**Кейсы от Центра инженерного моделирования на Инженерный кейс-чемпионат**

**1. Направление по сопровождению СУУТП**

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №1** |  |
| Составитель | Сухов Дмитрий Игоревич |
| Тема | Создание виртуального анализатора качества по содержанию серы в гидроочищенном дизельном топливе. |
| Вводные данные | В связи с санкциями увеличились риски технического обслуживания поточного анализатора качества, показывающего содержание серы в сырье в гидроочищенной дизельной фракции. В качестве альтернативы использования поточного анализатора было предложено создать виртуальный анализатор качества без использования данных с поточного. В качестве исходных данных предложены показания приборов блока гидрооочистки и лабораторные значения. |
| Задачи | Создать виртуальный анализатор качества.  Подробно описать подход к его созданию.  Доказать его эффективность на тестовой выборке не менее 80 точек. |
|  |  |

**2. Отдел инженерного моделирования**

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №2** | Повышение эффективности использования лёгкого каталитического газойля |
| Составитель | Николаева Д.А. |
| Тема | Производство новых видов продукции на МНПЗ |
| Вводные данные | В настоящее время на установке каталитического крекинга получают порядка 45 т/ч лёгкого каталитического газойля. Данный продукт направляют на установку гидроочистки дизельного топлива, а его избыток (в случае нехватки водорода на обеспечение нужды процессов ГО ДТ) – в товарный мазут. Необходимо проработать возможность вовлечения данного продукта в производство альтернативного вида продукции с учётом ограничений по водородному балансу завода, а также с учётом специфики получаемого продукта: нк ~ 230°С, кк 340-350°С, содержание серы 0.48% масс., плотность – 940 кг/м³, Тпомутнения = −10°С, Тзастывания = −18°С, вязкость кинематическая при 20°С = 5.5 сСт, вязкость кинематическая при 50°С = 2.6 сСт. |
| Задачи | * Рассмотреть различные варианты по производству товарной продукции с вовлечением ЛКГ (с учётом экономической целесообразности и свойств продукта); * Предложить рецептуру для компаундирования товарного продукта с вовлечением ЛКГ; * Изучить рынки сбыта нового продукта; * Рассчитать экономический эффект от реализации продукции с вовлечением ЛКГ. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №3** |  |
| Составитель | Артамонов А.М. |
| Тема | Производство циклогексана в АО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-МНПЗ» |
| Вводные данные |  |
| Задачи | Предложить технологии и методы производства циклогексана в АО «ГАЗПРОМНЕФТЬ-МНПЗ» |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №4** |  |
| Составитель | Гайдукова Д.Д. |
| Тема | Использование газов с УЗК для выработки высокомаржинальной продукции |
| Вводные данные | На АО «Газпромнефть-МНПЗ» планируется ввод в эксплуатацию УЗК в составе КГПН. Побочным продуктом установки являются газы коксования: ППФ и ББФ. Ввиду низкого содержания пропилена в составе ППФ его направление на установку производства полипропилена не выгодно и требует альтернативных путей. ББФ по проекту предполагается вовлекать в сырье МТБЭ, однако из-за более высокого содержания бутадиена-1,3 по сравнению с сырьем с каталитического крекинга, могут возникать проблемы, связанные с быстрой дезактивацией катализатора производства МТБЭ и олигомеризата.  Состав ППФ %масс.:   * Этилен 0,01 * Этан 0,58 * Пропилен 27,65 * Пропан 70,77 * Изобутан 0,58 * Н-бутан 0,06 * Бутилены 0,35   Состав ББФ, % масс.:   * у/в С3 0,57 * бутаны 52,1 * бутен-1 19,86 * изобутен 13,93 * транс-бутен-2 6,22 * цис-бутен-2 3,52 * бутадиен-1,3 0,9 * С5 3,22 |
| Задачи | * Предложить варианты путей вовлечения ППФ и ББФ с УЗК в другие процессы производства (внутри и вне МНПЗ) для обеспечения дополнительной выработки компонентов (и/или) высокомаржинальной продукции * Учесть возможность полного импортозамещения при реализации вариантов решения поставленной задачи * Дать экономическую оценку предложенным вариантам - основные затраты и срок окупаемости |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №5** |  |
| Составитель | Трошкин Михаил Андреевич |
| Тема | Коксование теплообменников подогрева кубы колонны |
| Вводные данные | На установке МТБЭ присутствует блок ректификации ББФ. Сырьём колонны является смесь ББФ после блока очистки и бутиленами с блока производства олигомеризата.  Очистка производится раствором щёлочи.  Колонна ректификации подогревается аппаратами Т-3, в которых происходит закоксовывание трубок, что негативно сказывается на передаче тепла в колонну (теплоноситель – пар) |
| Задачи | 1. Проанализируйте причины коксования трубок теплообменного аппарата 2. Дайте предложения по оптимизации технологического режима и/или изменению технологической схемы установки |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №7** |  |
| Составитель | Пилясов Владислав Игоревич |
| Тема | Установка каталитического крекинга Г-43-107 |
| Вводные данные | После пуска в работу комплекса глубокой переработки нефти наблюдается дефицит сырья каталитического крекинга Г-43-107 (вакуумного газойля). Планируется работа установки на минимальной производительности (60% от максимальной). |
| Задачи | * Рассмотреть возможность дозагрузки установки Г-43-107 при вовлечении привозного сырья с учетом логистических ограничений; * Проанализировать требования к показателям качества сырья каталитического крекинга, предложить варианты по видам привозного сырья от различных поставщиков; * Указать возможность/необходимость реконструкции или изменения режима работы при действующей схеме работы установки с учетом качества привозного сырья. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №6** |  |
| Составитель | ЦИМ (Плотникова Анна Андреевна) |
| Тема | Снижение загрязнений в теплообменном оборудовании и увеличение эффективности теплообмена |
| Вводные данные | В настоящее время повышение глубины рекуперации, снижение загрязнений и увеличение скорости потока теплообменных аппаратов НПЗ являются одними из наиболее острых и актуальных вопросов в нефтеперерабатывающей отрасли, в том числе и для Московского НПЗ. Помимо этого, также сохраняется тенденция на снижение использования оборотной воды, что негативно сказывается на работе теплообменного оборудования. |
| Задачи | - Рассмотреть различные типы теплообменного оборудования, используемых на НПЗ. Определить преимущества и недостатки для каждого из типов;  - Изучить проблему загрязнений теплообменников. Определить влияние скорости потока, а также его качественных характеристик, на толщину загрязнений;  - Предложить несколько вариантов увеличения эффективности теплообменников, аппаратов воздушного охлаждения для различных типов сред (теплоносителей). |

