

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра нефтехимии и техногенной безопасности

Расчет запаса мощности печи установки по производству нефтебитума
АВТОРЕФЕРАТ БАКАЛАВРСКОЙ РАБОТЫ

студента 4 курса 431 группы _____

направления 18.03.01 «Химическая технология» _____

код и наименование направления, специальности

Института химии

Алиева Талеха Ариф Оглы

Научный руководитель

доцент, к.х.н. _____

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

О.В. Бурухина _____

инициалы, фамилия

Заведующий кафедрой

д.х.н., профессор _____

должность, уч. ст., уч. зв.

подпись, дата

Р.И. Кузьмина _____

инициалы, фамилия

Саратов 2021

ВВЕДЕНИЕ

Нефтяные или искусственные битумы представляют собой сложную смесь углеводородов и гетероорганических соединений. Благодаря физико-химическим свойствам битумы обозначили практическую важность во многих областях инженерно-строительного и народного хозяйства.

Физико-химические свойства нефтяного битума напрямую зависят от структуры органических соединений, содержащихся в сырье. Именно из качественного сырья будет получен стабильный продукт, соответствующий техническому регламенту с заданными свойствами. В настоящее время совершенствование процесса производства нефтебитума является актуальной темой в научно-исследовательском сообществе, так как необходимо повысить глубину переработки нефти.

Широкое распространение получил способ приготовления битума окислением кислородом воздуха разнообразных нефтяных остатков (мазут, гудрон, полугудрон, крекинг остатки). Процесс окисления сырья до битума представляет собой гетерогенную реакцию, которая сопровождается выделением тепла и выделением газов окисления (сернистый ангидрид, оксид углерода, меркаптаны), поэтому резкое изменение режима ведения процесса (расход сырья, расход воздуха) приведет к значительному росту температуры в кубах или колонных аппаратах окисления с последующим возгоранием.

Мировое производство нефтяного битума составляет порядка 120 млн. тонн в год [1] и зависит от таких факторов как ценообразование и сезонность выработки. Для обеспечения высокого качества битумных материалов проводят модернизацию установок для производства нефтяного битума. Расчет экономической рентабельности показал, что покрытие затрат происходит в короткий промежуток времени, так как при экспорте битумных материалов понижена ставка на таможенные пошлины.

С 2005 года битумный бизнес является одним из главных направлений развития компании ТНК-ВР (Роснефть), внутри которой создано специальное подразделение - производственная единица "Битум" - задачей которой стала

реализация утвержденных стратегических инициатив, формирование единого битумного сообщества внутри компании, построение эффективного диалога с рынком и модернизация битумного производства [2].

Реализация указанных мероприятий повышает требования к выпускаемой продукции и ее количеству. Для соблюдения требований по повышению глубины переработки нефти, выдвигаемых промышленным прогрессом, необходима модернизация всего оборудования, в том числе и печей установки производства нефтебитума.

Целью настоящей работы является расчет запаса мощности печи установки производства нефтебитума для максимизации вторичной переработки и получения битумных материалов.

Основное содержание работы

Характеристика готовой продукции

Битумы, получаемые в промышленности, представляют собой сложную смесь углеводородов с элементарным составом (в масс. %): углерод 80-85; водород 8-11,5; кислород 0,2-4; сера 0,5-7; азот 0,2-0,5 [3].

В нефтеперерабатывающей промышленности существует два основных способа получения битума. В процессе первичной переработки при глубокой вакуумной перегонке нефтей с высоким содержанием высокомолекулярных соединений возможно получить тяжелый остаток и использовать его как битумный материал. Ведение режима на вакуумной колонне напрямую влияет на характеристики вязкости получаемого нефтебитума, так с увеличением температуры в кубовой части продукт получается густым или твердым. Гудрон содержит в своем составе парафиновые, нафтеновые и ароматические углеводороды (45-95%), асфальтены (9-17%), а также нефтяные смолы (2-38%). Высокое содержание асфальтосмолистых веществ в составе гудрона позволяет производить окисленные битумы высокого качества БНД 60/90, БН 60/90 [4].

Производимый битум обладает рядом характеристик, позволяющих оценить качество продукта, такими важнейшими свойствами являются: вязкость, пластичность, температура размягчения, температура хрупкости, температура вспышки и величина адгезии.

Таблица 1 – Свойства нефтяных битумов

Свойства нефтяных битумов			
Показатель	Полутвёрдые	Твёрдые	Жидкие
$T_{\text{размягчения}}, ^\circ\text{C}$	25-50	60-90	—
Пенетрация (25 $^\circ\text{C}$), мм	4-20	0-5	—
Растяжимость (25 $^\circ\text{C}$), см	40-60	1-5	60
$T_{\text{вспышки}}, ^\circ\text{C}$	180-200	>230	65-120

Разделение битумов по областям применения проводится по температуре размягчения, дуктильности (растяжимость), пенетрации (глубина погружения иглы).

