

УДК [662.276.8:665.622]:665.637.73

Н. Д. Шишкин, М. А. Марышева, Д. М. Мамитов

РАЗРАБОТКА ПРОМЫСЛОВЫХ ДЕПАРАФИНИЗАТОРОВ НЕФТИ С ПОЛУЧЕНИЕМ ТОВАРНОГО АСФАЛЬТОСМОЛОПАРАФИНОВОГО ПРОДУКТА

Анализ существующих конструкций промышленных депарафинизаторов и кристаллизаторов с получением товарного продукта выявил существенные недостатки, не позволяющие использовать их в качестве промысловых депарафинизаторов нефти. Для устранения этих недостатков предлагается конструкция промыслового депарафинизатора непрерывного действия на основе термического гидроциклона с охлаждаемой и обогреваемой рубашкой. Исследованы характеристики процесса образования асфальтосмолопарафинового продукта: температура плавления – 54 °С, температура кристаллизации – 56 °С, теплота плавления и кристаллизации – 189 кДж/кг, скорость осаждения твердых частиц – $1,6 \cdot 10^{-3}$ м/с. Оценены основные параметры депарафинизатора: высота каждого из 10 корпусов составит 1,0 м, диаметр установки – 0,5 м. Для условий месторождения имени В. Филановского на Северном Каспии производительность промыслового депарафинизатора по нефти составит 648 т/ч, по асфальтосмолопарафиновому продукту – 19 т/ч.

Ключевые слова: парафинистая нефть, промысловый депарафинизатор нефти, термический гидроциклон, асфальтосмолопарафиновый продукт.

Введение

Асфальтосмолопарафиновые отложения (АСПО) осложняют работу скважин, нефтепромыслового оборудования и трубопроводов, что приводит к снижению производительности и эффективности их работы. Как следствие, ухудшаются экономические показатели работы промысла, промысловых и магистральных трубопроводов, перекачивающих парафинистую нефть с содержанием парафинов до 5 %.

Для борьбы с АСПО существует много разнообразных химических, тепловых физических и механических методов [1–3], однако они не могут радикально решить проблему. Эти методы направлены на временное предотвращение отложений или на их механическое удаление из промысловых и магистральных трубопроводов с помощью специальных скребков, которые, при застревании на длительное время, могут существенно затруднить транспортировку нефти, а иногда и полностью остановить добычу нефти на промысле. Асфальтосмолопарафиновые отложения, удаляемые скребком, состоят в основном (на 90 %) из парафина и практически не используются для дальнейшей переработки. Вследствие этого достаточно актуальной представляется разработка промыслового депарафинизатора высокопарафинистой нефти с содержанием парафинов более 5 % с получением твердого товарного асфальтосмолопарафинового продукта (АСПП), более дорогого, чем сама нефть и попутный газ.

Целью исследования являлась разработка промыслового депарафинизатора парафинистой нефти (ПДН) с получением АСПП. **Основные задачи** исследования: анализ существующих конструкций промышленных депарафинизаторов и кристаллизаторов; разработка конструкции ПДН; оценка параметров ПДН на основе исследования характеристик процесса образования АСПО.

Анализ существующих конструкций промышленных депарафинизаторов и кристаллизаторов

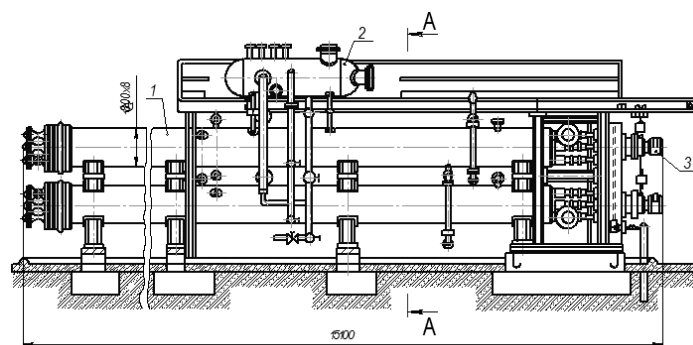
В ходе краткого анализа существующих конструкций промышленных депарафинизаторов и кристаллизаторов в качестве аналогов рассмотрим ряд конструкций аппаратов, используемых на нефтеперерабатывающих заводах (НПЗ) в технологиях производства масел. Известные кристаллизаторы разделяются [4–6]:

