

УДК 628.334.5.336.43

Адельшин А.А. – кандидат технических наук, доцент

Адельшин А.Б. – доктор технических наук, профессор

E-mail: a566pm@gambler.ru

Урмитова Н.С. – кандидат технических наук, доцент

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

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

Основные положения конструирования, проектирования и расчета блочных установок очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков¹

Часть 2. Основные исходные данные, требования и рекомендуемые параметры для разработки блока очистки

Аннотация

Исследованиями созданы установки очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ) по технологическим схемам: гидроциклон – цилиндрические камеры на сливах гидроциклона – подвижная инверсирующая контактная масса – отстойник – гидродинамический коалесцирующий фильтр – отстойник (БГКО).

В закрученных потоках гидроциклона и камер сливов происходит разрушение бронирующих оболочек, коалесценция и уменьшение полидисперсности капель нефти при действии факторов в определенной последовательности, величиной и времени.

В статье представлены основные исходные данные, требования и рекомендуемые параметры для разработки блока очистки в составе полноблочной установки типа БГКО для очистки НСВ с использованием закрученных потоков с целью заводнения нефтяных пластов.

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

Крупным водопотребителем и объектом образования нефтепромысловых сточных вод (НСВ) является нефтяная промышленность, в которой около 90 % нефти добывается на месторождениях, разрабатываемых с использованием методов заводнения продуктивных нефтяных пластов с целью поддержания пластового давления.

Объем НСВ по стране достигает 1,2 млрд. м³ в год, из которых более 90 % используется в системах заводнения. Утилизация НСВ в системах заводнения позволяет увеличить нефтеотдачу пластов в 1,5-2 раза, сократить потребление пресных вод, решить проблемы ликвидации НСВ и защиты окружающей среды от загрязнений на промыслах [1-4].

Очистка НСВ для заводнения пластов заключается в удалении из них механических примесей и нефти до требуемых норм.

Обустройство нефтяных месторождений предусматривает: широкое применение установок для очистки НСВ в блочном исполнении с высокими эффектом очистки и единичной мощностью при ограниченном объеме; герметичность, транспортабельность; высокий уровень индустриализации, сокращение времени строительства (в т.ч. в изготовлении и монтаже). Важными направлениями в решении данных требований являются: создание новых методов, аппаратов, полноблочных установок, интенсификация и совершенствование технологических процессов предварительного гидродинамического разрушения и очистки НСВ.

Сущность и эффективность процесса разрушения НСВ заключается в достаточно полном и быстром снижении агрегативной и кинетической устойчивости НСВ путем, главным образом, разрушения бронирующей оболочки на каплях нефти и их

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» (ГК № 16.740.11.0672 от 7 июня 2011 г.)

коалесценции. Эти процессы осуществляются наиболее полно и интенсивно при определенной степени турбулизации потока НСВ в полости различных аппаратов – гидродинамических каплеобразователей.

Исследованиями создана технология очистки НСВ, которая предусматривает предварительное разрушение бронирующих оболочек на каплях нефти, укрупнение и уменьшение полидисперсности капель нефти за счет гидродинамической обработки исходной НСВ с использованием энергии закрученных потоков в гидроциклоне и на сливах гидроциклона по схеме: «гидроциклон – цилиндрические камеры верхнего и нижнего сливов гидроциклона – подвижная инверсирующая контактная масса – отстойник – коалесцирующий фильтр – отстойник» (БГКО) [2-4].

Технологические, конструктивные решения «устройства для очистки нефтесодержащих сточных вод» (БГКО) защищены патентами РФ: № 2189360. Бюл. № 26 от 20.09.2002 г.; № 2227791. Бюл. № 12 от 27.04.2004 г.; № 2248327. Бюл. № 8 от 20.03.2005 г.; № 2253623. Бюл. № 16 от 10.06.2005 г.; № 2255903. Бюл. № 26 от 20.09.2002 г.; 2257352. Бюл. № 21 от 27.07.2005 г.; № 2303002. Бюл. № 20 от 20.07.2007 г.; № 2313493. Бюл. № 26 от 27.12.2007 г.; № 2408540. Бюл. № 1 от 10.01.2011 г. [3-4]. Полное описание технологического и конструктивного решения одного из базовых устройств типа БГКО дано в первой части данной статьи [5].