**3. Реинжиниринг АСУТП**

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №7** |  |
| Составитель | Никонов В.В., Руководитель проекта, проект по реинжинирингу АСУТП, ЦИМ |
| Тема | Алгоритм автоматического пуска центробежного насоса |
| Вводные данные | Пуск центробежного насоса осуществляется в ручном режиме. При этом на время пуска происходит отключение деблокировочных ключей, что повышает риск создания аварийных ситуаций |
| Задачи | Разработать алгоритм автоматического пуска центробежного насоса с минимизацией действий технологического персонала. Предусмотреть необходимые технические средства управления. |
|  |  |
| **Кейс №8** |  |
| Составитель | Семенов С.С. главный специалист по КИПиА, проект по реинжинирингу АСУТП, ЦИМ |
| Тема | Разработка логики защиты динамического оборудования |
| Вводные данные | На ОПО имеющем в своем составе блоки I и II взрывоопасности, в рамках замены ФИО (физически изношенное оборудование), для замены существующего центробежного насоса поставлен насос оснащенный комплектным оборудованием КИПиА, в составе:  Датчик температуры переднего подшипника электродвигателя -2шт;  Датчик температуры заднего подшипника электродвигателя -2шт;  Датчики температуры обмотки (u,v,w) электродвигателя-6шт.  Датчик температуры переднего подшипника насоса -2шт;  Датчик температуры заднего подшипника насоса -2шт. |
| Задачи | Разработать логическую схему противоаварийной защиты (ПАЗ) с учетом требований ФНиП Общие правила взрывобезопасности для взрывопожароопасных химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств" |
| **Кейс №9** |  |
| Составитель | Могучев Л.Н. – главный специалист, проект по реинжинирингу АСУТП, ЦИМ |
| Тема | ДМК |
| Вводные данные | На МНПЗ выпускается Керосин марки ТС-1, прямогонный керосин АВТ гидроочищается на установки Л-24/5 1963 года ввода в эксплуатацию. В 2020 выполнены работы:  Реализация проекта №4-218900-1-Р Polynom «Перевод левого блока установки Л-24/5 на выпуск топлив марки ТС-1» (изм.15) Замена на левом блоке каталитической системы ТК-10, ТК-709 (3/16), ТК-831 (1/8), ТК-743 (1/10), ТК-562 BRIM (1/16), ТК-578 BRIM (1/16), ТК-578 BRIM (1/20) фирмы «Хальдор Топсе на каталитической систему ТК-10, ТК-831 (1/8), ТК-711 (3/16), ТК-527 (1/10), ТК-26 TopTrap™ (1/2) фирмы «Хальдор Топсе». Необходима в будущем реконструкция Л-24/5 до современных норм РТН. |
| Задачи | Рассмотреть альтернативные варианты выпуска керосина на низкотемпературной демеркаптанизации при дооборудовании на существующих АВТ.  Предложить вариант реализации ДМК на АВТ-6  Посчитать экономическую целесообразность по отношению к приведению к нормам гидроочистки 24/5. |

**4. Направление по цифровым двойника и системам динамической оптимизации**

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №10** |  |
| Составитель | Манапов Р.Р. |
| Тема | Оптимизация цепочки технологических установок |
| Вводные данные | На АО «Газпромнефть-МНПЗ» для технологических установок внедряются различные ИТ-системы и системы управления тех.процессом: инженерные модели, СУУТП, цифровые двойники и т.д. |
| Задачи | На основе исследования мирового опыта предложить технологию и концепцию оптимизации работы технологических цепочек (с учетом взаимного влияния ТУ). |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №11** |  |
| Составитель | Манапов Р.Р. |
| Тема | Валидация исходных данных для работы СУУТП и цифровых двойников. |
| Вводные данные | На АО «Газпромнефть-МНПЗ» для технологических установок внедряются различные ИТ-системы и системы управления тех.процессом: инженерные модели (ИМ), СУУТП, цифровые двойники (ЦД) и т.д. Для корректной работы данных систем ключевую роль играет валидация исходных данных, поступающих на вход систем, в режиме онлайн. При этом при фактической работе ТУ часто наблюдается несогласованность режима работы ТУ и результатов лабораторных исследований, связанных с погрешностью методов анализа, человеческим фактором при оборе и анализе проб. Как следствие, несогласованность данных приводит к автоматической подстройке систем на некорректные данные. |
| Задачи | 1. Разработать алгоритм автоматической валидации лабораторных данных, поступающих на вход в СУУТП/ЦД/ИМ. 2. Предложить подход к автоматической корректировке ИД для СУУТП/ЦД/ИМ, если разработанный валидации сигнализирует о некорректных данных. |

