РЕШЕНИЕ ПО УПРАВЛЕНИЮ И ОПТИМИЗАЦИИ СМЕШЕНИЯ НА БАЗЕ SMARTPROCESS™

Функциональное описание
01/25/06



© 2006, Emerson Process Management

Содержание

1. Введение 3
2. Автоматическое управление смешением 4
3. Точная подстройка 6
4. Управление Заказом на смесь 7
5. Управление свойствами Смеси 9
6. Оперативная оптимизация смешения 10
   6.1. Модели смешения 11
   6.2. Интегрирование качества в резервуаре 12
7. Автономная оптимизация смешения 13
8. Модуль управления потоками 14

© 2006, Emerson Process Management

Управление и оптимизация смешения с помощью системы SmartProcess™

1. ВВЕДЕНИЕ

Пакет управления и оптимизации смешения SmartProcess™ компании Emerson Process Management представляет собой комплексную систему управления смешением в потоке, которая позволяет обеспечить плавный переход между диспетчером нефтеперерабатывающего предприятия и операторами смешения. Эта система помогает оператору в работе, управлении, оптимизации и составлении отчетов по всем операциям смешения – и все это в интегрированной среде распределенной системы управления.

Расширенные модули управления смешения обеспечивают возможность реализации технологии многопараметрического смешения, оптимизируя использование имеющихся компонентов. Эта технология позволяет использовать нелинейные модули смешения с оперативным модулем оптимизации смешения для контроля конечного продукта и соотношения качества и цены. Система смешения предварительно устанавливает параметры смешиваемых продуктов и включает следующие функциональные приложения:

- Модуль управления качеством смешения разработан для использования обратной связи от анализатора для точной подстройки заданий по соотношению компонент таким образом, чтобы смешанная продукция соответствовала указанным заданиям по качеству
- Оперативная оптимизация смешения используется для расчета оптимального набора компонентов смешения и мгновенных заданий качества смеси таким образом, чтобы конечный продукт в резервуаре соответствовал заданным техническим характеристикам с минимальными затратами
- Автономная оптимизация смешения используется планировщиками и операторами для определения оптимальных рецептур смеси, качества компонентов и требований к готовой продукции

Пакет смешения SmartProcess разработан для порционных или непрерывных операций смешения, в том виде, как они обычно встречаются при смешении бензина, дизельного топлива и мазута на нефтеперерабатывающих предприятиях. Пакет представляет собой полный интегрированный набор программных приложений, работающих на мощной платформе PlantWeb, и охватывает все виды работ от оптимизации процесса смешения до управления в реальном времени свойствами итоговой смеси. Система спроектирована как набор функций общего назначения, которые конфигурируются для того, чтобы они соответствовали конкретным потребностям смешения на данном нефтеперерабатывающем предприятии. Система способна обрабатывать как сложные требования по смешению, например, переформулированный бензин, равно как и простые процессы порционного смешения на основе рецептур. В данном документе описывается модульная архитектура, которая обеспечивает возможность выбора необходимых модулей в соответствии с определенными требованиями проекта. Пакет смешения включает следующие модули:

- Автоматическое управление смешением

© 2006, Emerson Process Management

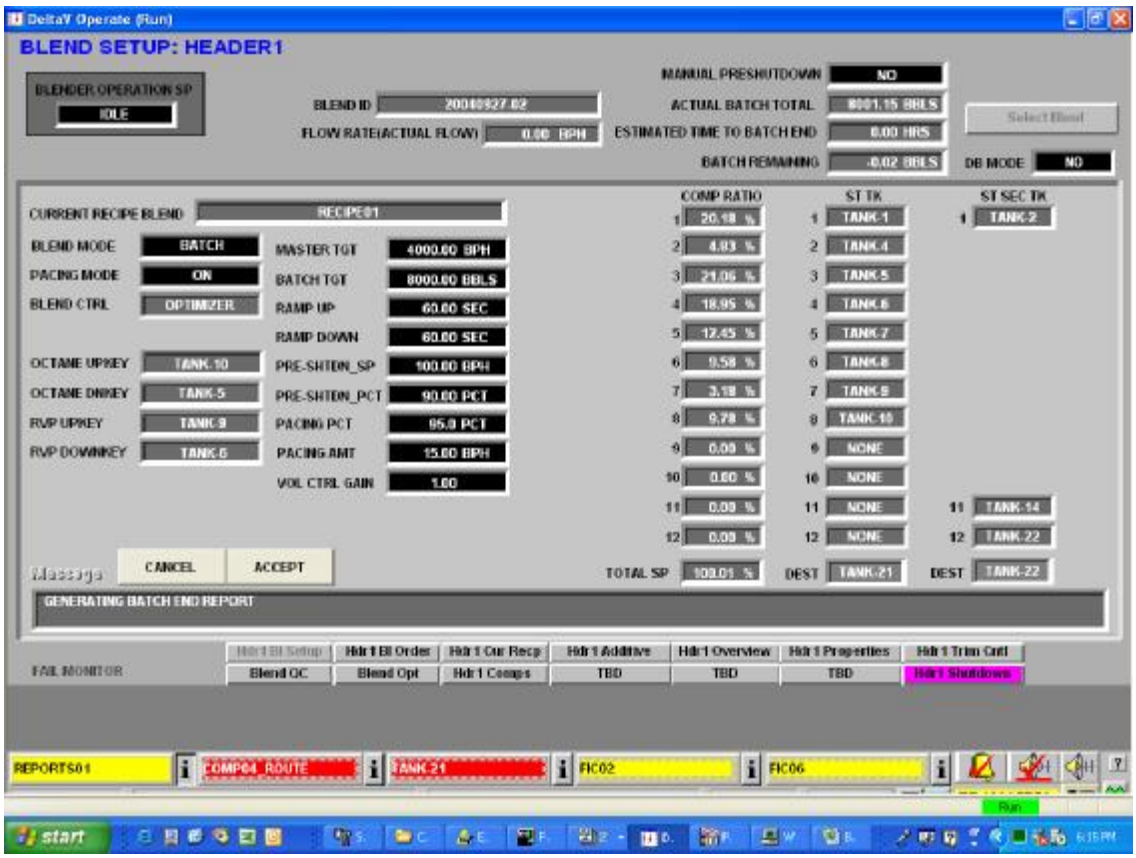
- Точная подстройка с помощью анализаторов
- Управление заказом на смесь
- Управление свойствами смеси
- Оперативная оптимизация смешения
- Автономная оптимизация смешения
- Интегрирование качества в резервуаре
- Управление потоками

Описание каждого из этих модулей приведено ниже.

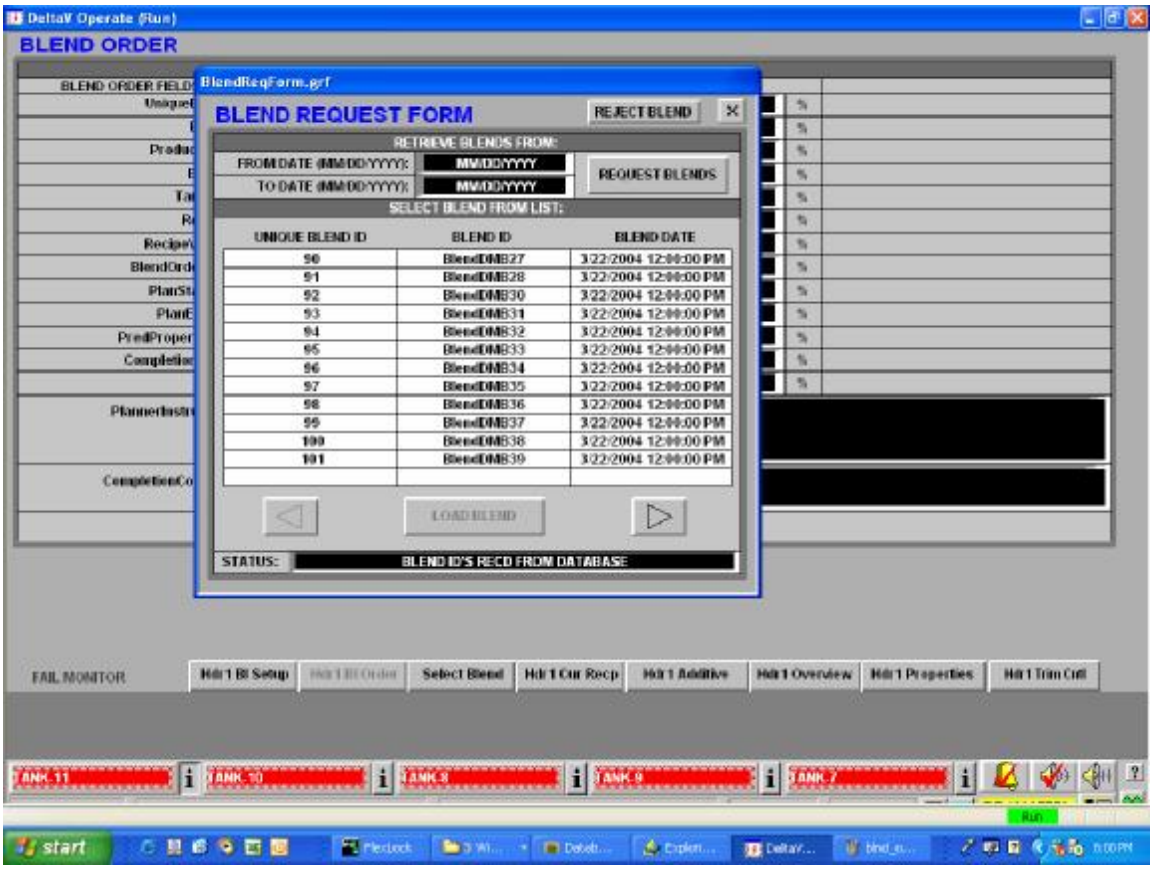
2. АВТОМАТИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ СМЕШЕНИЕМ