Для расчета, конструирования и проектирования аппаратов, установок типа БГКО необходима исходная информация: расход и режим поступления НСВ; данные о колебаниях концентрации загрязнений (нефтепродуктов, механических примесей) содержащихся в НСВ; данные о механофизических и кинетических свойствах НСВ и содержащихся в ней загрязнений, в том числе гранулометрический состав загрязнений (распределение частиц нефти и механических примесей по крупности); требования к качеству очищенной воды.

Технические условия должны содержать следующую информацию: требования к режиму работы установки; характеристику участка территории под монтаж установки; требования к исполнению средств автоматики, силовых устройств, водопроводных, канализационных, газовых, тепловых и др. систем, подземных и надземных коммуникаций и другие особенности работы установки.

Исходные данные для проектирования могут быть представлены в графической или табличной формах. При этом зависимости расхода НСВ, концентрации загрязнений в НСВ могут выражаться различными видами функции: возрастающими, убывающими непрерывными, линейными, нелинейными, циклическими, нециклическими и т.д. Данные о распределении частиц по крупности могут быть представлены в графической форме в виде интегральных кривых распределения или в табличной форме и указывается процентное содержание каждой фракции частиц в микронах.

Анализ собранных, систематизированных фактических данных показал, что для очистки НСВ наиболее перспективны и получили широкое применение на нефтепромыслах напорные горизонтальные отстойники на основе стандартных цилиндрических стальных емкостей объемом 50, 80, 100, 200 м³, выпускаемые отечественной промышленностью в соответствии с ОСТ 26-02-1496-76, которые могут быть рекомендованы для использования в качестве корпуса аппаратов типа БГКО при их конструировании [1, 4].

Теоретическими и экспериментальными исследованиями установлены и широко представлены геометрические, гидродинамические и технологические параметры гидроциклонов и гидроциклонов с цилиндрическими камерами на верхнем и нижнем сливах гидроциклона; подтверждена работа гидроциклонов и гидроциклонов с камерами на сливах, как аппарата и для разрушения и коалесценции частиц нефти, и для разделения НСВ на нефть и воду, и в целом для интенсификации процессов очистки НСВ [2, 3, 4, 6].

При работе гидроциклона (диаметром D) с противодавлением на сливах (P_c) для очистки НСВ параметры гидроциклона могут быть определены по соотношениям: диаметр входного патрубка $d_b = 0,2D$, диаметр верхнего сливного патрубка $d_{b,сл.} = 0,3D$, диаметр нижнего сливного патрубка $d_{н.сл.} = 0,8d_{b,сл.}$, высота цилиндрической части $H_{ц.} =$

$d_{вх.}$, глубина погружения верхнего сливного патрубка $h_{п} = 0,5d_{вх.} + d_{в.сл.}$, угол конусности $\alpha = 3-5^\circ$, оптимальное давление на входе в гидроциклон $P = (4,0-5,0)10^5$ Па [2, 4, 6].

К промышленному применению в составе гидроциклонных установок (в т.ч. типа БГКО) для очистки НСВ исследованиями рекомендован напорный двухпродуктовый цилиндра конический гидроциклон диаметром $D = 75$ мм. Геометрические и технологические параметры, количество гидроциклонов определяются по вышеприведенным соотношениям и по методике, изложенной в работе [2, 6], исходя из заданной производительности и создания режима движения НСВ в полости гидроциклона, характеризующегося числами Рейнольдса не менее 30000-40000 и обеспечение максимальной дальнобойности закрученных потоков на сливах [2, 3].

На основании исследований в составе БГКО принят гидроциклон со следующими конструктивными параметрами: $D = 75$ мм, диаметр входного патрубка $d_{вх.} = 15$ мм, диаметр верхнего слива $d_{в.сл.} = 20$ мм, нижнего слива $d_{н.сл.} = 26$ мм, угол конусности $\alpha = 5^\circ$, глубина погружения верхнего слива $h_{п} = 48$ мм, высота цилиндрической части гидроциклона $H_{ц} = 15$ мм.