**5. Направление технология**

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №12** |  |
| Составитель | Цветов Е.М., Крюков Я.И. |
| Тема | Увеличение отборов бензина на ГОБКК за счет снижения углеводородов С5+ в углеводородном газе колонны разделения бензина |
| Вводные данные | Углеводородный газ колонны разделения бензина С-01  (D-02) установки гидроочистки бензина каталитического крекинга (УГОБКК) имеет в своем составе в среднем 14,1 %масс. углеводородов С5+, что не является оптимальным показателем. |
| Задачи | 1. Используя технологический регламент, режимные карты и результаты аналитического контроля углеводородного газа провести анализ технологического режима блока разделения бензина.  2. Разработать и предложить мероприятия, направленные на снижение углеводородов С5+ в углеводородном газе и увеличение выхода бензинов |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №13** |  |
| Составитель | Цветов Е.М., Фролова В.В. |
| Тема | Перевод установки изомеризации легкой нафты на отечественный катализатор изомеризации |
| Вводные данные | На установке изомеризации легкой бензиновой фракции на реакторном блоке изомеризации применяется импортный хлорированный катализатор I-82, поставки которого из-за рубежа в настоящий момент невозможны. |
| Задачи | 1. Провести анализ рынка отечественных катализаторов изомеризации со сравнением основных характеристик и определить наиболее перспективные варианты к применению.  2. Определить необходимое техническое перевооружение установки изомеризации легкой нафты и требуемые капитальные затраты.  3. Провести оценочный экономический расчет с целью определения потенциального экономического эффекта при замене каталитической системы. |

