**Маленьких Владислав Сергеевич. Повышение энергоэффективности установок изомеризации за счет подготовки сырья и рационального разделения продуктов: диссертация ... кандидата Технических наук: 05.17.07 / Маленьких Владислав Сергеевич;[Место защиты: ФГБОУ ВО Уфимский государственный нефтяной технический университет], 2017**

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ**

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ**

**ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ**

**ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**МАЛЕНЬКИХ ВЛАДИСЛАВ СЕРГЕЕВИЧ**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ**

**УСТАНОВОК ИЗОМЕРИЗАЦИИ ЗА СЧЕТ ПОДГОТОВКИ СЫРЬЯ**

**И РАЦИОНАЛЬНОГО РАЗДЕЛЕНИЯ ПРОДУКТОВ**

**05.17.07 - Химическая технология топлива и высокоэнергетических веществ**

**Диссертация на соискание ученой степени**

**кандидата технических наук**

**Научный руководитель: доктор технических наук, профессор С. В. Корнеев**

**Омск - 2016**

**ВВЕДЕНИЕ 5**

**1. АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ 10**

**1.1. Существующие способы повышения энерго- и ресурсосбережения на**

**технологических установках 10**

**1.1.1. Повышение энергоэффективности теплотехнического оборудования .. 10**

**1.1.2. Увеличение эффективности теплообменных процессов и сжигания**

**топлива в нагревательных печах 11**

**1.1.3. Применение современных теплообменных аппаратов 11**

**1.1.4. Совершенствование системы рекуперации в процессах переработки**

**нефти 12**

**1.1.5. Применение устройств плавного пуска на приводах технологического и**

**вспомогательного оборудования 14**

**1.1.6. Замена рабочих колес АВО с металлическими лопастями на колеса,**

**выполненные из композитных материалов 14**

**1.1.7. Использование энергии редуцируемого пара путем внедрения паровых**

**турбин с противодавлением и компенсация реактивной мощности .... 16**

**1.2. Математическое моделирование технологических процессов 18**

**1.3. Характеристика процесса, влияние технологических параметров на качество и**

**выход продуктов, описание технологической схемы 20**

**1.4. Влияние технологических параметров на качество и выход продуктов 23**

**1.4.1. Состав сырья 23**

**1.4.2. Объемная скорость подачи сырья 24**

**1.4.3. Температура процесса 24**

**1.4.4. Давление 25**

**1.4.5. Мольное отношение «водород : сырье» и кратность циркуляции ВСГ . 25**

**1.5. Описание технологической схемы установки 26**

**1.5.1. Секция гидроочистки 26**

**1.5.2. Секция деизопентанизации 29**

**1.5.3. Реакторный блок изомеризации 31**

**1.5.4. Секция стабилизации изомеризата 33**

**1.5.5. Блок разделения изомеризата 34**

**1.6. Общий анализ пинч-технологии 37**

**1.7. Постановка задачи исследованияи, пути ее решения 39**

**2. РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ**

**ДЛЯ РАСЧЕТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПАРАМЕТРОВ ЕЕ РАБОТЫ 41**

**2.1. Постановка задачи рационализации энергоемкого процесса изомеризации 41**

**2.2. Моделирование термодинамических и физических свойств углеводородов 43**

**2.3. Моделирование в программной среде Aspen HYSYS**

**2.3.1. Расчет свойств 49**

**2.3.2. Уравнения состояния 49**

**2.3.3. Расчет технологических схем 50**

**2.4. Разработка и построение имитационной модели установки изомеризации в**

**программной среде Aspen HYSYS 51**

**2.4.1. Технологические параметры, влияющие на процесс 52**

**2.4.2. Построение модели 53**

**2.5. Оценка адекватности построенной имитационной модели 55**

**3. РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСТАНОВКИ ИЗОМЕРИЗАЦИИ**

**С ПРИМЕНЕНИЕМ ПИНЧ-АНАЛИЗА 57**

**3.1. Выполнение пинч-анализа установки изомеризации 57**

**3.1.1. Извлечение данных 57**

**3.1.2. Целевые показатели энергопотребления 59**

**3.1.3. Определение целевых показателей по колоннам 68**

**3.1.4. Анализ загрязнения теплообменников 70**

**3.2. Анализ работы блока оборотного водоснабжения установки изомеризации .... 