

УДК 628.334.5.33643

А.А. Адельшин – аспирант

А.Б. Адельшин – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой

Л.Р. Хисамеева – доцент

И.Г. Шешегова – доцент

Кафедра водоснабжения и водоотведения

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

БЛОЧНАЯ УСТАНОВКА ОЧИСТКИ НЕФТЕСОДЕРЖАЩИХ СТОЧНЫХ ВОД НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКОВ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ПОДДЕРЖАНИЯ ПЛАСТОВОГО ДАВЛЕНИЯ

Одним из наиболее крупных водопотребителей и объектом образования нефтесодержащих сточных вод является нефтяная промышленность, в которой более 90% нефти добывается на месторождениях, разрабатываемых с использованием методов заводнения продуктивных нефтяных пластов с целью поддержания пластового давления (ППД). Обводненность добываемой нефти в среднем по стране превышает 80%. На установках промышленной подготовки нефти от нефти отделяется вода, образуются пластовые нефтесодержащие (нефтепромысловые) сточные воды (НСВ), объем которых по стране составляет более 1,2 млрд. м³ в год, в т.ч. более 150 млн. м³ в Республике Татарстан, которые используются в системах заводнения, что является одним из наиболее эффективных методов повышения нефтеотдачи пластов, позволяет значительно сократить потребление пресных вод, решить проблемы защиты окружающей среды от загрязнений на промыслах.

Внедрение промышленных методов обустройства нефтяных месторождений предусматривает широкое применение оборудования, аппаратов, установок для очистки нефтепромысловых сточных вод (НСВ) в блочном исполнении с высоким эффектом очистки и высокой единичной мощностью аппаратов, установок при ограниченном объеме, герметичность, транспортабельность и высокую индустриальность в изготовлении и монтаже.

Основными направлениями являются: создание и совершенствование новых методов, аппаратов, установок очистки НСВ; совершенствование конструкции распределительных и сборных устройств и улучшение гидродинамики потока в отстойниках; интенсификация и совершенствование технологических процессов, в т.ч. применение специальных конструкций и устройств для предварительного разрушения бронирующих оболочек и укрупнения капель эмульгированной нефти; разработка методов расчета, конструирования, проектирования, строительства и эксплуатации сооружений очистки НСВ.

В основе практически всех методов работы

сооружений, аппаратов очистки вод определяющее место занимают: количественные, качественные и режимные параметры воды; гидродинамические процессы, происходящие как в самих сооружениях, аппаратах, так и в коммуникациях (трубопроводы, местные сопротивления и т.д.); требования к качеству воды.

Сущность и успешность процесса очистки НСВ заключаются в достаточно полном и быстром снижении агрегативной и кинетической устойчивости НСВ, главным образом, путем разрушения адсорбционной бронирующей оболочки на каплях дисперсионной фазы (нефти), предшествующего слиянию, укрупнению (коалесценции) их. При этом глубина и скорость процесса очистки НСВ определяются степенью разрушения указанной оболочки на каплях нефти, режим движения НСВ, обеспечивающий укрупнение этих капель. Эти процессы осуществляются наиболее полно и интенсивно при определенной степени турбулизации потока НСВ в полости различных гидродинамических каплеобразователей.

Процесс очистки НСВ для целей заводнения нефтяных пластов сводится к удалению из них до требуемого уровня нефти (60 мг/л) и механических примесей (50 мг/л) [1].

Исследованиями созданы устройства и технология очистки НСВ, которые предусматривают предварительную обработку исходных НСВ с целью разрушения бронирующих оболочек на каплях нефти, укрупнение капель нефти и уменьшение полидисперсности капель нефти за счет гидродинамической обработки исходной НСВ в гидроциклонах, гидроциклонах каплеобразователях, крупнозернистых саморегенерирующих коалесцирующих фильтрах (насадках), закрученных потоках. Технология реализована в установках очистки НСВ по схемам: гидроциклон - отстойник, гидроциклон - насадка - отстойник, струйный каплеобразователь - отстойник, гидроциклон - цилиндрические камеры закрученного потока - насадка - отстойник (БГКО) и др. [2].