На верхнем и нижнем сливах гидроциклона предусмотрены цилиндрические камеры диаметрами 100 мм и длиной 2 м. Исследованиями установлено, что при рекомендованном диаметре камер (100 мм) закрученные струи на сливах гидроциклона по всей длине камер сохраняют геометрические характеристики, присущие распространению закрученных струй. Рекомендованная длина камеры (2 м) обеспечивает свободное распространение и дальнобойность закрученных потоков, а также минимизирует влияние разрушающих частиц нефти сил давления (прижатия) капель нефти на плоскую торцевую стенку. Экспериментами найдены оптимальные соотношения длин (L) и диаметров (D) сливных камер ($L/D = 20 - 30$), а также значения параметры закрутки потоков для верхней ($\theta_{в} = 20 - 23$) и нижней ($\theta_{н} = 16 - 18,5$) сливных камер, позволяющие наиболее эффективно осуществлять коалесценцию нефтяных капель [3, 4].

Рекомендовано поддержание давления на входе в гидроциклон в пределах 4-5 кгс/см², а противодействие на выходах (концах) камер верхнего и нижнего сливов ≈ 2 кгс/см². При этом расход воды через камеру нижнего слива составляет $q_{н.с.} = 1,0 - 1,1$ л/с, а через камеру верхнего слива $q_{в.с.} = 0,9$ л/с. В обеих камерах движение жидкости следует поддерживать в автомодельной области ($Re > 10000$) [3]. Цилиндрические камеры могут быть изготовлены из стальных бесшовных труб по ГОСТ 8732-78. В сущности, система «гидроциклон – камеры сливов» (ГКС) является гидродинамическим центробежным каплеобразователем для предварительной гидродинамической обработки исходной НСВ в составе аппарата БГКО [3].

Для равномерного распределения исходной НСВ по гидроциклонам и равномерного сбора воды из камер нижнего и верхнего сливов гидроциклонов необходимо предусмотреть напорные трубчатые кольца на входе гидроциклонов и на выходе камер сливов, из стальных бесшовных труб по ГОСТ 10704-91 диаметром не менее 108×4 или определить расчетом из расчета созданием движения жидкости в них в автомодельной области ($Re > 10000$) [3].

Установлено, что в отстойниках гидроциклонных установок (в числе тип БГКО) для получения нормативного качества воды – очищенной НСВ – может быть рекомендовано кратковременное отстаивание в пределах 20-60 минут в зависимости от типа НСВ [1-4].

Экспериментами также установлено, что остаточное нормативное содержание нефти в отстойной стойкой угленосной НСВ может быть достигнуто после обработки ее в ГКС и двухчасового отстаивания [3].

В работе отстойника в составе БГКО имеются существенные особенности, заключающиеся в том, что разделение эмульсии в полости отстойника происходит в зоне турбулентного перемешивания и характеризуется всплыванием достаточно укрупнившихся, в результате коалесценции капель нефти, переходом их в малоподвижный сплошной слой нефти. Коалесценция в процессе разрушения (разделения, очистки) НСВ в установке типа БГКО совершенно необходима для получения высокого и стабильного

эффекта очистки. Время пребывания жидкости в зоне разделения (очистки) при турбулентном перемешивании может быть принято в пределах – 5-10 мин [2, 3].

В современных отстойных аппаратах, сконструированных на базе указанных выше емкостей, равномерное распределение потока исходной НСВ по живому сечению аппарата достигается различными конструктивными решениями устройств ввода и вывода. Анализ показал, что наиболее эффективны и получили широкое распространение трубчатые распределители, расположенные по живому сечению аппарата. Методика расчета таких распределительных устройств достаточно полно изложена в литературе [7-10].

Отстойник БГКО [5] снабжен горизонтально расположенными в верхней зоне турбулентного перемешивания перфорированными трубчатыми распределителями нижнего и верхнего сливов с отверстиями с верхней стороны, которые расположены в шахматном порядке под углом 45° к вертикальной оси трубчатого распределителя. При этом распределитель нижнего слива расположен над распределителем верхнего слива.

Суммарную площадь отверстий на распределителях следует определить при диаметре отверстий 10 мм и коэффициенте перфорации равным 1,5 [7-11], при этом скорость истечения НСВ из отверстий должна быть $\approx 0,7$ м/с, что обеспечивает необходимую дальнобойность струй в зоне турбулентного перемешивания [3].