Классификация битумов по областям применения

Окисление гудрона приводит к получению битумов следующих типов (классификация по областям применения):

1. Дорожные битумы (БНД-60/90, БНД-90/130, БНД-200/300, БНД-130/200);
2. Строительные битумы (БН-70/30, БН-90/10, БН-130/200, БН-200/300);
3. Кровельные битумы (БНК-40/180, БНК-45/190);
4. Изоляционные битумы (БНИ-IV);
5. Специальные битумы;
6. Битумы – высокоплавкие мягчители (рубраксы) [5].

Классификация битумов

Р.Б. Гун в своих работах подразделял битумы на природные, искусственные, пиробитумы и дёгти [4]. Под природными битумами подразумевались тяжелые и высоковязкие нефти из битуминозных пород. Пиробитумы и дёгти – это продукты высокотемпературного термолитического разложения сланцевого, древесного и другого вида сырья.

Классификация битумов по способу производства

По приведенной классификации Р.Б. Гуна искусственные битумы подразделяются по способу их производства. В промышленности существует 3 основных способа изготовления нефтебитумов:

1. Концентрирование тяжелых нефтяных остатков (остаточные битумы);
2. Окисление кислородом воздуха (окисленные битумы);
3. Компаундирование.

Характеристика сырья для производства нефтебитума

Для производства битума используют остаточные продукты первичной и вторичной переработки нефти: гудрон, асфальты деасфальтизации, экстракты селективной очистки масляных фракций, крекинг-остатки, смолы пиролиза и др [6]. Широкое распространение получил процесс производства битума из гудрона – остаток первичной переработки нефти, образующийся в результате отгонки из

нефти фракций с температурами выкипания 400-600°C. Основные характеристики гудрона применяемого для производства нефтяного битума представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Характеристики гудрона

Показатель качества	Норма по нормативному документу
Плотность при 20 °С, кг/м ³ , не менее	980
Условная вязкость при 80 °С, сек, не менее	45
Температура размягчения по кольцу и шару, °С, не ниже	30
Температура вспышки в открытом тигле, °С, не менее	220
Глубина проникновения иглы при 25°C, 0,1 мм	400±50

Физико-химическая сущность процесса производства нефтебитума

Нефтяные битумы – продукты вторичной переработки нефти, которые представляют собой смесь высокомолекулярных (молекулярная масса > 400 г/моль) и гетероорганических соединений. В зависимости от метода изготовления и соотношения компонентов, входящих в состав, нефтебитумы могут быть жидкими, полутвердыми и твердыми. Схема окисления углеводородов представлена на рисунке 1 [7].

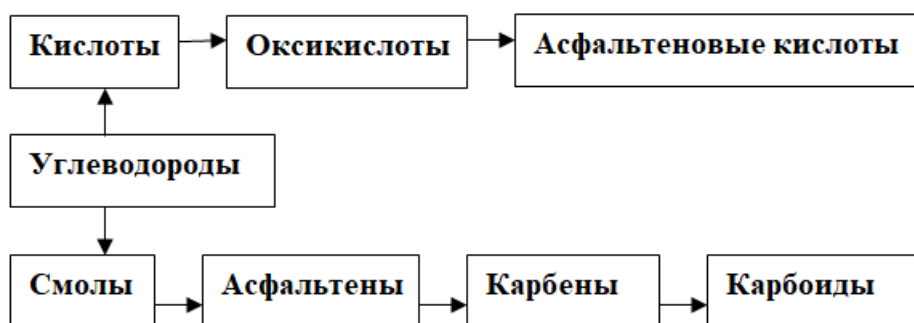
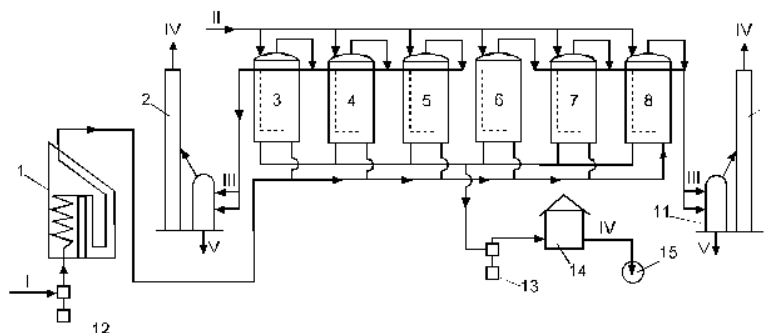


Рисунок 1 – Окисление нефтяных углеводородов по направлениям

Технология производства окисленных битумов

В общую технологическую схему битумной установки на рисунке 2 входят основные блоки:

1. Блок подготовки сырья;
2. Блок получения окисленных битумов;
3. Емкости для хранения битумных материалов;
4. Блок налива для отгрузки готовой продукции;
5. Технологическая воздушная компрессорная.