**Направление механика и управление надежностью**

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №14** |  |
| Составитель | Харченко Б.В. |
| Тема | Улучшение параметров качества оборотной воды |
| Вводные данные | Текущие параметры оборотной воды:  Приложение №1.  При данных параметрах происходит коррозия трубных пучков теплообменных аппаратов. |
| Задачи | Предложить изменения параметров качества оборотной воды  Предложить реагенты для обработки воды |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №15** |  |
| Составитель | Харченко Б.В. |
| Тема | Повышение надёжности работы компрессорного оборудования |
| Вводные данные | На АО «Газпромнефть-МНПЗ» планируется программа по модернизации компрессорного оборудования. Одна из основных частей модернизации – это дооснащение современными средствами защиты и мониторинга работы оборудования. |
| Задачи | Составить перечень защит и систем мониторинга оборудования для центробежных компрессоров с указанием какой параметр приводит в защитному останову оборудования, какой к параметр сигнализирует, чтобы обратить на него внимание. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №16** |  |
| Составитель | УППЭ |
| Тема | Сокращение сроков подготовки объектов к капитальным ремонтам |
| Вводные данные | На всех технологических объектах нефтеперерабатывающих заводах проводят капитальные ремонты в зависимости от межремонтных пробегов установок.  Сроки капитальных ремонтов влияют на маржинальность предприятий и их эффективность, а также на индекс эксплуатационной готовности. |
| Задачи | 1. Рассмотреть эффективные современные способы подготовки объектов к капитальным ремонтам с целью сокращения сроков на примере установки первичной переработки нефти ЭЛОУ АВТ-6 касательно каждого блока установки. 2. Оценить экономическую эффективность сокращения сроков простоя установки на капитальный ремонт на 1 сутки. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №17** |  |
| Составитель | УППЭ |
| Тема | Снижение содержания неконденсирующихся газов в в шлемовых трактах колонн V-215 (деизогексанизатор) и V-202 (деизобутанизатор) установки изомеризации легкой нафты |
| Вводные данные | В летний период эксплуатации установки изомеризации легкой нафты наблюдается снижение выхода ключевого продукта установки: объединённого изомеризата. Снижение связано с увеличением доли неконденсирующихся углеводородов в шлемовом погоне и аппаратах воздушного охлаждения.   1. Технологическая схема установки. 2. Материальный баланс установки:  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **СЫРЬЕ** | **ЗИМА** | **ЛЕТО** | **ОТКЛОНЕНИЕ** | | **%** | **%** | **%** | | Гидрогенизат (г/оч.бензин изомеризации) | 96.300 | 87.484 | 8.817 | | Фракция НК-85 г/оч | 3.700 | 12.516 | -8.817 | | Водород технический (99.9 %) | 0.817 | 0.782 | 0.035 | | ИТОГО | 100.817 | 100.782 | 0.035 | | **ПРОДУКТЫ** | | | | | | Фр. С7 | 11.319 | 13.611 | -2.292 | | Изомеризат | 84.086 | 81.593 | 2.493 | | Сухой газ с технологических установок | 4.992 | 5.179 | -0.187 | | Потери установок нефтепереработки | 0.393 | 0.399 | -0.006 | | Отдувочный газ (ВСГ) | 0.026 |  | 0.026 | | **ИТОГО** | 100.817 | 100.782 | 0.035 | |
| Задачи | 1. Предложить организационно-технические мероприятия по снижению доли неконденсируемых углеводородов в шлемовых погонах колонн V-215 и V-202 ; 2. Разработать технические решения по снижению доли неконденсируемых углеводородов в шлемовых погонах колонн V-215 и V-202; 3. Оценить капитальные и эксплуатационные затраты; 4. Расчитать экономический эффект от реализации предлагаемых проектов. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №18** |  |
