

## ОПТИМИЗАЦИЯ И ПИНЧ-АНАЛИЗ ТЕПЛООБМЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ УСТАНОВКИ ДВУХСТУПЕНЧАТОЙ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОЙ КОНДЕНСАЦИИ

Е. С. Апарина

Научный руководитель – к.х.н., доцент ОХИ Е. В. Бешагина

*Национальный Исследовательский Томский Политехнический Университет  
634034, Томская обл., г. Томск, проспект Ленина, 30, tpu@tpu.ru*

### Введение

В рамках работы была рассмотрена ранее смоделированная установка двухступенчатой низкотемпературной конденсации с точки зрения теплообменного оборудования. Ввиду значительного количества теплообменников, а также требуемой низшей температуры на выходе минус 58 °С, для максимизации межремонтного периода работы теплообменников проводится пинч-анализ.

Работа была выполнена при использовании исходных данных с УКПП Кировской области для действующего объекта, что обуславливает ее актуальность.

Практическая значимость работы состояла в анализе теплообменного оборудования установки с последующей сравнительной характеристикой полученных вариантов распределения потоков установки НТК между теплообменниками. Моделирование производилось в средах программ Aspen HYSYS и Aspen Energy Analyzer [1].

### Теоретическая часть

В контексте пинч-анализа каждый оптимизируемый процесс рассматривается как совокупность горячих и холодных потоков.

Для процесса, проводимого на установке НТК, была построена одна кривая на диаграмме «энтальпия-температура», представляющая совокупность всех горячих потоков, и одна кривая, представляющая совокупность всех холодных потоков процесса [2]. Эти кривые называются соответственно горячей и холодной составными кривыми.

Первостепенно были определены исходные данные для выполнения анализа, а именно температура на входе и выходе из теплообменника, расход потока, теплоемкость охлаждаемой (нагреваемой) среды.

Следующим этапом было задание представленных параметров в программу Aspen Energy Analyzer и расстановка теплообменников между

линиями горячих и холодных потоков установки НТК.

При сочетании различных вариаций было получено три схемы перенаправления потоков между теплообменниками в добавок к реализованной на установке в ходе первоначального моделирования. Среди полученных вариантов приемлемыми для реализации на установке является четвертый, поскольку он предполагает доведение до требуемых конечных температур основных потоков установки, что делает его конкурентноспособным с вариантом распределения потоков, реализованным на установке на этапе моделирования в программе Aspen HYSYS.

Следующим этапом являлось интегрирование обвязки потоков между теплообменниками в среду моделирования установки НТК в Aspen HYSYS, после чего в качестве подтверждения работоспособности установки были получены следующие продукты: сухой газ, метанол технический, вода и ШФЛУ. Непосредственно сухой газ, как товарный продукт установки, соответствует требованиям СТО Газпром 089-2010.

### Результаты работы и вывод

Целью работы являлась оптимизация теплообменного оборудования процесса низкотемпературной конденсации в моделирующей среде Aspen HYSYS посредством программы Aspen Energy Analyzer. В результате рассмотрения всех вариантов перераспределения потоков между теплообменниками установки были определены 2 варианта для сравнения, что дало исходные данные для выполнения последующих этапов работы.

Определение оптимальной схемы установки НТК с точки зрения теплообменного оборудования будет осуществляться на основании многих факторов, к числу которых можно отнести соотношение капитальных и эксплуатационных затрат предприятия на обслуживание теплообменного оборудования, эффективность использования тепла и холода потоков установки в разные времена года и на разных этапах разработки

месторождения, особенности конструкции теплообменников.

Таким образом, в результате исследования был выполнен пинч-анализ теплообменного оборудования установки, разработаны три варианта перенаправления потоков между те-

плообменниками на установке, определены 2 наиболее перспективных варианта, выполнено интегрирование теплообменного оборудования на установку согласно одному из сравниваемых вариантов.

### Список литературы

1. Кузнецов О. А. *Основы работы в программе Aspen HYSYS*. – М.-Берлин: Директ-Медиа, 2015. – 153 с.
2. *Энергосбережение Сибири [Электронный ресурс]*. – URL: [http://energosingibir.ru/docs/index.php?SECTION\\_ID=115&ELEMENT\\_ID=555](http://energosingibir.ru/docs/index.php?SECTION_ID=115&ELEMENT_ID=555).

## ПОЛУЧЕНИЕ УГЛЕРОДНЫХ МАТЕРИАЛОВ МЕТОДОМ ПЛАЗМЕННОЙ ОБРАБОТКИ АСФАЛЬТЕНОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ КАРМАЛЬСКОГО БИТУМА И СУРГУТСКОЙ НЕФТИ

В. В. Аркаченкова<sup>1</sup>, П. В. Поваляев<sup>1,2</sup>, Д. О. Зеленцов<sup>1</sup>  
Научный руководитель – к.х.н., доцент Ю. Ю. Петрова

<sup>1</sup>Сургутский государственный университет  
628400, г. Сургут, пр. Ленина, 1, [arkachenkova\\_vv@surgu.ru](mailto:arkachenkova_vv@surgu.ru)

<sup>2</sup>Томский политехнический университет  
634050, г. Томск, пр. Ленина, 30, [pv13@tpu.ru](mailto:pv13@tpu.ru)

С уменьшением запасов легкой нефти растет количество добываемой тяжелой нефти, отходы переработки которой могут содержать до 20 масс. % асфальтенов – высоковязких компонентов, слабо подверженных биоразложению. В связи с чем актуальной становится задача поиска рационального способа утилизации нефтяных отходов с целью минимизации пагубного воздействия на окружающую среду.

Целью данного исследования является поиск способа утилизации нефтяных отходов путем их плазменной обработки в реакторе дугового разряда с получением углеродных материалов.

В качестве исследуемых материалов были использованы асфальтены выделенные из Сургутской нефти и Кармальского битума. Извлечение асфальтенов проводили осаждением в растворе гексана (40 мл/г). Для обработки выделенных асфальтенов в плазме применяли электродуговой реактор постоянного тока с горизонтальным расположением электродов [1, 2]. Параметры реактора – время обработки 30 с при силе тока 100 А.

Выделенные асфальтены (из Кармальского битума – АК, Сургутской нефти – АС) и полу-

ченный после их обработки в реакторе углеродный материал (из АК – СМАК, из АС – СМАС) исследовали комплексом методов: ИК-Фурье спектроскопия, лазерная дифракция, термогравиметрия и рентгенофлуоресцентный анализ.

Термогравиметрический анализ проводили в инертной среде (N<sub>2</sub>). Потери масс для образцов АК и АС составили 92 и 73 % соответственно. Возможно образец АК имеет более термически стабильные связи С–С, которые разрушаются при более высоких температурах. Потери масс образцов СМАК – 3 % и СМАС – 6 %, подтверждают гипотезу о том, что при обработке более термически устойчивых асфальтенов в плазме, были получены более термически устойчивые углеродные материалы.

По результатам рентгенофлуоресцентного анализа содержание углерода для образцов составило: АК – 97,78 %, АС – 91,22 %, СМАК – 98,47 %, СМАС – 99,71 %. Помимо углерода в образцах содержится Na, S, Cl, Fe, V, Ni.

По результатам ИК-Фурье спектроскопии в образцах АС и АК было показано, что в момент плазменной переработки до СМАК и СМАС соответственно, в структуре асфальтенов происходит окислительная деструкция. Это под-