Высокий и стабильный эффект очистки НСВ может



быть достигнут за счет предварительной гидродинамической обработки ее в закрученном потоке, осуществляемой последовательно во всех областях закрученного течения: расширения закрученного потока, стабильного закрученного течения, затухания закрученного течения, переходного осевого потенциального течения, переходного осевого потенциального течения, тороидальных зон обратных токов, рециркуляционных зон; энергия потока максимально используется для наиболее полной реализации всех стадий механизма разрушения НСВ. Вследствие этого увеличивается глубина очистки и сокращается продолжительность очистки в 1,5-2 раза по сравнению с аналогами [3].

Ниже приведена принципиальная технологическая схема (рис.) полноблочной опытно-промышленной установки (станции) БГКО-3000, производительностью 3000 м³/сут [3].

Установка (станция) БГКО-3000 предназначена для очистки НСВ с целью заводнения нефтяных пластов и состоит из блока гидроциклон - камеры сливов – насадка - отстойник I, емкости для очищенной воды II, емкости уловленной нефти III, насосов перекачки очищенной воды IV из емкости II на кустовую насосную станцию (КНС), насоса для перекачки уловленной нефти V из емкости III на установку подготовки нефти (УПН), насоса для подачи промывной воды VI из емкости II в напорную систему смыва 31, запорно-регулирующей арматуры и коммуникаций технологических трубопроводов.

Установка работает следующим образом. Исходная НСВ, содержащая нефть и механические примеси, по трубопроводу 1 под напором подается через напорное трубчатое распределительное кольцо 2 в гидроциклоны 3.

В гидроциклонах 3 осуществляется гидравлическая обработка НСВ в поле центробежных сил, в результате чего разрушаются бронирующие оболочки на частицах нефти и стабилизированные агрегаты из механических примесей, происходит укрупнение капель нефти, увеличивается монодисперсность внутренней нефтяной фазы эмульсии, а также происходит разделение НСВ на два потока эмульсии: поток из верхних сливов 5 гидроциклонов 3 поступает в цилиндрические камеры 7, а поток из нижних сливов 6 - в цилиндрические камеры 8. Потоки эмульсии поступают в цилиндрические камеры 7 и 8 в виде закрученных струй, при этом увеличивается время гидродинамической обработки эмульсии в закрученном поле массовых, а также поверхностных сил, энергия которых используется для наиболее полной реализации всех стадий механизма разрушения нефтяной эмульсии (деформация и разрушение бронирующих оболочек на глобулах нефти; сближение, столкновение капель; слияние и укрупнение (коалесценция) капель; концентрация, осаждение капель; выделение дисперсной фазы в виде

сплошной фазы – расслоение, разделение эмульсии на нефть и воду), и, как следствие, повышается эффективность очистки НСВ. Далее из цилиндрических камер 7 поток эмульсии поступает в напорное трубчатое сборное кольцо 9, а далее по трубопроводу 39 в распределитель 17, и из него в виде равномерно распределенного потока в слой высококонцентрированной по нефти эмульсии 23 (т.е. в зону турбулентного перемешивания 24), где происходит интенсивная коалесценция капель нефти, переход укрупнившихся капель нефти в слой уловленной нефти 26, контактная очистка НСВ от нефти. Поток эмульсии из цилиндрических камер 8 поступает в напорное трубчатое сборное кольцо 10 и далее по трубопроводу 40 в распределитель 18, а из него в виде равномерно распределенного потока непосредственно у нижней поверхности слоя нефти 26, т.е. в зоне турбулентного перемешивания 24. Потоки, выходящие из распределителей 17 и 18, интенсивно перемешиваются в слоях высококонцентрированной по нефти эмульсии 23 и нефти 26, что также повышает эффективность контактной очистки НСВ. При этом в слое высококонцентрированной эмульсии 23 в режиме турбулентного перемешивания происходит интенсивная коалесценция нефтяных капель, переход их в слой уловленной нефти 26. Уловленная нефть по мере накопления через нефтесборники 33, 34 отводится по трубопроводам 33' и 34' в емкость уловленной нефти III, откуда насосом V перекачивается на УПН.

Для удаления накопившегося осадка со дна отстойника 11 в напорную систему смыва 31 по трубопроводу 41 подается под напором вода, которая, вытекая из сопел, смывает осадок к сборной дырчатой системе 27, далее смытый осадок по трубопроводу 42 отводится в осадконакопитель.

