

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ СЕКЦИИ ПОДОГРЕВА НЕФТЕГАЗОВОДОРАЗДЕЛИТЕЛЯ ТИПА «HEATER-TREATER»

А.Р. Юлмухаметов, магистрант

В.В. Шайдаков, д-р техн. наук, профессор

Уфимский государственный нефтяной технический университет
(Россия, г. Уфа)

DOI: 10.24411/2500-1000-2020-10242

Аннотация. В статье рассматривается проблема прогара жаровых труб нефтегазоводоразделителя типа «Heater-Treater» вследствие отложения нефтешлама на их поверхности. Для решения проблемы предложена усовершенствованная конструкция секции подогрева этого аппарата. С целью уменьшения прогаров жаровых труб и отложения нефтешлама на их поверхности, предлагается изменить конструкцию устройства ввода и распределения нефтяной эмульсии в секцию подогрева.

Ключевые слова: нефтегазоводоразделитель, секция подогрева, прогар, нефтешлам, распределительное устройство.

В настоящее время крупные нефтяные месторождения России вступили в завершающую стадию разработки, что говорит о высокой обводненности добываемой нефти. Увеличение объёма добываемой жидкости за счёт извлекаемой воды вместе с нефтью приводит к резкому скачку расходов на транспортировку добываемой продукции до пунктов промышленной подготовки нефти. Помимо этого, пластовую воду после отделения от нефти нужно возвращать на объекты добычи нефти для утилизации путём закачки в пласты с целью поддержания пластового давления. Всё это приводит к необходимости роста эффективности работы нефтегазовых компаний [1].

Одним из перспективных направлений в достижении этой цели является техническое и технологическое совершенствование процессов подготовки нефти: сбора, утилизации воды и газа, а также обессоливания нефти на месторождениях. Снабжение месторождений комплексами подготовки нефти традиционными способами – длительный, трудоёмкий и затратный процесс.

Традиционные установки являются сложными техническими сооружениями, состоящими из целого ряда отдельно стоящих блоков (сепараторов, печей, дегидраторов, отстойников и т.д.). Все это оборудование охватывает довольно значи-

тельные площади (2-6 гектаров), которые часто доводится отвоевывать у болот. Вдобавок, установки, состоящие из небольшого количества сооружений, трудоёмкие в обслуживании, довольно затратны и не всегда результативны в работе [2].

Решение этой проблемы – сочетание процессов нагрева, сепарации, обезвоживания нефти и очистки воды в одном технологическом аппарате – нефтегазоводоразделителе типа «Heater-Treater». Он представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат с эллиптическими днищами, установленный на две седловые опоры, с запорно-регулирующей арматурой и средствами КИПиА.

Нефтегазоводоразделители типа «Heater-Treater» используются для получения товарной нефти из продукции скважин, для сепарации продукции скважин, для предварительного обезвоживания. Также они получили обширное применение и на месторождениях высокопарафинистых нефтей, у которых повышенное содержание высокомолекулярных («твердых») парафинов обуславливает высокую температуру застывания нефти. При температурах, близких к температуре застывания, резко повышается вязкость нефтей и обратных водонефтяных эмульсий (вода в нефти), возрастают гидравлические потери в трубопроводах, возникает опасность «замораживания» трубопроводов. В

связи с этим, для сбора и транспортировки высокопарафинистых нефтей, в первую очередь, необходим их нагрев [3].

Такая установка имеет ряд преимуществ, так как применяется для любого типа нефти (тяжелые, лёгкие, с высоким содержанием воды до 98%).

Одним из существенных преимуществ установки можно отметить то, что один блочный аппарат «Heater-Treater» заменяет традиционную установку, состоящую из нескольких типовых монофункциональных аппаратов, и синхронно совершает сепарацию нефти, газа и воды. Сочетание процессов нагрева, сепарации, обезвоживания нефти и очистки воды в одном технологическом аппарате увеличивает эффективность предварительного сброса воды из нефти [4].

Объектом нашего исследования является нефтегазоводоразделитель типа «Heater-Treater», а предметом исследования – секция подогрева данного аппарата. В ходе исследования мы будем разбирать проблемы, связанные непосредственно с секцией подогрева.

Секция подогрева нефтегазоводоразделителя предназначена для нагрева и предварительного разделения продукции скважин. Выделившийся газ собирается в верхней части ёмкости, проходит очистку и выводится из аппарата. Благодаря различным плотностям жидкостей, свободная вода отделяется и осаждается на дне аппарата, а водонефтяная эмульсия нагревается и разделяется, перемещаясь вдоль жаровых труб. Нагревание понижает вязкость нефти, увеличивает эффективность расщепления эмульсии и сепарации нефти [5].