Суммарную площадь отверстий на коллекторах для сбора и отвода очищенной воды следует определять при диаметре отверстий 20 мм и коэффициенте перфорации равным 0,7. При этом скорости в отверстиях должны составлять 1,2 м/с, в коллекторе не более 1,5 м/с; отверстия расположены в шахматном порядке с нижней стороны коллектора, под углом 45° к вертикальной оси коллектора [7-11].

При конструировании установок типа БГКО весьма важно правильное расположение трубчатых распределителей, чтобы обеспечивались: равномерное распределение исходной, частично разрушенной НСВ по живому сечению зоны турбулентного перемешивания и расслоения, ввод этой НСВ в зону высокой концентрации частиц нефти, при этом также обеспечивались гидродинамическое разрушение промежуточного слоя и предотвращение формирования этого слоя.

Необходимо иметь в виду, что поведение нефтяных частиц с разрушенной «броней» в значительной степени обуславливается их концентрацией и отношением размера частиц к внутреннему масштабу турбулентности. При высокой концентрации частиц нефти интенсифицируются их взаимодействие: сближение, столкновение и слияние. Указанные обстоятельства, а также относительное движение частиц жидкости, обуславливают дополнительную диссипацию энергии. Вязкость жидкости также усредняет турбулентность во всем объеме зоны перемешивания и расслоения. В предельном случае структура турбулентности во всех точках объема этих зон количественно одинакова и статистические характеристики турбулентности в зонах не зависят от направления движения жидкости в объеме зон и турбулентность в зонах становится изотропной [2, 3].

Наличие весьма подвижной зоны турбулентного перемешивания способствует поддержанию чистой межфазной поверхности и интенсивному переходу всплывающих капель нефти в содержимое объема накопления уловленной нефти в верхней зоне отстойника, т.е. в объем малоподвижного нефтяного слоя. Таким образом, зоны турбулентного перемешивания и накопления уловленной нефти образуют сложную гидродинамическую систему, выполняющую полезную технологическую функцию в процессе очистки НСВ. В настоящее время отсутствуют какие-либо модели, позволяющие адекватно описать как гидродинамическую обстановку, так и технологические процессы, происходящие в указанных зонах.

В установках типа БГКО следует предусмотреть возможность включения в конструкцию отстойника коалесцирующую гидродинамическую саморегенерирующую крупнозернистую гидрофобную загрузку фильтра (насадки).

Установлена возможность успешного применения гидродинамических насадок из крупнозернистых загрузок и с повышенными скоростями фильтрации для разрушения НСВ. При этом режим фильтрационного потока характеризуется числом Рейнольдса в среднем около 300; время воздействия сил на частицы нефти в фильтрационном потоке

составляет 3-10 мин; важнейшим фактором разрушения НСВ в фильтрационном потоке являются гидродинамические силы, превышающие по величине другие действующие силы на 1,5-2,0 и более порядка [2, 12].

Гидродинамическая обработка НСВ в таких коалесцирующих насадках позволяет: увеличить глубину очистки, уменьшить продолжительность последующего отстаивания в 1,5-2 и более раза; получить очищенную воду нормативного качества на выходе установки БГКО со стабильной концентрацией нефти 40-50 мг/л при повышенном содержании ее в исходной НСВ до 3000 мг/л и более [2, 4, 12].

Для промышленного применения в качестве загрузок насадок разработаны и рекомендованы: полиэтилен фракции (d) – 3-5 мм, высотой загрузки (h) – 0,8-1,0 м, скорость фильтрации (v) – 18-36 м/ч, гидравлический уклон (i) – 0,25-0,30; керамический наполнитель, покрытый полиэтиленом d = 15-20 мм, h = 1,0 м, v = 65-100 м/ч, i = 0,07-0,15; гранулы d = 10-15 мм, h = 1,0 м, v = 60-100 м/ч, i = 0,05-0,18; гранулы из вторичного полиэтилена d = 5,5-10 мм, h = 0,8-1,0 м, v = 60-100 м/ч, i = 0,5-0,80; гидрофобизированный нефтью дробленый керамзит d = 3-5 мм, h = 0,8-1,0 м, v = 18-37 м/ч, i = 0,25-0,3, и гранулы d = 5-10 мм, h = 0,8 м, v = 60-70 м/ч, i = 0,3-0,5; гранулы d = 25-20 мм, h = 1,0 м, v = 65-100 м/ч, i = 0,07-0,13. Разработаны и реализованы технологии промышленного получения указанных материалов [2, 4, 12].

