работает следующим образом. Исходная НСВ по трубопроводу 1 через напорное трубчатое распределительное кольцо 21 подается в гидроциклоны 2, далее поток из верхних и нижних сливов 3 и 4 направляется в цилиндрические камеры верхнего и нижнего сливов 5 и 6, оттуда через напорные трубчатые сборные кольца 22 и 23 трубопроводы 11 и 12 и распределители 13 и 14 в слой высококонцентрированной нефти 43 в зону турбулентного перемешивания, где происходит интенсивная коалесценция капель нефти, переход укрупнившихся капель в слой уловленной нефти 18, контактная очистка НСВ от нефти. При этом распределитель верхнего слива 13 верхней своей плоскостью расположен на уровне границы раздела фаз «вода – высококонцентрированная эмульсия», а распределитель нижнего слива 14 верхней своей плоскостью расположен на границе фаз «нефть – высококонцентрированная эмульсия», а отверстия распределителей расположены в верхней части ответвлений в шахматном порядке и под углом не более  $45^{\circ}$  к вертикальной оси ответвления. Все это способствует непрерывному разрушению промежуточного слоя на границе указанных выше фаз.

Для удаления накопившегося осадка со дна отстойника 7 в напорную систему разрыхления и смыва осадка 26 по трубопроводу 27 подается под напором вода, которая, вытекая из сопел, разрыхляет и смывает осадок к сборной дырчатой системе 17, далее осадок отводится в осадконакопитель.

Мелкодисперсные частицы нефти, вынесенные потоком воды из первой зоны отстаивания 9, укрупняются в слое коалесцирующего фильтра 25, расположенного между перегородками 8, и всплывают во второй зоне отстаивания 10, накапливаются в верхней части этой зоны, а далее удаляются через нефтесборник 19 и патрубок 20.

Очищенная вода удаляется из зоны 10 через дугообразные отбойник 16 и коллектор 15.

Комплексная гидродинамическая обработка НСВ в закрученных потоках, совмещенная с интенсивной очисткой в подвижной контактной гидрофобной инверсирующей массе 43; равномерное распределение потока исходной НСВ, равномерный сбор очищенной воды и осадка; непрерывное гидродинамическое разрушение и исключение формирования промежуточного слоя, достаточно полное и быстрое удаление осадка в любое время при исключении ручного труда и простоя установок очистки; улучшение условия эксплуатации, компактность и высокоиндустриальность устройства в изготовлении и монтаже дают возможность для создания эффективной технологии и аппаратов очистки НСВ.

Однако в установках БГКО (рис. 1, 3) [1, 2, 4], вследствие перемешивания потоков НСВ верхнего и нижнего сливов друг с другом и эмульсией, содержащейся в верхней части отстойника, отличающихся по фазово-дисперсным характеристикам, образуется эмульсия с относительно высокой полидисперсной внутренней нефтяной фазой. Штуцующие устройства, местные сопротивления могут привести к передиспергированию частиц нефти. Разрушение бронирующих оболочек капель нефти, агрегативных частиц механических примесей и образование при этом тонкодиспергированных частиц ускоряет восстановление и упрочнение бронирующих оболочек на тонкодиспергированных частицах нефти. Эти обстоятельства могут привести к снижению эффекта коалесценции и, как следствие, эффекта очистки НСВ.

С учетом указанных выше обстоятельств разработано устройство БГКО (рис. 5), в котором повышение эффекта очистки НСВ достигается за счет совершенствования конструкции распределительных устройств и размещения их в двух отдельных отстойниках, а также размещения в отстойниках гидродинамических коалесцирующих насадок [6].

Исходная НСВ из напорного трубчатого распределительного кольца 21 поступает в гидроциклоны 2, далее в цилиндрические камеры верхних сливов 5 и трубчатые дырчатые коллекторы 13 первого отстойника 7, а из цилиндрических камер нижних сливов 6 в трубчатые дырчатые коллекторы 14 второго отстойника 7, далее равномерно распределенный поток струй эмульсии мгновенно через отверстия подается в слой высококонцентрированный по нефти эмульсии. При этом упрочение и проявление упругих свойств бронирующих оболочек на каплях нефти, их влияние на процесс коалесценции практически отсутствуют.

Повышение эффекта очистки НСВ от нефти достигается тем, что при поступлении потоков эмульсии в виде закрученных струй в камеры 5 и 6, снабженные дырчатыми распределительными коллекторами 13 и 14, увеличивается время гидродинамической обработки НСВ в закрученном потоке. Кроме того, подача предварительно гидродинамически разрушенной НСВ в гидроциклонах 2

и камерах 5 и 6 непосредственно в линейные распределительные коллекторы 13 и 14 дает возможность максимально исключить прохождение НСВ через различные штуцерирующие устройства и местные сопротивления, что приводит к увеличению эффективности коалесценции, следовательно, эффекта очистки НСВ.