– по конструкции – на скребковые, скребковые типа «труба в трубе», вальцовые, дисковые и др.;

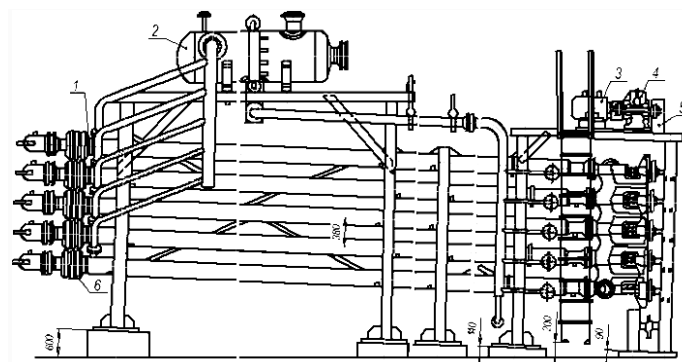
– по типу теплообменной секции – на кожухотрубные и типа «труба в трубе».

Скребковый кристаллизатор представляет собой теплообменный аппарат, состоящий из следующих основных частей: теплообменная секция, блок привода, опорные металлоконструк-

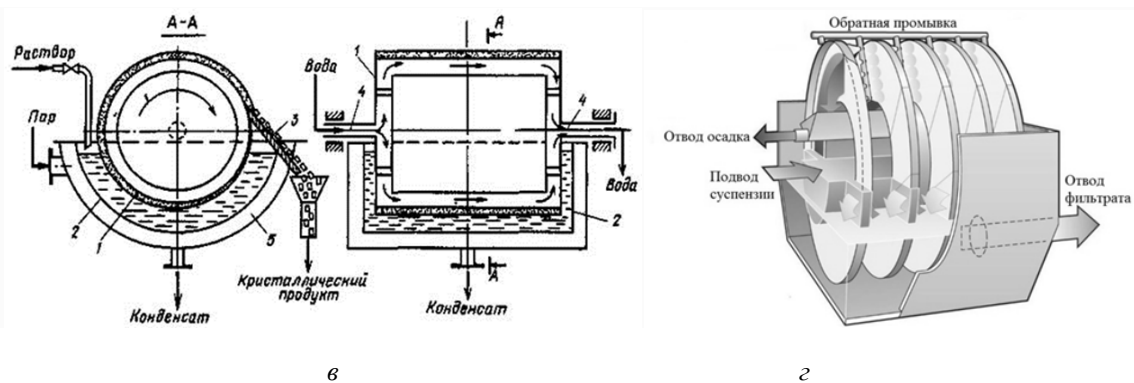
ции (рис. 1, а). Скребокый кристаллизатор типа «труба в трубе» состоит из горизонтальных секций змеевика, собранных в 2–4 вертикальных ряда (рис. 1, б). Во внутренних трубах секций установлены валы со скребковыми устройствами. Вращение валов производится от мотора через редуктор с помощью цепи и звездочек или через мотор-редукторы.



а



б



в

г

Рис. 1. Основные типы конструкций депарафинизаторов и кристаллизаторов:

- а – скребокый кристаллизатор: 1 – трубное пространство; 2 – аккумулятор; 3 – полый вал; 4 – скребки;
 б – скребокый кристаллизатор типа «труба в трубе»: 1 – секция кристаллизатора; 2 – емкость хладагента;
 3 – электродвигатель; 4 – редуктор; 5 – передача цепная; 6 – волнистый (линзовый) компенсатор;
 в – вальцовый кристаллизатор: 1 – барабан; 2 – корыто; 3 – нож для съема кристаллов; 4 – полые валы;
 5 – паровая рубашка; г – дисковый кристаллизатор

Рассмотренные стационарные кристаллизаторы обладают рядом существенных недостатков. Скорость кристаллизации в них чрезвычайно мала – для охлаждения раствора часто требуется несколько суток, что обусловлено малой величиной коэффициента теплоотдачи к воздуху и образованием на стенках аппарата толстых наростов соли. В силу указанных недостатков эти кристаллизаторы в настоящее время применяются крайне редко.