Секция подогрева состоит из распределительного устройства для ввода нефтегазово-жидкостной смеси, и двух жаровых труб, в каждой из которых установлены факельные горелки. Предназначение жаровой трубы – нагрев эмульсии. Нагрев совершается за счет сжигания попутного газа, выделившегося из нефти или из альтернативного источника, поступающего по линии подачи топливного газа к основным и запальным горелкам. Продукты сгорания проходят через жаровую трубу и выходят в дымоход, при этом нагревая трубу и передавая тепло эмульсии. Если во входящем потоке не имеется объем газа, достаточный для поддержания необходимого температурного баланса, может понадобиться дополнительный источник топливного газа [6].

Недостатком существующей конструкции секции подогрева нефтегазоводоразделителя типа «Heater-Treater» является распределительное устройство заводского изготовления. Проблема заключается в том, что оно препятствует прямому попаданию вводимой продукции непосредственно на жаровые трубы, это тем временем приводит к перегревам стенок жаровых труб и прогарам.

Эта проблема является обоснованием для совершенствования секции подогрева нефтегазоводоразделителя типа «Heater-Treater».

На рисунке 1 представлена конструкция секции подогрева нефтегазоводоразделителя типа «Heater-Treater» с распределительным устройством заводского изготовления.

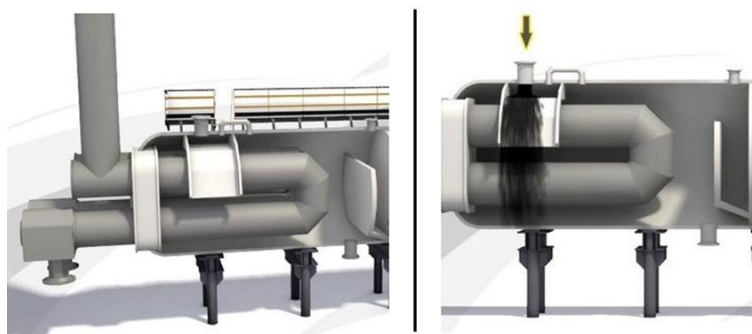


Рис. 1. Распределительное устройство заводского изготовления

Многолетний опыт эксплуатации нефтегазодоразделителей показывает, что жаровые трубы прогорают. Прогары чаще всего возникают на верхней кромке нижней части трубы, это соответствует месту активного пламени вблизи горелки. Также при тщательном осмотре труб по время

ремонта наблюдается образование слоя нефтешламовых отложений на поверхности труб, которые приводят к местным перегревам и, впоследствии, к прогару труб.

Жаровые трубы аппарата и их деформации, вследствие прогаров, представлены, соответственно, на рисунках 2 и 3.



Рис. 2. Жаровые трубы нефтегазодоразделителя



Рис. 3. Деформации жаровых труб

В связи с тем, что добываемая нефтяная эмульсия включает в себя мелкодисперсный песок в совокупности с парафинистыми отложениями, отделять их механическими фильтрами не рационально. Ввиду высокого содержания примесей фильтры будут нуждаться в частом ремонте. Отложения скапливаются на нижней части жаровой трубы вблизи пламени горелки, препятствуя протеканию теплообмена [7].

Одной из причин данной проблемы является неравномерный ввод сырья в аппарат. Для равномерного распределения жидкости в аппарате и увеличения долговечности жаровых труб путем снижения количества прогаров жаровых труб предлагается совершенствование устройства ввода нефтяной эмульсии в аппарат.

Для предотвращения прогаров и смывания нефтешламовых отложений, а так же с целью увеличения межремонтного перио-

да, я предлагаю изменить конструкцию распределительного устройства аппарата.

Автором предлагается установить трубу сверху аппарата, которая будет выполнять функцию коллектора, с помощью чего жидкость будет равномерно распределяться внутри аппарата. Водонефтяная эмульсия будет циркулировать в пространстве между жаровыми трубами, что позволит обеспечить более интенсивный и равномерный её нагрев жаровыми трубами.

Эскиз предлагаемого трубчатого распределительного устройства представлен на рисунке 4. Трубчатый распределитель представляет собой Т-образную трубу длиной 5300 мм, $\varnothing 324$ мм, с двумя симметричными рядами патрубков, расположенных перпендикулярно к нижней части распределителя. Каждый ряд состоит из шести патрубков с внутренним диаметром 50 мм.