В полости гидроциклонов 2, камер 5 и 6 и на их сливах образуются полидисперсные потоки НСВ, отличающиеся внутренними фазово-дисперсными характеристиками, а именно: полидисперсность эмульсии верхнего слива всегда больше (2-3 и более раз) полидисперсности эмульсии нижнего слива [10]. Смешение таких потоков и одновременный совместный ввод их в отстойник определяют существование в общем потоке целого спектра разных диаметров капель нефти, что ухудшает условия их коалесценции и снижает эффект очистки НСВ. Поэтому раздельный ввод эмульсии верхнего и нижнего сливов в отдельно стоящие отстойники (рис. 5) способствует повышению эффекта очистки НСВ.

Укрупнение мелкодисперсных частиц нефти в потоке воды из первой зоны отстаивания, удаление очищенной воды и осадка из установки осуществляются аналогично описанной выше установке [4].

Достоинством устройства являются высокая стабильность и полнота завершения процессов коалесценции и очистки НСВ при неравнозначных количественных и качественных параметрах исходной НСВ; высокоиндустриальность его изготовления и монтажа; возможность для создания эффективной технологии очистки НСВ.

На рис. 4, 9, 10 представлено устройство БГКО и его конструктивные элементы, в котором повышение эффекта очистки НСВ достигается за счет совершенствования конструкции и размещения устройств распределения исходной НСВ, сбора и удаления очищенной воды; устройств рыхления и смыва, сбора и удаления осадка со дна отстойника, а также и размещения гидродинамических коалесцирующих насадок [5].

В данной конструкции отстойник разделен на три отсека 9 и 10. НСВ из камер 5 и 6 поступает в напорные кольца 22, 23, далее по трубопроводам 11, 12 в распределители 13, 14 и через закручивающее устройство 44 в виде равномерно распределенного потока широко закрученных эмульсий (рис. 9) подается в высококонцентрированный по нефти слой (НСВ) 43 в секциях 9 отстойника 7.

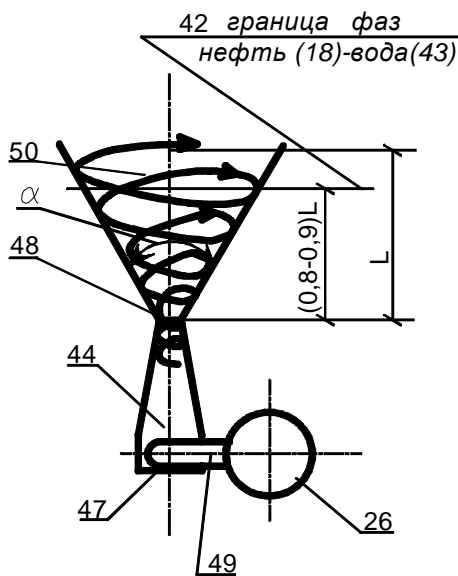


Рис. 9

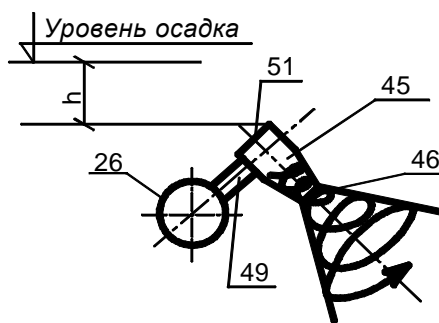


Рис. 10

В области границы фаз «нефть (18) – слой высококонцентрированной по нефти эмульсии (43)» закрученные струи эмульсии создают зону турбулентного перемешивания с одновременным вовлечением эжектируемой части эмульсии с окружающих слоев. Происходит интенсивное перемешивание содержимого слоя высококонцентрированного по нефти 43 и потока струй НСВ, интенсифицируется процесс эффективной коалесценции капель нефти, переход укрупнившихся

капель нефти в слой уловленной нефти 18, в результате осуществляется эффективная контактная очистка НСВ от нефти. Мелкодисперсные частицы нефти, вынесенные потоком воды из секций 9 отстойника 7, вместе с потоком воды поступают в коалесцирующие насадки 25, расположенные между перегородками 8, и при фильтрации в направлении снизу-вверх частицы нефти укрупняются и всплывают в зоне 10.

Для удаления осадка со дна секций отстойника 7 в напорные кольцевые коллекторы 26 по кольцевым трубопроводам и патрубкам под напором вода, которая, вытекая из закручивающих устройств 45 (рис. 10) с одновременным вовлечением эжектируемой части осадка с окружающих слоев, перемешивает, разрыхляет и смывает его к патрубкам 30, далее взмученный и смытый осадок по трубопроводам 31 отводится в осадконакопитель.