Более совершенными представляются кристаллизаторы, имеющие подвижные охлаждаемые элементы в виде барабанов или дисков – вальцовые и дисковые кристаллизаторы. Вальцовый кристаллизатор – установка, служащая для переработки материала из расплавленного состояния в твердый продукт определенной формы. Затвердевание расплавленного материала происходит за счет его охлаждения до температуры кристаллизации (рис. 1, в). Более компактным и эффективным представляется кристаллизатор дисковый, который представляет собой горизонтальный цилиндрический аппарат, объем которого разделен на отдельные секции с помощью охлаждающих дисков (рис. 1, г). Внутри дисков подается хладагент. Суспензия перемещается по корпусу и проходит все секции аппарата, последовательно перетекая из одной секции в другую по кольцевым зазорам. Каждый диск снабжен скребковым устройством, закрепленным на тихоходном валу, который приводится в действие с помощью двухступенчатого мотор-редуктора. Конструкции вальцового и дискового кристаллизатора также имеют недостатки: негерметичность корпуса, что недопустимо для их использования для депарафинизации пожаро- и взрывопасной нефти, а также большие затраты электроэнергии на привод охлаждаемых барабанов и блоков дисков.

Разработка конструкции промышленного депарафинизатора нефти

Для устранения недостатков известных промышленных депарафинизаторов и кристаллизаторов и рациональной утилизации АСПП предлагается конструкция ПДН, за основу которого взят термический гидроциклон с омываемой рубашкой. Ранее были предложены периодически работавшие ПДН, со стадиями застывания АСПО при подаче холодного теплоносителя и стадиями плавления застывших АСПО для их слива в емкости [7–9]. Более рациональной представляется конструкция ПДН непрерывного действия, показанная на рис. 2.

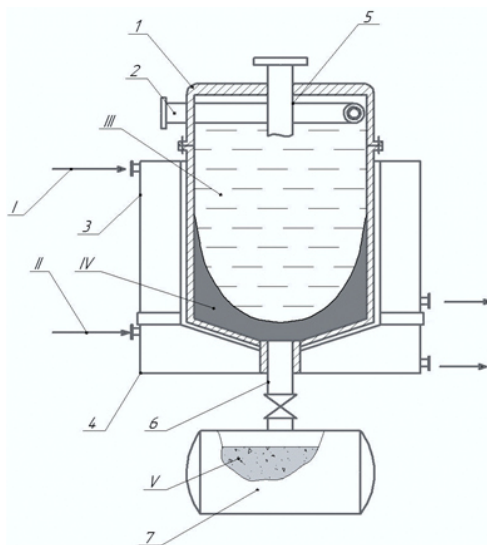


Рис. 2. Промысловый депарафинизатор нефти: 1 – корпус; 2 – входной тангенциальный патрубок; 3 – охлаждающая рубашка; 4 – нагревающая рубашка; 5 – выходной патрубок для очищенной нефти; 6 – патрубок для слива АСПП; 7 – емкость для товарного АСПП; I – охлаждающая жидкость; II – нагревающая жидкость; III – нефть; IV – АСПО; V – товарный АСПП

Нефть поступает в корпус 1 аппарата через тангенциальный ввод 2 по касательной к стенкам, движется по спирали и приобретает высокую скорость в сужающейся конической секции, что приводит к возникновению больших центробежных сил. Охлаждающая рубашка 3 способствует интенсивному отложению парафина на стенках аппарата. Очищенная от парафина нефть удаляется через выходной патрубок 5, а АСПП кристаллизуется на стенках и в нижней части аппарата. Затем задействуется нагревающая рубашка 4 в нижней части и разогретый АСПП самотеком стекает в емкость 7 для товарного АСПП. Этот АСПП в дальнейшем может быть транспортирован для переработки на НПЗ. Бесперебойный подогрев парафинистой нефти, поступающей в ПДН, до температуры выше температуры плавления осуществляется с помощью пластинчатых теплообменников. Для охлаждения может быть использована вода с температурой 5–25 °С, а для подогрева – горячая вода или водяной пар.