72**

**3.2.1. Качество подпиточной и оборотной воды 72**

**3.2.2. Скорость коррозии 76**

**3.2.3. Анализ работы градирни 77**

**4. НАПРАВЛЕНИЕ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ УСТАНОВОК**

**ИЗОМЕРИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ И ПИНЧ-АНАЛИЗА 82**

**4.1. Дополнительный подогрев сырья ГО отходящим потоком 82**

**4.2. Модернизация схемы подготовки сырья установки изомеризации 83**

**4.3. Замена двух паровых ребойлеров на технологическую печь 91**

**4.4. Подогрев потока топливного газа технологическим потоком 92**

**4.5. Дополнительный подогрев сырьевого потока колонны К-3 за счет тепла**

**кубового потока колонны К-2 96**

**4.6. Методика определения оптимального места ввода сырья для снижения**

**энергопотребления колонны-деизопентанизатора 98**

**4.7. Модернизация системы фильтрации установки изомеризации 104**

**5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГО- И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ ... 108**

**5.1. Расчет экономического эффекта от внедрения узла подготовки сырья и**

**монтажа теплообменника Т-1/6 109**

**5.2. Расчет экономической эффективности мероприятия по замене двух ребойлеров**

**на технологическую печь 111**

**5.3. Расчет экономической эффективности мероприятия по подогреву потока**

**топливного газа технологическим потоком 113**

**5.4. Расчет экономической эффективности мероприятия по дополнительному**

**подогреву сырьевого потока колонны К-3 за счет тепла кубового потока колонны К-2 114**

**энергопотребления колонны-деизопентанизатора 115**

**5.6. Расчет экономической эффективности мероприятия по модернизации системы**

**водоподготовки установки изомеризации 117**

**5.7. Расчет общей экономической эффективности по всем предлагаемым**

**мероприятиям 119**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ 122**

**СПИСОК УСЛОВНЫХ СОКРАЩЕНИЙ 124**

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК 125**

**ПРИЛОЖЕНИЯ 133**

**1. Параметры технологического режима 134**

**2. Имитационная модель установки в среде Aspen HYSYS 140**

**3. Схема Изомалк-2 после реализации предложения по дополнительномуподогреву**

**сырьевого потока колонны 141**

**4. Тепловая схема установки изомеризации после переобвязки теплообменника Т-10 с**

**пара на продуктовый поток 142**

**5. Тепловая схема установки изомеризации после внедрения дополнительного**

**подогрева сырьевого потока колонны К-3 за счет тепла кубового потока колонны К-2 143**

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Результатом проделанной работы является следующее.

1. Произведен анализ функционирования установки изомеризации легких бензиновых фракций с построением модели в программной среде As­pen HYSYS;
2. На основе построенной модели колонны деизопентанизатора разра­ботана универсальная методика, позволяющая определять место ввода сырья в ректификационную колонну для минимизации потребления энергоресурсов на стадии ее проектирования;
3. Установлено, что причиной образования твердых частиц кокса в межтрубном пространстве сырьевых теплообменников, приводящей к росту перепада давления в оборудовании и выходу его из строя, является присут­ствие в сырье растворенного кислорода в концентрации от 4 ppm. Найден и доказан эффективный способ решения проблемы закоксовывания теплооб­менников, позволяющий избежать возникновения данной проблемы, как при проектировании новых технологических установок, так и на действующих установках. Он основан на введении ВСГ в сырье перед буферной емкостью и изменении режимных параметров работы самой емкости, что позволяет сдувать из нее газ, насыщенный кислородом в топливную сеть установки и исключает образование отложений в межтрубном пространстве сырьевых теплообменников.
4. Разработана схема подготовки оборотного водоснабжения для уста­новки изомеризации, с помощью которой можно добиться необходимого ка­чества охлаждающей воды, и тем самым увеличить межремонтный пробег установки до четырех лет, увеличить теплосъем в водяных холодильниках до 11 % и снизить потребление реагентов для водоподготовки до 56 %.
5. На основе проведенного комплексного обследования установки изомеризации даны рекомендации по повышению энергоэффективности и ресурсосбережения, которые в совокупности позволяют добиться экономии энергресурсов до 20 % .
6. Ожидаемый экономический эффект от снижения затрат на энерго­ресурсы и сокращение безвозвратных потерь углеводородов составляет

млн руб. в год при затратах в 333,1 млн руб. на реализацию предло­женных рекомендаций. Срок окупаемости капитальных затрат составит не более 1,5 лет.