При этом закручивающее устройство 45 выполнено в виде цилиндрического гидроциклона сходящим соплом 46 (рис. 10), направленным в стороны патрубков 30 отвода осадка (рис. 4).

Закручивающие устройства (рис. 9, 10) разработаны в виде цилиндрических гидроциклонов, с одним наглухо закрытым торцом (поз. 47, 51) и другим открытым (поз. 46, 48), выполненными в виде сходящего сопла, присоединенными попеременно разносторонними к их цилиндрической части корпуса тангенциальными патрубками 49 с направленными вверх открытыми концами сопел, расположенными ниже уровня границы фаз «нефть (18) – слой высококонцентрированной по нефти эмульсии (43)» (рис. 9), со сходящим соплом 46 (рис. 10), направленным в стороны патрубков 30 отвода осадка (рис. 4).

На выходе из сопла 48 образуется широкая закрученная струя 50 (рис. 9) с большим углом расширения ( $\alpha$ ), дальностью ( $L$ ) и повышенной эжекционной способностью. Все это предотвращает образование промежуточного слоя, способствует созданию подвижной «свежеразрушенной» инверсирующей поверхности границы «нефть-вода» и повышению эффекта очистки.

Предлагаемое устройство компактное, позволяет удалять осадок без отключения аппарата из работы и без нарушения нормальной его работы; уменьшить количество аппаратов при большой производительности, сократить длину трубопроводов обвязки и количества арматуры; дает возможность для создания эффективной технологии очистки НСВ.

На рис. 6 представлено устройство типа БГКО, в котором повышение эффекта очистки НСВ достигается за счет объединения напорных гидроциклонов в единую конструкцию со стороны верхних сливов гидроциклонов при помощи совмещенной нефтесборной камеры; при этом крайние секции отстойника имеют равные объемы и одинаковую конструкцию; а также за счет совершенствования конструкции и размещения устройств распределения исходной НСВ, сбора и удаления очищенной воды и размещения гидродинамических коалесцирующих насадок [7].

Исходная НСВ (рис. 6) по патрубкам 1 под напором подается в гидроциклоны 2. Происходит распределение НСВ на два потока практически с одинаковыми фазово-дисперсными характеристиками: потоки из нижних сливов 4 гидроциклонов 2 поступают в нефтесборную камеру 32, откуда удаляются через патрубок для отвода нефти 33. Потоки эмульсии из нижних сливов гидроциклонов поступают в камеры 6 в виде закрученных струй и далее в распределители 14. Через закручивающие устройства (аналогично рис. 9) распределителя 14 в виде равномерно распределенного потока широко закрученных струй эмульсия подается в высококонцентрированный по нефти слой НСВ 43. В области границы фаз «нефть (18) – слой высококонцентрированной по нефти эмульсии (43)» закрученные струи эмульсии создают зону турбулентного перемешивания с одновременным вовлечением эжектируемой части эмульсии с окружающих слоев 18 и 43 и потока струй НСВ; интенсифицируется процесс эффективной коалесценции капель нефти, переход укрупнившихся капель нефти в слой уловленной нефти 18, в результате осуществляется контактная очистка НСВ от нефти.

Представленная разработка (рис. 7) направлена на повышение надежности работы устройства эффекта очистки НСВ, за счет совершенствования конструкции, технологической схемы подачи, регулирования, отключения и включения в работу батареи гидроциклонов с цилиндрическими камерами верхнего и нижнего сливов гидроциклонов без полного отключения аппарата из работы [8].

НСВ по трубопроводу 1 (рис. 7) подается через напорное трубчатое распределительное кольцо 21 в гидроциклоны 2. Потоки из верхних сливов 3, 4 гидроциклонов 2 поступают в цилиндрические камеры 5, 6. Далее из камер 5, 6 потоки поступают в напорные трубчатые сборные кольца 22, 23, а далее по трубопроводу 11, 12 в распределители 13 и 14, и из него в виде равномерно распределенного

потока в слой высококонцентрированной по нефти эмульсии 43, где происходит интенсивная коалесценция капель нефти, переход укрупнившихся капель нефти в слой уловленной нефти 18, контактная очистка НСВ от нефти.

Для удаления накопившегося осадка со дна отстойника 7 в напорную систему разрыхления и смыва осадка 26 по трубопроводу 27 подается под напором вода, которая, вытекая из сопел, разрыхляет и смывает осадок к сборной дырчатой системе 17, далее осадок отводится в осадконакопитель.

Очищенная вода из отстойников удаляется через систему сбора и отвода очищенной воды 15, уловленная нефть отводится через нефтесборники 19 и устройство отвода уловленной нефти 20.