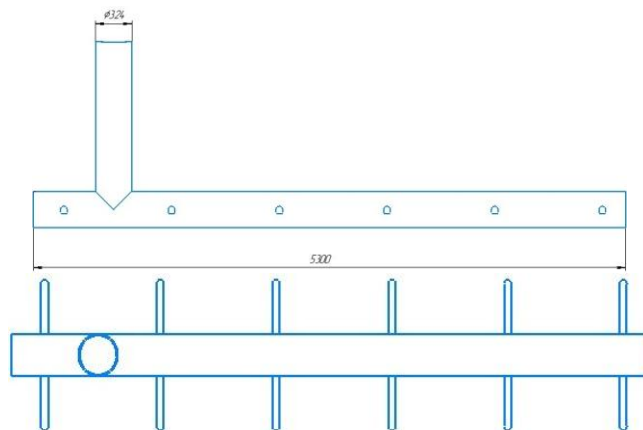


Рис. 4. Эскиз предлагаемого распределительного устройства

На рисунках 5 и 6 приводится расположение предлагаемого распределительного устройства в секции подогрева нефтегазоводоразделителя.

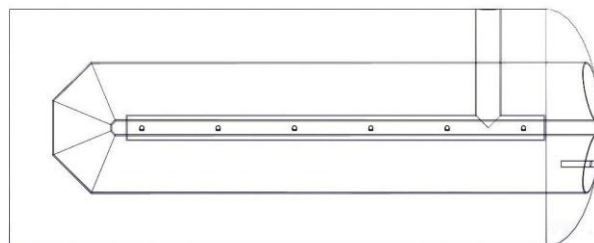


Рис. 5. Расположение предлагаемого распределительного устройства в секции подогрева аппарата (вид сбоку)

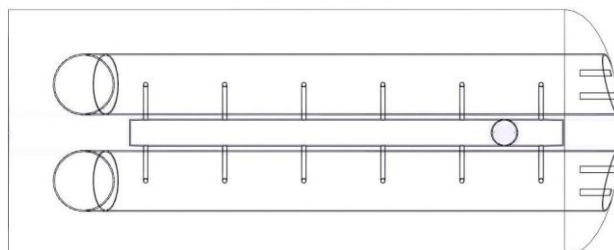


Рис. 6. Расположение предлагаемого распределительного устройства в секции подогрева аппарата (вид сверху в разрезе)

На рисунке 7 приводится общий вид секции подогрева нефтегазоводоразделителя типа «Heater-Treater» с предлагаемым

распределительным устройством для ввода нефтяной эмульсии.

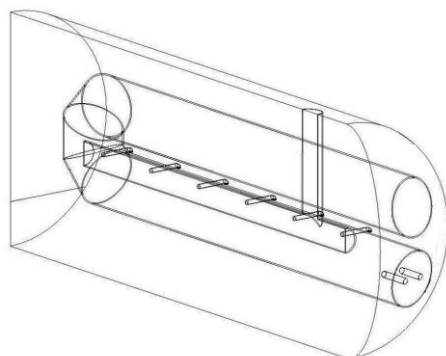


Рис. 7. Общий вид секции подогрева с предлагаемым распределительным устройством

При установке предлагаемого распределительного устройства, направление потока нефтегазожидкостной смеси, поступающая из патрубков, будет направлено перпендикулярно поверхности нижней части жаровых труб, что обеспечит более интенсивное и равномерное распределение тепловой нагрузки по поверхности жаровой трубы.

Снабжение нефтегазоводоразделителей типа «Heater-Treater» распределительными устройствами особой конструкции (вместо распределителей стандартного заводского изготовления) позволит распределять входной поток жидкости в аппарате таким образом, что поможет понизить вероятность образования отложений нефтешлама в межтрубном пространстве жаровых труб аппаратов и предупредить образование прогаров [8].

В процессе исследования, с помощью программного комплекса Ansys Workbench было проведено компьютерное моделирование секции подогрева аппарата с целью анализа эффективности использования предложенного распределительного устройства.

В ходе работы были построены две твердотельные модели: заводской конструкции секции подогрева с подачей потока нефтяной эмульсии сверху и предлагаемой конструкции с распределительным устройством с патрубками.

По результатам исследований получены значения всех параметров, характеризующих теплообмен. На рисунке 8 изображено распределение температур жаровых труб до и после внедрения модернизации.