Фильтрующая загрузка насадки сверху и снизу фиксируется сетками из нержавеющей стали простого плетения. Сетка крепится на металлической раме из уголка или швеллера болтами и накладками. При конструировании квадратные ячейки рабочей сетки следует принимать размером, меньшим наименьшего размера фракции коалесцирующей загрузки. При необходимости увеличения механической прочности рабочей сетки, раму следует разбивать на пролеты или укладывать под рабочую поддерживающую сетку с более крупными ячейками.

Существует несколько методов гидравлического расчета сеток, достаточно полно изложенных в литературе [7, 8, 13, 14]. При расчете и конструировании коалесцирующих насадок установок типа БГКО следует учитывать гидродинамический режим работы сеток, которые, являясь местным сопротивлением, не должны нарушать гидродинамические характеристики потоков в отстойнике при подходе к сетке и в коалесцирующей загрузке. Проведенные нами расчеты для мелкоячеистых сеток $2 \times 2 \times 0,5$ мм, $4 \times 4 \times 0,5$ мм по ГОСТ 8613-73 и крупноячеистых: $14 \times 14 \times 5$ мм, $18 \times 18 \times 5$ мм по ГОСТ 3307-70 показали, что сетчатые элементы конструкции коалесцирующих насадок не вызывают ощутимых изменений гидродинамических параметров потока в отстойнике при подходе к сетке и в загрузке насадки.

В составе БГКО буферная секция отстойника способствует дополнительной очистке и отделена от рабочей секции отстойника двумя перегородками. При этом верхнюю перегородку следует располагать на $\approx 0,5$ -1 м ниже границы зоны турбулентного перемешивания, а нижнюю перегородку на $\approx 0,5$ -1 м выше нижней границы этой зоны, что достаточно для гашения придонных потоков, фиксации пределов зоны турбулентного перемешивания и накопления осадка на дне отстойника. Расстояние между перегородками при отсутствии коалесцирующей загрузки следует определить из расчета создания турбулентного режима движения потока с числом Рейнольдса порядка 5000-8000 (до 10000) с целью обеспечения относительно жесткого контакта и укрупнения капель за счет энергии турбулентных пульсаций. Перегородки выполняются из листовой стали толщиной 12 мм. Среднее время пребывания воды в буферной секции отстойника принимается не менее 30 мин для девонских НСВ и не менее 60 мин для НСВ угленосного происхождения [2-4, 12].

Для удаления нефтешлама (осадка) со дна отстойника установки БГКО могут быть использованы гидравлические системы, успешно применяемые для удаления осадка из водопроводных горизонтальных отстойников. Методика расчетов устройств сбора и удаления осадков достаточно полно приведена в литературе [7, 8, 15, 16].

Для нормальной работы установки БГКО необходимо своевременное и достаточно полное удаление из нее нефтешлама со дна отстойника. С этой целью в БГКО может быть эффективно применена комбинированная система удаления нефтешлама, включающая в

себя напорную систему смыва нефтешлама и дырчатую систему его удаления. Такая система позволяет исключить полностью ручной труд, удалить осадок при любой температуре наружного воздуха без опорожнения и без полного отключения установки БГКО с работы, а также с полным отключением ее из работы.

При этом следует в нижней части посередине отстойника расположить сборную дырчатую систему удаления осадков, а выше ее с двух сторон расположить систему смыва накопившегося нефтешлама (осадка). Система смыва представляет собой напорный трубопровод с соплами, направленными в сторону сборной системы. Сопла врезаются перпендикулярно к напорному трубопроводу так, чтобы струя, выходящая из сопел, смывала нефтешлам к дырчатой системе удаления. Чтобы в процессе удаления не происходило взмучивание нефтешлама с распространением его в очищаемый поток НСВ, необходимо соблюдать баланс подачи воды из сопел объема удаляемого нефтешлама по дырчатой системе.