| Составитель | Долгих Н.Г., Першина Ю.А. |
| Тема | Альтернативное использование бензина Висбрекинга |
| Вводные данные | На АО «Газпромнефть-МНПЗ» эксплуатируется установка Висбрекинга АТ-ВБ.  Бензин относиться к продуктам висбрекинга, по свойствам имеет низкую стабильность вследствие его олефинового характера. В настоящее время поток подается на гидроочистку комбинированной установки переработки нефти, далее используется как компонент товарного бензина. Характеристики бензина висбрекинга:  Плотность (кг/м3) – 728,5  Сера (% масс) – 1,5  Углеводородный состав (% об):  - Н-парафины – 24,7  - Изопарафины – 27,7  - Нафтены – 15,2  - Ароматика – 4,7  - Олефины – 27,5  - Бензол – 0,3  Фракционный состав (°С):  - Начало кипения – 32,1  - 5% – 45,9  - 10% – 62,9  - 30% – 90,1  - 50% – 121,8  - 70% – 127,9  - 90% – 163,7  - 95% – 162  - Конец кипения – 176,6  - Выход – 95,4 |
| Задачи | Определить лабораторные методы испытаний и предложить альтернативные направления использования бензина висбрекинга. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №19** |  |
| Составитель | Воробьева Д.В., Ярещенко А.А. |
| Тема | Рассчитать неопределенность результатов измерений при определении содержания массовой доли хлористых солей в нефти |
| Вводные данные | При анализе контроля стабильности ВЛК СОПН5-22М-Х-02 хлористых солей в нефти по ГОСТ 21534-2021 метод А ч.1 были получены следующие результаты контрольного определения:   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | № | Результат контрольного определения, мг/дм3 | | Результат контрольного измерения  ср  мг/дм3 | | 1-го  Х1 | 2-го  Х2 | | 1 | 26,0 | 26,0 | 26,0 | | 2 | 32,0 | 32,0 | 32,0 | | 3 | 24,0 | 23,0 | 23,5 | | 4 | 30,0 | 31,0 | 30,5 | | 5 | 28,0 | 28,0 | 28,0 | | 6 | 30,0 | 30,0 | 30,0 | | 7 | 27,0 | 27,0 | 27,0 | | 8 | 31,0 | 30,0 | 30,5 | | 9 | 29,0 | 28,0 | 28,5 | | 10 | 30,0 | 30,0 | 30,0 |   С допускаемой основной относительной погрешностью 4,1 % |
| Задачи | Рассчитать:  1) для источников неопределенности случайного характера по типу А;  2) для источников неопределенности систематического характера по типу Б;  3) вычислить суммарную стандартную неопределенность;  4) вычислить расширенную неопределенность измерений для доверительной вероятности (вероятности охвата) P= 0.95, и коэффициенте охвата k=2 |
| **Кейс №20** |  |
| Составитель | Стяжкина О.В., Ахмедова А.Ж. |
| Тема | Предложение по эффективному соотношению «затемненной фракции» : вакуумный газойль с сохранением качества битума БНД 70/100 и БНД 50/70 по ГОСТ 33133 |
| Вводные данные | Показатели качества «затемненной фракции»:  Плотность при 20℃ - 979,5 кг/м3  Вязкость условная при 80℃ -18 с  Фракционный состав:  нк-399 °С,  до 500 °С – 15,8 %об  Показатели качества гудрона:  Плотность при 20 ℃ - 1007 кг/м3  Вязкость условная при 80 ℃ -185 с  Фракционный состав:  нк - 460 °С,  до 500 °С – 3,5 %об.  Показатели качества вакуумного газойля  Плотность при 20℃ - 907,8 кг/м3  Вязкость условная при 100 °С, ВУ -1,5 ВУ  Фракционный состав:  нк-335 °С,  до 350 °С – 0,4 %об.,  до 360 °С - 1,2 %об.  10 %об. – 390 °С,  50 %об. – 440 °С  КК – 538 °С  Материальный баланс:  Производительность установки производства битума (УПБ)  Загрузка по гудрону - 250 м3/час (в т.ч. вакуумный газойль от 5 до 18 м3/час)  К-10 ЭЛОУ-АВТ-6 – вакуумная колонна  Мазут-595 м3/час  До 350°С-30 м3/час  ВГ-220 м3/час  НЦО (нижнее циркуляционное орошение) «затемненная фракция»-205 м3/час  Гудрон - 145 м3/час |
| Задачи | Задачей является – найти наиболее эффективное соотношение «затемненная фракция» : вакуумный газойль с сохранением качества битума БНД 70/100 и БНД 50/70 по ГОСТ 33133 |