Для проведения ремонта, профилактики, ликвидации аварий, замены отдельных элементов, узлов в батарее гидроциклонов 2 камер 5 и 6, распределительных 13, 14 и сборных 22, 23 напорных колец и т.д. закрывают задвижки 34, 35, 38, открывают задвижки 36 и 37. Исходная НСВ под напором из трубопровода подачи 1 поступает в закручивающий сужающий канал камеры, 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 на некотором расстоянии образуются 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.

При этом часть исходной НСВ по обводному трубопроводу 39, трубопроводу-перемычке, трубопроводу 11 через открытую задвижку 36 поступает в распределитель 13 и из него в виде равномерно распределенного потока в слой высококонцентрированной по нефти эмульсии 43, где происходит контактная очистка НСВ от нефти.

Другая часть исходной НСВ по трубопроводу-перемычке через открытую задвижку 37 по трубопроводу 12 поступает в распределитель 14, а из него в виде равномерно распределенного потока непосредственно к нижней поверхности слоя нефти 18, т.е. в зону турбулентного перемешивания 43. Потоки, выходящие из распределителя 13 и 14, интенсивно перемешиваются в слоях высококонцентрированной по нефти эмульсии 43 и нефти 18, что повышает эффективность контактной очистки НСВ.

Дальнейшая очистка НСВ, удаление очищенной воды, уловленной нефти и осадка происходят аналогично вышеописанному. Таким образом, в указанных выше режимах работа устройства не прекращается. Для возврата устройства в нормальный проектный режим работы открывают задвижки 34, 35 и 38 и закрывают задвижки 36 и 37.

Достоинствами предлагаемого устройства являются высокие надежность, эффект очистки, возможность удаления осадка и проведения ремонтно-профилактических и аварийных работ без прекращения работы устройства.

На рис. 8 [9] представлена более усовершенствованная конструкция установки очистки НСВ (рис. 7) [8] с целью улучшения эффекта очистки НСВ за счет разделения отстойника 7 сплошной перегородкой 40 на две секции 9 и 10 с трубчатым дырчатым телескопическим коллектором - распределителем 41 во второй зоне отстаивания (секция 10).

НСВ по трубопроводу 1 (рис. 8) подается через напорное трубчатое распределительное кольцо 21, в гидроциклоны 2. Поток из верхних и нижних сливов 3, 4 гидроциклонов 2 поступает в цилиндрические камеры 5, 6. Далее из камер 5,6 поток поступает в напорные трубчатые сборные кольца 22, 23, а далее по трубопроводу 11, 12 в распределители 13 и 14, и из него в виде равномерно распределенного потока в слой высококонцентрированной по нефти эмульсии 43, где происходит интенсивная коалесценция капель нефти, переход укрупнившихся капель нефти в слой уловленной нефти 18, контактная очистка НСВ от нефти.

После коалесцирующей загрузки 25 НСВ через трубчатый дырчатый телескопический коллектор - распределитель 41, снабженный соплами, установленными перпендикулярно телескопическому коллектору и направленными вверх, поступают в секцию 10 в слой высококонцентрированной по нефти 43. Уловленная нефть из секций 9 и 10 удаляется через нефтесборники 19 и патрубков 20. Очищенная вода удаляется из секции 10 через отбойник 16 и систему сбора и отвода очищенной воды 15.



Работы по проведению ремонта, профилактики, ликвидации аварий, замены отдельных элементов, узлов в батареях гидроциклонов, камер, распределительных и сборных напорных колец производятся аналогично предыдущей установке очистки НСВ (рис. 7) [8].

Дальнейшая очистка НСВ, удаление очищенной воды, уловленной нефти и осадка, ввод в аварийный и вывод из аварийного режимов происходят аналогично вышеописанному.

Достоинствами предлагаемого устройства являются высокая надежность, более высокий эффект очистки, возможность удаления осадка и проведения ремонтно-профилактических и аварийных работ без прекращения работы устройства.

Приведенные выше конструктивные решения установок могут быть использованы при модернизации, совершенствовании и разработке новых установок очистки НСВ.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.
2. Патент РФ № 2227791. Бюл. № 12 от 27.09.2004 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А., Каюмов Р.А.
3. 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.
4. 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.
5. 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.
6. Патент РФ № 2255903. Бюл. № 19 от 10.07.2005 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Потехин Н.И., Адельшин А.А., Каюмов Р.А., Урмитова Н.С.
7. Патент РФ № 2303002. Бюл. № 20 от 20.07.2007 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.Б., Адельшин А.А.
8. Патент РФ № 2313493. Бюл. № 36 от 27.12.2007 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Файзуллин Р.Н., Сахапов Н.М.
9. Решение о выдаче патента на изобретение № 2009117173/05(023554) от 10.06.2010 г. Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод. Адельшин А.А., Адельшин А.Б.
10. Адельшин А.А. Моделирование процессов и разработка установок очистки нефтесодержащих сточных вод на основе использования закрученных потоков. // Дис. канд. техн. наук. – Пенза, 2009. – 181 с.