Исследование характеристик процесса образования асфальтосмолопарафиновых отложений

Для оценки основных конструктивных размеров и технологических параметров предлагаемого ПДН было выполнено исследование характеристик процесса образования АСПО. Исследовались теплофизические параметры АСПО с нефтепромысловых объектов Северного Каспия. Были определены: температура плавления АСПП, которая составила 54 °С, температура кристаллизации – 56 °С, теплота плавления и кристаллизации – 189 кДж/кг [10]. Для исследования интенсивности образования АСПО была разработана экспериментальная лабораторная установка [11, 12] (рис. 3).

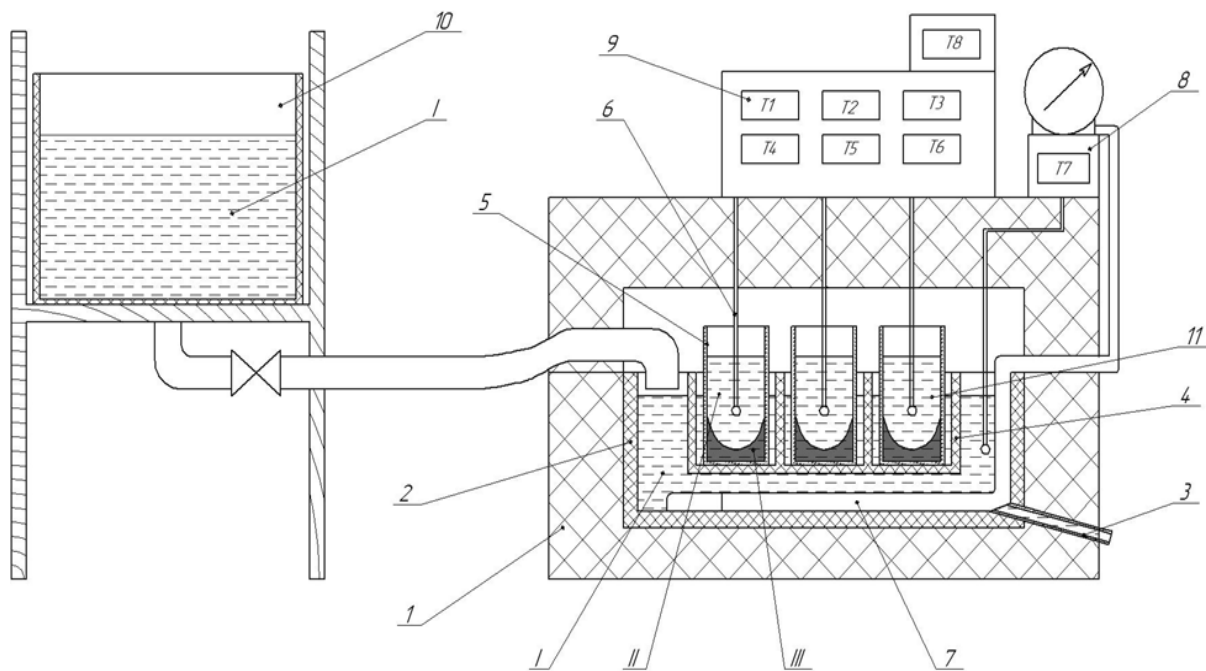


Рис. 3. Схема лабораторной экспериментальной установки для исследования интенсивности образования АСПО:

- 1 – корпус термостата; 2 – пластмассовый сосуд; 3 – патрубок для слива воды;
 4 – секционная коробка; 5 – стеклянный мерный стакан; 6 – термопара;
 7 – гибкий теплоэлектронагреватель; 8 – термореле; 9 – цифровые термометры;
 10 – сосуд с холодной водой; 11 – проба парафинистой нефти;
 I – охлаждающая вода, II – парафинистая нефть, III – АСПО