При достижении высоты слоя выше предельного уровня, нефтешлам вымывается потоком воды, вследствие чего ухудшается качество очищенной НСВ. По достижении предельного уровня нефтешлам накапливается только в процессе уплотнения, т.е. за счет увеличения его концентрации. Процесс гравитационного уплотнения нефтешлама в сооружениях и аппаратах нефтепромыслов наиболее интенсивен в течение первых шести часов, затем интенсивность уплотнения снижается и влажность нефтешлама изменяется незначительно [17]. Свежевыпавший нефтешлам легко подвижен и практически сползает под любым углом. Удаление уплотненного, особенно слежавшегося нефтешлама с применением предлагаемого выше устройства затруднительно. Поэтому периодичность и продолжительность удаления нефтешлама устанавливается при пусконаладочных работах и уточняется в процессе эксплуатации БГКО.

Устройство сбора и отвода осадка должно позволить достаточно полное удаление свежевыпавшего нефтешлама со дна отстойника БГКО шириной по оси (в радиусе) $\approx 1,5$ -2 м. Удаление осадка без прекращения действия БГКО возможно по дренажным дырчатым трубам, уложенным на расстоянии около 0,25 м от дна отстойника, по его продольной оси. Скорость движения в конце трубы следует принимать не менее 0,7 м/с, диаметр отверстий – не менее 20 мм, шаг отверстий не более 500 мм; отверстия располагаются с нижней стороны трубы [7, 8, 14-17].

Количество нефтешлама по объему, удаляемого гидравлическими системами, составляет 0,7-1,1 % от расхода НСВ при его влажности 9,5-33 %. Количество нефтешлама по сухому веществу, удаляемого с помощью гидравлических систем, увеличивается по сравнению с другими существующими способами в 2-3,5 раза [17]. Плотность нефтешлама в зависимости от содержания нефтепродуктов, механических примесей и влажности для условий нефтепромыслов колеблется в пределах 1100-1580 кг/м³; плотность механических примесей – 1560-2050 кг/м³. Содержание нефтепродуктов и механических примесей в дисперсной фазе (без учета воды и солей) – соответственно 15-81 % и 9-35 %. Реологические параметры нефтешлама зависят от влажности, содержания механических примесей и нефтепродуктов. Однако последние четкой коррекции не обнаруживают. В таблице реологические параметры представлены в зависимости от влажности нефтешлама при температуре 20 °С [17] и могут быть рекомендованы для применения при инженерных расчетах гидравлических систем удаления нефтешлама из БГКО.

Таблица

Реологические параметры нефтешлама

Влажность, %	Предел текучести, Н/м ²	Условный динамический предел текучести, Н/м ²	Наименьшая пластическая вязкость, Н·с/м ²
55	13,1-17,4	51,1-82,5	2,7-3,8
65	7,8-11,3	31,4-52,2	1,3-1,9
75	3,6-6,2	16,1-24,3	0,5-0,7
85	1,3-2,9	5,5-9,6	0,04-0,15
90	-	1,7-4,9	0,007-0,016
92,2	-	0,4-1,3	0,003-0,005

Всплывшие нефтепродукты накапливаются в верхней зоне (под сводом) отстойника и нефтесборниках отстойника БГКО. Высоту слоя накопления уловленной нефти следует принимать $\approx 0,20-0,30$ м от верхней точки свода отстойника БГКО. При этом межфазную (нефть-вода) границу следует поддерживать на таком уровне, чтобы происходило постоянное гидродинамическое разрушение промежуточного слоя выходящими из распределителей струями НСВ. Это способствует поддержанию «чистой» подвижной межфазной границы, а следовательно, интенсификации перехода всплывающих капель нефти в слой накопленной нефти.

Периодичность и продолжительность удаления уловленной нефти, толщина слоя ее (уровень межфазной границы) устанавливаются при пуско-наладочных работах и уточняются в процессе эксплуатации БГКО. Обводненность уловленной нефти составляет до 10 % [2].