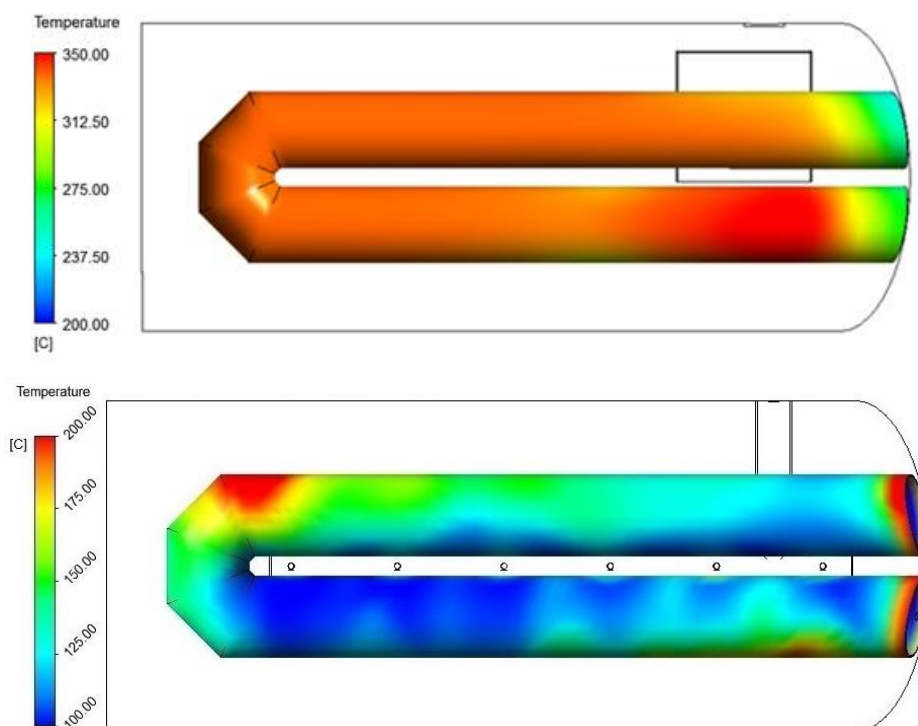


Рис. 8. Распределение температуры жаровых труб при применении заводского и предлагаемого распределительного устройства

Таким образом, совершенствование конструкции устройства ввода и распределения жидкости позволит избежать деформации жаровых труб, уменьшить количество прогаров и увеличить межремонтный период нефтегазоводоразделителей

типа «Heater-Treater», тем самым снизив расходы на осуществление ремонтных работ, а также обезопасить деятельность данного оборудования и в целом производства объектов подготовки нефти.

Библиографический список

1. *Кривцов В.Г.* Разработка технологии предварительного сброса воды на объектах добычи нефти. – Уфа, 2007. – С. 4.
2. *Каталог «Нефтегазоводоразделитель с прямым подогревом типа Heater-Treater»* выпущенный к 60 летнему юбилею ООО «Курганхиммаш» – Курган, 2015. – С. 1.
3. *Электронный ресурс.* URL: <https://helpiks.org/4-640.html>
4. *Электронный ресурс.* URL: <http://kurgankhimmash.ru/files/flib/1192.pdf>
5. *Технический каталог «Нефтегазовое оборудование»* – ООО «Гагаринский машиностроительный завод», 2014. – С. 22.
6. *Леонтьев С.А., Галикеев Р.М., Тарасов М.Ю.* Технологический расчет и подбор стандартного оборудования для установок системы сбора и подготовки скважинной продукции. – Тюмень, 2015. – С. 49.
7. *Усманов М.Р., Туманова Е.Ю.* Совершенствование секции подогрева трёхфазного сепаратора Heater-Treater. – Уфа, 2018. – С. 45.
8. *Электронный ресурс.* URL: <https://docplayer.ru/51295492-Nauchno-issledovatelskaya-rabota-vnedrenie-vnutrennih-ustroystv-raspredeley-potoka-v-apparatah-hiter-triter-po-ngdu-lyantorneft.html>

**IMPROVEMENT OF THE DESIGN OF THE HEATING SECTION
OIL AND GAS SEPARATOR TYPE «HEATER-TREATER»**

A.R. Yulmukhametov, *Graduate Student*

V.V. Shaydakov, *Doctor of Technical Sciences, Professor*

Ufa State Petroleum Technological University

(Russia, Ufa)

Abstract. *The article discusses the problem of burnout of the flame tubes of the «Heater-Treater» oil and gas separator due to the deposition of oil sludge on their surface. To solve the problem, an improved design of the heating section of this apparatus is proposed. In order to reduce burnout of the flame tubes and the deposition of oil sludge on their surface, it is proposed to change the design of the input device and the distribution of the emulsion in the heating section.*

Keywords: *oil and gas separator, heating section, burnout, oil sludge, switchgear.*