Установка помещена в вытяжном шкафу, где проводятся забор, нагрев и анализ проб парафинистой нефти. Установка состоит из корпуса термостата 1 из плотного пенополистирола, в котором располагается пластмассовый сосуд для воды 2, вода нагревается до необходимой температуры плавления АСПП (54 °С) с помощью гибкого теплоэлектронагревателя 7. С помощью термореле 8 поддерживается постоянная температура. После этого из питательного сосуда 10 поступает охлаждающая вода I для создания условий близких к условиям на море с диапазоном значений температуры от 10 до 20 °С. При повышении температуры воды, одновременно, определенная порция воды сливается через патрубок 4 и заливается новая порция более холодной воды в пластмассовый сосуд 2, куда помещается перфорированная секционная коробка 4. В каждой секции коробки 4 располагается по одной пробе II парафинистой нефти. Далее крышка корпуса термостата 1 плотно закрывается, в стеклянные мерные стаканы 5 опускаются термопары 6, температуру каждой пробы II определяют термометры 9, показывающие также температуру воды в пластмассовом сосуде 2 и температуру окружающей среды.

В ходе эксперимента наблюдалось образование АСПО, количество которых увеличивалось с течением времени (рис. 4).



Рис. 4. Стадии образования АСПО

По результатам эксперимента были получены данные, необходимые для дальнейших расчетов образования АСПО, т. е. осаждения АСПП. Основные данные по массам отложений, АСПО и нефтяным осадкам при температуре охлаждающей жидкости 10 °С приведены в табл. 1, 2.

Таблица 1

Суммарные массы отложений, АСПО и нефтяного осадка

Параметр	Значения					
	3	5	10	15	20	25
τ , мин	3	5	10	15	20	25
$M_{\text{АСПОн}}$, кг	0,0354	0,0453	0,0678	0,0816	0,0951	0,1030
$M_{\text{АСПО}}$, кг	0,0191	0,0191	0,0191	0,0191	0,0191	0,0191
$M_{\text{НО}}$, кг	0,0163	0,0262	0,0487	0,0625	0,0760	0,0839

Таблица 2

Доли АСПО и нефтяного осадка

Параметр	Значения					
	3	5	10	15	20	25
τ , мин	3	5	10	15	20	25
$S_{\text{АСПО}}$, %	54,0	42,2	28,2	23,4	20,1	18,5
$S_{\text{НО}}$, %	46,0	57,8	71,8	76,6	79,9	81,5

Как видно из табл. 1, суммарная масса отложений $M_{\text{АСПОн}}$ при изменении времени процесса от 3 до 25 минут увеличивается от 0,0354 до 0,1030 кг, а масса нефтяных отложений $M_{\text{НО}}$ – от 0,0163 до 0,0839 кг при постоянном значении массы АСПО $M_{\text{АСПО}}$ равном 0,0191 кг. Таким образом, как видно из табл. 2, при изменении времени процесса от 3 до 25 минут доля АСПП в образующихся отложениях уменьшается от 54,0 до 18,5 %, а доля нефтяных отложений в виде вязкого коллоидного раствора увеличивается от 46,0 до 81,5 %.

Динамика процесса осаждения кристаллизующихся частиц АСПП совместно с нефтяным осадком, т. е. динамика процесса образования АСПО при различных значениях температуры охлаждающей воды, показана на рис. 5.

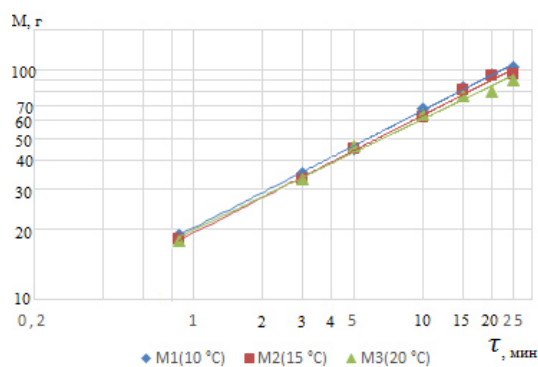


Рис. 5. Динамика процесса образования АСПО

По полученным данным была выполнена оценка скорости осаждения всех частиц парафина, кристаллизующихся в его объеме, по формуле

$$v = \frac{h}{\tau}, \quad (1)$$

где h – высота сосуда с пробой нефти, м.

Как видно из рис. 5 и табл. 3, в сосуде высотой 80 мм, независимо от температуры охлаждающей жидкости в момент времени 50 с, АСПО составили 100 %, а скорость осаждения частиц парафина, определенная по формуле (1), составила $1,6 \cdot 10^{-3}$ м/с. Эта скорость может быть увеличена в термогидроциклоне до $5,0 \cdot 10^{-3}$ м/с.