Для сбора и удаления очищенной воды буферную секцию БГКО следует снабдить сборным трубчатым коллектором и отбойником, обеспечивающими равномерный сбор очищенной воды по живому сечению буферной секции, гашению придонных потоков, фиксацию в буферной секции объемов дополнительного отстаивания и накопления осадка.

В нижней части буферной секции отстойника БГКО следует предусмотреть комбинированную гидравлическую трубчатую систему смыва и трубчатую систему сбора и удаления осадка, аналогичные по конструкции выше описанным для рабочей секции, обеспечивающие наиболее полное и быстрое удаление осадка.

При конструировании БГКО одним из основных требований также является равномерное распределение исходной НСВ по гидроциклонам и равномерный сбор воды из камер нижнего и верхнего сливов гидроциклона. При этом в зависимости от количества гидроциклонов удовлетворительные равномерность распределения и сбора НСВ могут быть достигнуты напорными камерами или напорными трубчатыми кольцами на входе гидроциклонов и на выходе камер их сливов.

Устройства для подачи, распределения, сбора НСВ, удаления очищенной воды, уловленной нефти и нефтешлама изготавливаются из стальных труб, диаметры которых определяются в зависимости от производительности установки БГКО. Для расчета трубопроводов, отводящих целевые продукты эмульсии, можно пользоваться методикой, достаточно полно изложенной в литературе [18].

Список литературы

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 докт. техн. наук. – СПб., 1998. – 73 с.
3. Адельшин А.А. Моделирование процессов и разработка установок очистки нефтесодержащих сточных вод на основе использования закрученных потоков. Дис... канд. 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. Монография. – Казань: КГАСУ, 2011. – 246 с.
5. Адельшин А.А., Адельшин А.Б., Урмитова Н.С., Береговая В.А. Основные положения конструирования, проектирования и расчета блочных установок очистки нефтепромысловых сточных вод с использованием закрученных потоков. Часть 1. Основные исходные данные об аппарате очистки, о качественных и количественных параметрах нефтепромысловых сточных вод и требования к качеству очистки их. – Казань // Известия КГАСУ, 2013, № 1 (23). – С. 159-167.
6. Бусарев А.В. Интенсификация очистки нефтесодержащих сточных вод с применением гидроциклонов с противодавлением на сливах // дис. канд. техн. наук. – СПб., 1997. – 229 с.

7. Канализация населенных и промышленных предприятий. / Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1981. – 640 с.
8. Водоснабжение населенных и промышленных предприятий /Справочник проектировщика. – М.: Стройиздат, 1977. – 288 с.
9. Егоров В.И. Гидравлика напорных трубчатых систем в водопроводных очистных сооружениях. – М.: Стройиздат, 1984. – 95 с.
10. Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и водоотведения. Справочник. – Л.: Стройиздат, 1986. – 440 с.
11. СП 31.13330.2010, СНиП 2.04.02-84*. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения. – М., 1985. – 134 с.
12. Адельшин А.Б., Урмитова Н.С. Использование гидродинамических насадок с крупнозернистой загрузкой для интенсификации очистки нефтесодержащих сточных вод. Монография. – Казань: КазГАСА, 1997. – 249 с.
13. Альтшуль А.Д. Гидравлические сопротивления. – М.: Изд-во Недра, 1982. – 224 с.
14. Кузьмин Ю.М. Сетчатые установки в водоочистных сооружениях. – Л.: Стройиздат, 1960. – 131 с.
15. Лысов В.А., Кургаев Е.Ф. Новая гидравлическая напорная система для удаления осадка из горизонтальных водопроводных отстойников. Проектирование водоснабжения и канализации. Реферативный сборник. Вып. 6 (87). – М., 1973. – С. 14-31.
16. Барышников Т.И., Сперанский В.С. Расчет дырчатого сборника осадка. Водопроводные сети и сооружения. Межвуз. сб. трудов. – Л.: ЛИСИ, 1979. – С. 120-127.
17. Кадыров Р.М., Адельшин А.Б. Исследование количественных и качественных характеристик нефтешламов установок подготовки нефти и воды и их обезвоживания. – М.: ЦИНТИхимнефтемаш. Экспресс-информация. Серия ХМ-3. Нефтепромысловое машиностроение. 1984. – 12 с.
18. Лутошкин Г.С. Сбор и подготовка нефти, газа и воды. – М.: Недра, 1979. – 319 с.