|  |  |
| --- | --- |
| **Кейс №21** |  |
| Составитель | Громов Егор Владимирович, Начальник отдела по организации ТОиР, УГМет |
| Тема | Автоматизации процесса имитационной проверки |
| Вводные данные | Проводится проверка сработки исполнительных механизмов перед пуском объекта. Типовой проект БОВ. |
| Задачи | На основе типового проекта предложить структуру АСУТП |
| **Кейс №22** |  |
| Составитель | Денисов Артем Анатольевич, Начальник отдела метрологии, УГМет |
| Тема | Анализ существующего парка расходомеров. Подбор отечественных аналогов расходомеров для замены существующих расходомеров с возможностью имитационной поверки(калибровки) |
| Вводные данные | 1. Существующий парк расходомеров, требует замены в среднесрочной перспективе. Из-за политических санкций риски выхода из строя оборудования возрастают в следствии отсутствия возможности проведения ремонта/сервиса, зависимого от производителя расходомеров. 2. За последние годы появилась новая возможность метрологическая поверка расходомеров: два основных метода – проливной и безпроливной (имитационный). При этом имитационный имеет такие неоспоримые преимущества, как экономия времени и сокращение денежных затрат. Прибор не нужно отправлять на поверочный стенд, а стоимость имитационного способа гораздо ниже и не зависит от диаметра проточной части. |
| Задачи | 1. Проанализировать существующий парк расходомеров с делением на категории: отечественный/зарубежный, попадающие/не попадающие под санкции, с указанием возможности ремонта/сервиса в текущих условиях; 2. Выделить возможность проливной/имитационной поверки у существующих расходомеров; 3. Предложить приоритеты для замены существующих расходомеров с обязательной возможностью имитационной поверки; 4. На основании проведенного анализа произвести бюджетную оценку и обоснование замены приоритетных позиций. |