Полученные результаты могут быть использованы для оценки основных параметров ПДН. Высота каждого из 10 корпусов ПДН составит 1,0 м, диаметр установки – 0,5 м. Для условий месторождения им. В. Филановского, на котором добывается высокопарафинистая нефть с содержанием АСПП до 8–10 %, производительность ПДН по нефти составит 648 т/ч, по парафину – 19 т/ч. Предлагаемый ПДН позволит очистить нефть от парафина, повысив ее качество, и получить более дорогой, чем нефть товарный АСПП, который может быть использован как сырье для НПЗ для получения, парафина, лаков, красок, битума и других продуктов.

Заключение

1. Анализ существующих конструкций промышленных депарафинизаторов и кристаллизаторов, таких как скребковые, скребковые типа «труба в трубе», вальцовые и дисковые, выявил их существенные недостатки, не позволяющие использовать их в качестве ПДН.

2. Для устранения недостатков известных промышленных депарафинизаторов и кристаллизаторов с получением товарного АСПП предлагается конструкция ПДН непрерывного действия на основе термического гидроциклона с охлаждаемой и обогреваемой рубашкой.

3. Определены следующие характеристики АСПП: температура плавления – 54 °С, температура кристаллизации – 56 °С, теплота плавления и кристаллизации – 189 кДж/кг, скорость осаждения твердых частиц АСПП – $1,6 \cdot 10^{-3}$ м/с.

4. Выполнена оценка основных параметров ПДН. Высота каждого из 10 корпусов ПДН составит 1,0 м, диаметр установки – 0,5 м. Для условий месторождения им. В. Филановского производительность ПДН по нефти составит 648 т/ч, по АСПП – 19 т/ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баймухаметов М. К. Совершенствование технологий борьбы с АСПО в нефтепромысловых системах на месторождениях Башкортостана: автореф. ... дис. канд. техн. наук. Уфа, 2005. 24 с.
2. Исламов М. К. Разработка и внедрение удалителей асфальтосмолистых и парафиновых отложений на нефтяном оборудовании: дис. ... канд. техн. наук. Уфа, 2005. 125 с.
3. Шишкин Н. Д., Арабов М. Ш., Прохоров Е. М. Предупреждение образования асфальтосмолопарафинистых отложений с использованием аппаратов вихревого слоя // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем каспийского шельфа: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 16 сентября 2016 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2016. С. 150–154.
4. Скребковые кристаллизаторы. URL: <http://www.him-pparat.ru/kristaillizator.php> (дата обращения: 21.04.2017).
5. Касаткин А. Г. Основные процессы и аппараты химической технологии: учеб. для вузов. М.: ООО ТИД «Альянс», 2004. 753 с.
6. Самопромывной безнапорный дисковый фильтр ДАКТ. URL: <http://dakt.com/index.php?id=samopromuvnoj-beznapornyj-diskovuj-filtr-dakt> (дата обращения: 21.04.2017).
7. Мамитов Д. С., Шишкин Н. Д. Разработка промышленного депарафинизатора для морских нефтедобывающих платформ // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем каспийского шельфа: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 16 сентября 2016 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2016. С. 160–164.
8. Марышева М. А., Шишкин Н. Д. Анализ и оценка параметров промышленных депарафинизаторов нефти // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем каспийского шельфа: материалы VII Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 16 сентября 2016 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2016. С. 155–159.
9. Мамитов Д. С., Марышева М. А., Шишкин Н. Д. Разработка промышленного депарафинизатора нефти // Знание. Опыт. Инновации: сб. тез. докл. VII науч.-техн. конф. молодых специалистов и молодых работников (Астрахань, 20–24 марта 2017 г.) / ООО «Газпром добыча Астрахань». Астрахань: Издатель Сорокин Р. В., 2017. С. 41–42.

10. Шишкин Н. Д., Марышева М. А. Исследование теплофизических свойств асфальтопарафиновых отложений на промыслах // Новейшие технологии освоения месторождений углеводородного сырья и обеспечение безопасности экосистем каспийского шельфа: материалы VI Междунар. науч.-практ. конф. (Астрахань, 7 сентября 2015 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2015. С. 143–147.