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

Kazan State University of Architecture and Engineering

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

Basic provisions of designing, design 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

Resume

On the basis of researches as a part of BGKO the hydrocyclone with the following design data is accepted: $D = 75$ mm, diameter of an entrance branch pipe $d_{en} = 15$ mm, diameter top drain $d_{t.dr.} = 20$ mm, bottom drain $d_{b.dr.} = 26$ mm, conicity corner $\alpha = 5^\circ$, depth of immersion top drain $h_d = 48$ mm, height of cylindrical part of a hydrocyclone $H_c = 15$ mm.

Experiments found optimum ratios of lengths (L) and diameters (D) of drain cameras ($L/D = 20-30$), and as values of parameter of a rotating of streams for top ($\theta_t = 20-23$) and bottom ($\theta_b = 16-18,5$) drain cameras.

Pressure maintenance on an entrance to a hydrocyclone within 4-5 kgs/cmI, and counter-pressure at the exits (ends) of cameras top and bottom drain ≈ 2 kgs/cmI is recommended. In both cameras movement of liquid should be supported in automodel area ($Re > 10000$).

Normal work of the BGKO installation requires timely and rather full removal of oil slime from it from a settler bottom.

Height of a layer of accumulation of the caught oil in the top zone of a settler it is necessary to accept $\approx 0,2-0,3$ m from the top point of the arch of a settler of BGKO.

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

References

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. Adelshin A.A., Adelshin A.B., Urmitova N.S., Beregovaya V.A. Basic provisions of designing, design and calculation of block installations of purification of oil-field sewage with use of the twirled streams. Part 1. Basic data on the cleaning device, on qualitative and quantitative parameters of oil-field sewage and requirements to quality of their cleaning. – Kazan: KSUAE, 2013, № 1 (23). – P. 159-167.
6. Busarev A.V. Intensification of purification of petrocontaining sewage with application of hydroclones with counter-pressure on chamber drains: Cand. tech. sci. dissertation. – Kazan, 1997. – 229 p.
7. The sewerage occupied and industrial enterprises / Directory of the designer. – M.: Stroyizdat, 1981. – 640 p.
8. Water supply occupied and industrial enterprises / Directory of the designer. – M.: Stroyizdat, 1977. – 288 p.
9. Egorov V. I. Hydraulics of pressure head tubular systems in water treatment facilities. – M.: Stroyizdat, 1984. – 95 p.
10. Kurganov A.M., Fedorov N.F. Hydraulic calculations of systems of water supply and water disposal. Directory. – L.: Stroyizdat, 1986. – 440 p.
11. SP 31.13330.2010, SNiP 2.04.02-84*. Water supply. External networks and constructions. – M., 1985. – 134 p.
12. Adelshin A.B., Urmitova N.S. Use of a coarse-grained hydrodynamic nozzle boot for the intensification of oily waste-water cleaning. Monography. – Kazan, KSUAE, 1997. – 249 p.
13. Altshul' A.D. Hydraulic resistance. – M.: Publishing house Nedra, 1982. – 224 p.
14. Kuzmin Y.M. Mesh installations in water treatment constructions. – L.: Stroyizdat, 1960. – 131 p.
15. Lysov V.A., Kurgayev E.F. New hydraulic pressure head system for removal of a deposit from horizontal water settlers. Water supply and sewerage design. Abstract collection, Release 6 (87). – M., 1973. – P. 14-31.
16. Barishnikov T.I., Speransky V.S. Calculation of the perforated collection of a deposit. Water supply systems and constructions. Interuniversity collection of works. – L.: LISI, 1979. – P. 120-127.
17. Kadyrov R.M., Adelshin A.B. Research of quantitative and qualitative characteristics of oil slimes of installations of preparation of oil and water and their dehydration. – Moscow: TSINTIkhimneftemash. Express information. HM-3 series. Oil-field mechanical engineering. 1984. – 12 p.
18. Lutoshkin G.S. Collecting and processing of oil, gas and water. – M.: Nedra, 1979. – 319 p.