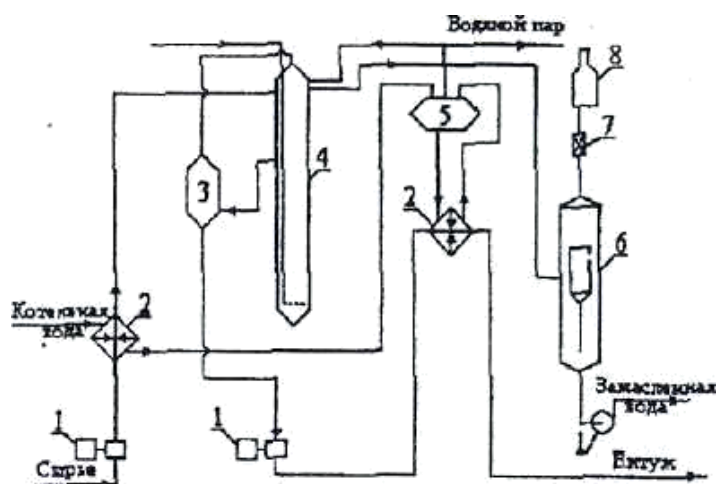
1 – печь ; 2, 9 – вытяжные трубы; 3-8 – кубы-окислители; 10, 11 – конденсаторы смешения; 12, 13 – насосы; 14 – раздаточник; 15 – цистерна. I – сырье; II – воздух; III – вода; IV – газообразные продукты окисления; V – сконденсированные продукты

Рисунок 2 – Схема полунепрерывной битумной установки

Процесс окисления гудрона по технологической схеме проводят в вертикальных кубах, колонных аппаратах и трубчатых реакторах. В промышленности применяют аппараты периодического и непрерывного действия для получения битума.

Применение окислительных колонн экономически целесообразно, так как существует возможность получения широкого ассортимента нефтебитума. Установка ряда колонных аппаратов позволяет одновременно производить нескольких видов битума. Технологический режим процесса регулируется изменением температуры сырья, нагрузки колонны по воздуху, рециркуляции части битума через выносные холодильники.

Схема окисления гудрона в колонне представлена на рисунке 3.



1 – кипятильник; 2 – котлы-утилизаторы; 3 – уравнительная емкость; 4 – окислительная колонна; 5 – парогенератор; 6 – сепаратор; 7 – огнепреградитель; 8 – печь дожига

Рисунок 3 – Принципиальная схема окисления в колонне с утилизацией тепла

Основные параметры процесса окисления гудрона

На качество производимой продукции влияют технологические параметры проведения процесса окисления.

В таблице 3 приведены основные параметры процесса производства нефтебитума [8].

Таблица 3 – Технологические параметры производства нефтебитума

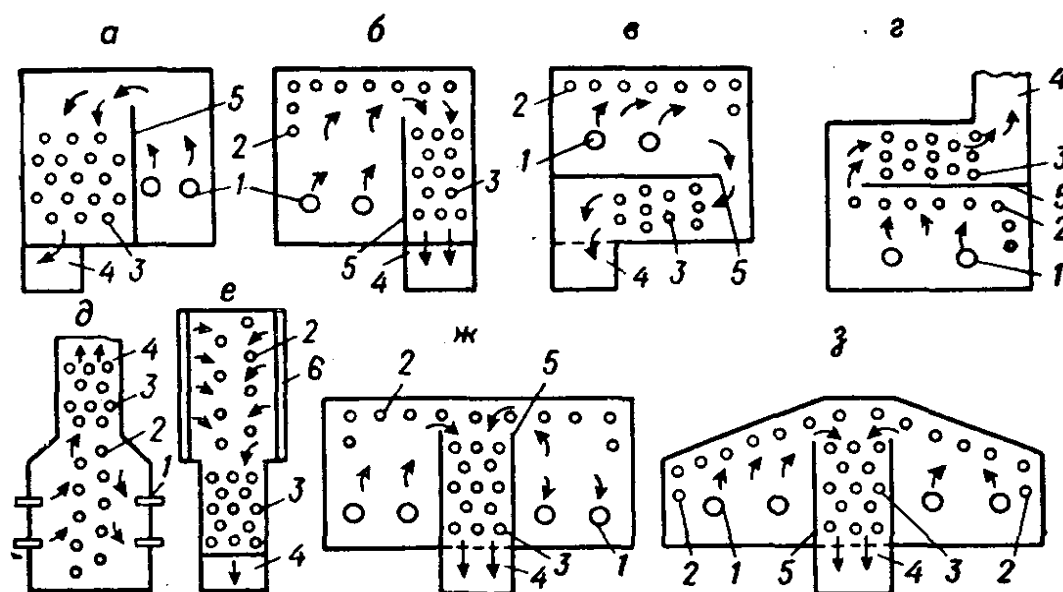
Технологические параметры	
Температура, °С	
<i>сырья на входе на установку</i>	100—160
<i>сырья на выходе из печи</i>	230—250
<i>воздуха на входе в смеситель</i>	150
<i>смеси в кубе-окислителе</i>	260
<i>битума после холодильников</i>	170
Давление, ат	
<i>воздуха на входе в смеситель</i>	9
<i>смеси на входе в куб-окислитель</i>	8
<i>смеси на выходе из куба-окислителя</i>	3
Расход воздуха, м³/м³ продукта	100-130 6:1