11. Мамитов Д. С., Пономарев Д. Н., Шишкин Н. Д. Исследование процесса образования асфальто-смолопарафинистых отложений и разработка конструкции промышленного депарафинизатора нефти: материалы 67-й Междунар. студ. науч.-техн. конф. (Астрахань, 17–21 апреля 2017 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2017. URL: <http://astu.org/Content/Page/5833>.

12. Марышева М. А., Шишкин Н. Д. Разработка конструкций и оценка параметров промышленных депарафинизаторов с получением товарной битумпарафиновой смеси: материалы 61-й Междунар. конф. науч.-пед. работников АГТУ (Астрахань, 24–28 апреля 2017 г.). Астрахань: Изд-во АГТУ, 2017. URL: <http://astu.org/Content/Page/5833>.

Статья поступила в редакцию 14.04.2017

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Шишкин Николай Дмитриевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р техн. наук, профессор; профессор кафедры технологических машин и оборудования; n.shishkin-53@mail.ru.

Марышева Марина Александровна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; ассистент кафедры технологических машин и оборудования; vjyuvfhbyf@mail.ru.

Мамитов Данияр Сапсызбаевич – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; магистрант кафедры технологических машин и оборудования; frost4357@mail.ru.



N. D. Shishkin, M. A. Marysheva, D. M. Mamitov

DEVELOPMENT OF OIL INDUSTRIAL APPARATUSES FOR DEWAXING OIL WITH RECEIVING COMMODITY ASPHALT RESINOUS PARAFFIN PRODUCT

Abstract. The analysis of the existing design of field apparatuses for dewaxing and crystallizing has shown their essential shortcomings which do not allow their use as field apparatuses for dewaxing oil. For elimination of these shortcomings there has been offered a design of a field apparatus for dewaxing oil using a continuous thermal hydrocyclone with the cooling and warming jacket. The characteristics of the process of asphalt resinous paraffin product receiving have been studied: temperature of melting - 54°C, crystallization temperature - 56°C, melting and crystallization heat - 189 kJ/kg, speed of sedimentation of solid particles - $1.6 \cdot 10^{-3}$ m/s. Key parameters of the field apparatus for dewaxing oil are evaluated: height of each of 10 field apparatus for dewaxing oil bodies will make 1.0 m, diameter of the installation is 0.5 m. For conditions of V. Filanovsky field in the Northern Caspian Sea apparatus productivity on oil will make 648 t/h, on asphalt resinous paraffin product - of 19 t/h.

Key words: paraffin oil, oil dewaxing apparatus, thermal hydrocyclone, asphalt resinous paraffin product.

REFERENCES

1. Baimukhametov M. K. *Sovershenstvovanie tekhnologii bor'by s ASPO v neftepromyslovykh sistemakh na mestorozhdeniakh Bashkortostana. Avtoreferat ... dis. kand. tekhn. nauk* [Upgrading technologies of combating asphalt resinous paraffin deposits in oil field systems in Bashkortostan fields. Abstract of dis. cand. tech. sci.] Ufa, 2005. 24 p.