Мелкодисперсные частицы нефти, вынесенные потоком воды транспортной зоны 25 из рабочей секции 15, укрупняются при фильтрации через слой коалесцирующей загрузки 12 и всплывают в буферной секции 16, накапливаются в верхней части этой секции, а далее удаляются через нефтесборник 34 и патрубок 34'.

Очищенная вода удаляется из буферной секции 16 через коллектор 35, отбойник 36 и трубопровод 43 в емкость II, откуда насосом IV на КНС для заводнения нефтяных пластов. Часть воды из емкости II по трубопроводу 41 подается в напорную систему смыва 31 насосом VI.

Накапливающийся в процессе работы станции газ в емкостях II и III отводится по трубопроводам 44, 45 на факел. Для опорожнения емкостей I, II и III предусмотрены трубопроводы 46, 47 и 48 соответственно. Емкости оборудованы в верхней части регуляторами давления.

Достоинствами установки являются высокий эффект очистки и высокая удельная производительность; комплексная гидродинамическая обработка НСВ, совмещенная с интенсивной

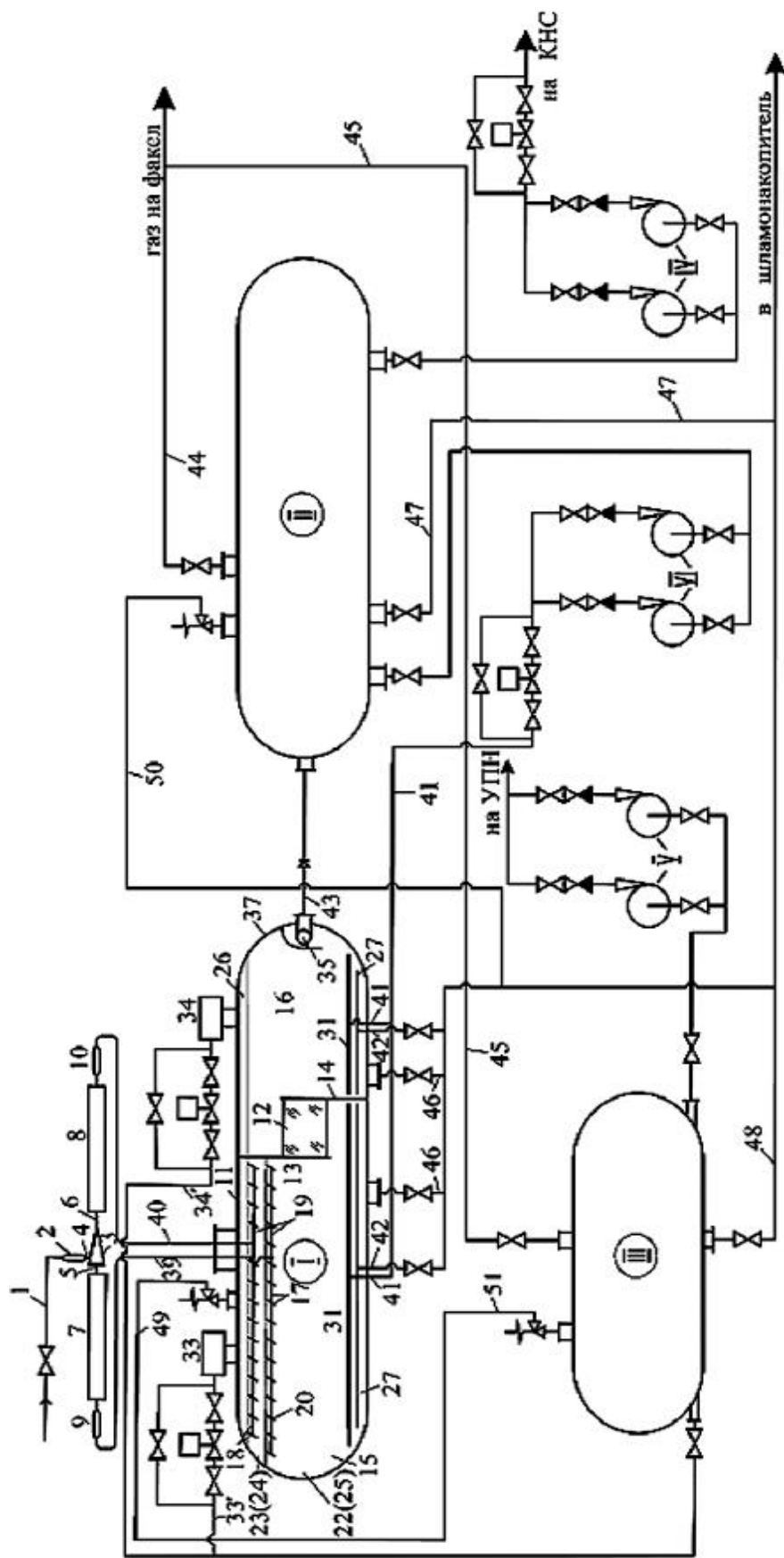


Рис. Технологическая схема станции БГКО-3000 для очистки нефтепромысловых сточных вод:

I – БГКО; II – емкость очищенной воды; III – емкость уловленной нефти; IV, V, VI – насосы, соответственно, для перекачки очищенной воды, уловленной нефти, промывной воды; I – трубопровод подачи исходной воды; 2 – напорное трубчатое распределительное кольцо; 3 – гидроциклон; 4 – патрубок подачи исходной НСВ; 5, 6 – отводы, соответственно, верхнего и нижнего слива; 7, 8 – цилиндрическая камера, соответственно, верхнего и нижнего слива; 9, 10 – напорное трубчатое сборное кольцо, соответственно, камеры верхнего и нижнего слива; 11 – отстойник; 12 – коалесцирующая насадка; 13, 14 – перегородки; 15, 16 – соответственно, рабочая и буферная секция отстойника; 17, 18 – перфорированный трубчатый распределитель для НСВ, соответственно, из верхнего и нижнего слива; 19, 20, 21 – соответственно, коллектор, ответвления и выходные отверстия распределительной системы; 22, 23, 26 – слои, соответственно, воды, высококонцентрированной эмульсии, уловленной нефти; 24 – зона турбулентного перемешивания; 25 – транспортная зона; 27 – сборная дырчатая система; 28 – отверстия сборной системы; 29, 30 – соответственно, коллектор и сопла системы смыва; 31 – напорная система смыва; 32 – коллектор сборной системы; 33, 34 – нефтесборники; 33', 34' – патрубки уловленной нефти; 35 – дугообразный равноплечный трубчатый дырчатый коллектор; 36 – дугообразный отбойник; 37 – сферический торс; 38 – отверстия; 39, 40, 41, 42, 49, 50, 51 – трубопроводы; 43 – патрубок



контактной очисткой; равномерное распределение потока очищаемой НСВ, равномерный сбор очищенной воды и осадка; гидродинамическое разрушение промежуточного слоя и исключение формирования этого слоя, достаточно полное и быстрое удаление осадка при полном исключении ручного труда и простоя установок очистки, возможность удаления осадка в любое время года; улучшение условий эксплуатации устройства очистки НСВ; компактность устройства и высокоиндустриальность его в изготовлении (блок полного заводского изготовления) и монтаже, высокая экономичность; дает возможность для создания и реализации эффективной технологии очистки НСВ при наименьших материальных и энергетических затратах.

Технико-экономические показатели установки БГКО-3000:

- производительность – 3000 м³/сут; содержание в исходной (очищенной) НСВ: нефтепродуктов до 3000 мг/л (60 мг/л), механических примесей до 200 мг/л (50 мг/л); давление на входе в гидроциклоны не менее 0,4 МПа, на выходе из отстойника 0,2 МПа; занимаемая площадь

500 м²; срок строительства 25 дней; стоимость строительства в ценах 2006 года – 9232020 руб.; стоимость оборудования (отстойник типа ОГ-200, емкости очищенной воды ОГ-100 и уловленной нефти ОГ-50, насосы для перекачки очищенной воды, промывной воды, нефти) в ценах 2007 года составляет 4960050 руб.

Литература

1. Временные положения о закачке нефтепромысловых сточных вод и нагнетательные скважины систем ППД ОАО «Татнефть». – Бугульма: ТатНИПИнефть, 2004. – 15 с.
2. Адельшин А.Б. Энергия потока в процессах интенсификации очистки нефтесодержащих сточных вод. Монография. Часть 1. Гидроциклоны. – Казань, 1996. – 200 с.
3. Патент РФ №2253623 БИ №16 от 10.06.2005 г. «Устройство для очистки нефтесодержащих сточных вод» (Авторы: А.А. Адельшин, А.Б. Адельшин, Н.И. Потехин).