Трубчатые печи для нагрева сырья

Перед поступлением в кубы окисления гудрон-сырье прокачивается насосами через трубчатую печь двумя потоками для обогрева до 190-240°С.

Выбор трубчатых печей для технологических установок осуществляется по ряду признаков: полезной тепловой мощности, пропускной способности, технологическом назначению, типу теплопоглощающего змеевика и конструктивными особенностями.

По способу передачи тепла различают радиантные, конвекционные и радиантно-конвекционные печи. Подогрев гудрона для производства нефтебитума осуществляется в трубчатых печах конвекционного типа с двухпоточным нагревом. Схема основных типов трубчатых печей представлена на рисунке 4 [9].



а — конвекционная печь; б — однокамерная печь с боковым расположением конвекционной камеры; в — однокамерная печь с нижним расположением конвекционной камеры; г — однокамерная печь с верхним расположением конвекционной камеры; д — вертикальная цилиндрическая печь; е — однокамерная печь беспламенного горения с панельными горелками; ж — двухкамерная двухпоточная печь с горизонтальным сводом; з — двухпоточная двухкамерная печь с наклонным сводом. 1—горелки (форсунки); 2—радиантный змеевик; 3—конвекционный змеевик; 4— дымоход; 5— перевальная стенка; 6— панельные горелки

Рисунок 4 - Схемы основных типов трубчатых печей

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Произведен расчет печи действующей установки производства нефтяного битума при запасе мощности 20%.
2. Установлено, что для увеличения производительности установки необходима модернизация печи - увеличение количества труб в печи до 98 штук, что позволит уменьшить потери тепла с уходящими газами и снизить затраты на топливный газ.
3. Ожидаемый годовой экономический эффект от проведенных работ по реконструкции печи составит 115,5 млн руб., а срок окупаемости равен 1 месяцу работы установки по производству нефтебитума.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Гуреев А.А., Чернышева Е.А., Коновалов А.А., Кожевникова Ю.В. Производство нефтяных битумов – М. Изд. Нефть и газ. – 2007. – 102 с.
2. Битумный бизнес – приоритет для ТНК-ВР. – (Партнеры) // Автомобильные дороги. – 2008. - №9. – С. 34-35.
3. Лаффлер У.Л. Переработка нефти – М.: ЗАО «Олимп-Бизнес». – 2004. – 224 с.
4. Грудников И.Б. Производство нефтяных битумов. – М.: Химия. – 1983. – 192 с.
5. Халиулина Л.Э. Применение нефтяных битумов / Л.Э. Халиулина // Научный журнал. – 2018. – №11(34). – С. 12-13.
6. Грудников И.Б. Производство нефтяных битумов. – М.: Химия, 1983. – 192 с.
7. Фролов И.Н., Юсупова Т.Н., Зиганшин М.А., Охотникова Е.С., Фирсин А.А. Особенности формирования коллоидной дисперсной структуры в нефтяном битуме / И.Н. Фролов, Т.Н. Юсупова, М.А. Зиганшин, Е.С. Охотникова, А.А. Фирсин // Коллоидный журнал. – 2016. – №5. – Т. 78. – С. 650-654.
8. Пат. RU2172761C1 Российская Федерация. Способ получения битума нефтяного кровельного покровного; битум нефтяной кровельный покровный / В.Ф. Фомин, Ю.М. Гольдштейн, И.Б. Пилипенко. – Заявка №2000128847 от 21.11.2000 ; опубл. 27.08.2001.
9. Садыков А.В., Вафин Д.Б. Сложный теплообмен в камерах радиации трубчатых печей. – Монография. – Казань: Школа. – 2019. – 186 с.