2. Islamov M. K. *Razrabotka i vnedrenie udalitelei asfal'tosmolistykh i parafinovykh otlozhenii na neftianom oborudovanii. Dis. ... kand. tekhn. nauk* [Development and implementing asphalt resinous and paraffin deposit eliminators on oil equipment. Abstract of dis. cand. tech. sci.]. Ufa, 2005. 125 p.
3. Shishkin N. D., Arabov M. Sh., Prokhorov E. M. *Preduprezhdenie obrazovaniia asfal'to-smolo-parafinistykh otlozhenii s ispol'zovaniem apparatov vikhrevoogo sloia* [Preventing asphalt resin paraffin deposits using vortex layer apparatuses]. *Noveishie tekhnologii osvoeniia mestorozhdenii uglevodorodnogo syr'ia i obespechenie bezopasnosti ekosistem kaspiiskogo shel'fa: materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 16 sentiabria 2016 g.)*. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2016. P. 150-154.
4. *Skrebkovye kristallizatory* [Pig crystallizers]. Available at: <http://www.him-parat.ru/kristaillizator.php> (accessed: 21.04.2017).
5. Kasatkin A. G. *Osnovnye protsessy i apparaty khimicheskoi tekhnologii* [General processes and apparatuses of chemical engineering]. Moscow, OOO TID «Al'ians», 2004. 753 p.
6. *Samopromyvnoi beznapornyi diskovyi fil'tr DAKT* [A self-washing gravity disk filter DAKT]. Available at: <http://dakt.com/index.php?id=samopromyvnoj-beznapornyj-diskovyy-filtr-dakt> (accessed: 21.04.2017).
7. Mamitov D. S., Shishkin N. D. *Razrabotka promyslovogo deparafinizatora dlia morskikh neftedobyvaishchikh platform* [Development of a field apparatus for dewaxing oil for using at the off-shore oil rigs]. *Noveishie tekhnologii osvoeniia mestorozhdenii uglevodorodnogo syr'ia i obespechenie bezopasnosti ekosistem kaspiiskogo shel'fa: materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 16 sentiabria 2016 g.)*. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2016. P. 160-164.
8. Marysheva M. A., Shishkin N. D. *Analiz i otsenka parametrov promyslovykh deparafinizatorov nefi* [Analysis and evaluation of parameters of the field apparatuses for dewaxing oil]. *Noveishie tekhnologii osvoeniia mestorozhdenii uglevodorodnogo syr'ia i obespechenie bezopasnosti ekosistem kaspiiskogo shel'fa: materialy VII Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 16 sentiabria 2016 g.)*. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2016. P. 155-159.
9. Mamitov D. S., Marysheva M. A., Shishkin N. D. *Razrabotka promyslovogo deparafinizatora nefi* [Developing an apparatus for dewaxing oil]. *Znanie. Opyt. Innovatsii: sbornik tezisov dokladov VII nauchno-tekhnicheskoi konferentsii molodykh spetsialistov i molodykh rabotnikov*. OOO «Gazprom dobycha Astrakhan'». Astrakhan, Izdatel' Sorokin R. V., 2017. P. 41-42.
10. Shishkin N. D., Marysheva M. A. *Issledovanie teplofizicheskikh svoistv asfal'toparafinovykh otlozhenii na promyslakh* [Study of thermophysical properties of asphaltparaffin deposits]. *Noveishie tekhnologii osvoeniia mestorozhdenii uglevodorodnogo syr'ia i obespechenie bezopasnosti ekosistem kaspiiskogo shel'fa: materialy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii (Astrakhan', 7 sentiabria 2015 g.)*. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2015. P. 143-147.
11. Mamitov D. S., Ponomarev D. N., Shishkin N. D. *Issledovanie protsessa obrazovaniia asfal'tosmoloparafinistykh otlozhenii i razrabotka konstruktssii promyslovogo deparafinizatora nefi* [Analysis of forming asphalt resinous paraffin residues and working out the field dewaxer]. *Materialy 67-i Mezhdunarodnoi studentcheskoi nauchno-tekhnicheskoi konferentsii (Astrakhan', 17–21 apreliia 2017 g.)*. Astakhan, Izd-vo AGTU, 2017. Available at: <http://astu.org/Content/Page/5833>.
12. Marysheva M. A., Shishkin N. D. *Razrabotka konstruktssii i otsenka parametrov promyslovykh deparafinizatorov s polucheniem tovarnoi bitumparafinovoi smesi* [Designing structures and evaluating parameters of the field apparatuses for dewaxing oil with receiving commodity bitumen paraffin mixture]. *Materialy 61-i Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii pedagogicheskikh rabotnikov AGTU (Astrakhan', 24–28 apreliia 2017 g.)*. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2017. Available at: <http://astu.org/Content/Page/5833>.

The article submitted to the editors 14.04.2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Shishkin Nikolay Dmitrievich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Technical Sciences, Professor; Professor of the Department of Technological Machines and Equipment; n.shishkin-53@mail.ru.

Marysheva Marina Aleksandrovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Assistant of the Department of Technological Machines and Equipment; vjyuvfhbyf@mail.ru.

Mamitov Daniyar Sapsyzbaevich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Master's Course Student of the Department of Technological Machines and Equipment; frost4357@mail.ru.