Основное назначение данного модуля состоит в автоматизации запуска и остановки системы смешения. Этот модуль осуществляет составление распорядка и линейного изменения открытия клапанов компонент до тех пор, пока не установятся требуемые потоки компонент, и пока не сможет начать работу модуль Управления Соотношением Потоков. В конце процесса смешения, определяемом по приближению суммарного количества смеси к заданию, модуль упорядоченно будет отключать систему смешения. Модуль автоматически сбрасывает в ноль сумматоры смеси при старте нового процесса смешения. Система способна работать с несколькими смесителями, которые одновременно находятся в состоянии запуска или останова.

Операторы используют главное окно запуска, показанное на рисунке для инициализации или завершения смешения. В этом окне определяются компоненты и резервуары с готовой продукцией, устанавливаются нужные соотношения компонентов, режим смешения, объем, скорость и прочие параметры управления.



Первоначальные заказы на смесь и задание рецептур загружается в программу DeltaV и базы данных SQL-Сервера или передаются непосредственно из модулей рецептур DeltaV. Если программа смешения работает в режиме БД, оператор может нажать кнопку Select Blend (Выбрать Смесь), посредством которой открывается окно, содержащее перечень утвержденных заказов на смесь, как показано на рисунке ниже. Если выбрать заказ на смесь из списка и нажать кнопку Load Blend (выполнить смесь), то выбранный заказ на смесь с заданной рецептурой передается в оперативную систему управления для выполнения.



Основная функциональная схема последовательности смешения обрабатывает последовательности пуска, а именно, открывает клапаны, запускает насосы и линейно изменяет параметры потока до получения заданных соотношений. Если во время смешения обнаруживается неисправность оборудования, приложение контроля неисправностями (Fail Monitor) переводит программу смешения в режим ожидания до тех пор, пока не будет откорректирована неисправность. После устранения неисправности программа смешения возобновляет процесс с той точки, в которой он был остановлен.

Модуль управления соотношением смешения задает уставки для контроллеров расхода с целью достижения заданного суммарного расхода получаемой смеси при желаемом соотношении компонент. Контроллер соотношений контролирует все пределы параметров, включая пределы расхода и предельные положения клапанов, и контролирует соотношения даже, если не может быть достигнут заданный суммарный расход. Этот модуль управления должен взаимодействовать с процедурами запуска/останова для плавного переключения на управление запуском и передачи управления при остановке. Соотношения компонент можно задавать вручную оператором или удаленно программой высокого уровня. Контроллер

© 2006, Emerson Process Management

соотношения компонент смешения выполняет функцию изменения скорости смешения, которая уменьшает задания на суммарный расход смеси при достижении одной из компонент предельного значения расхода. Контроллер соотношений учитывает максимальные и минимальные пределы расхода, пределы давления в коллекторе и предельные положения клапанов для каждой из компонент.

Модуль управления смешением может работать в различных режимах:

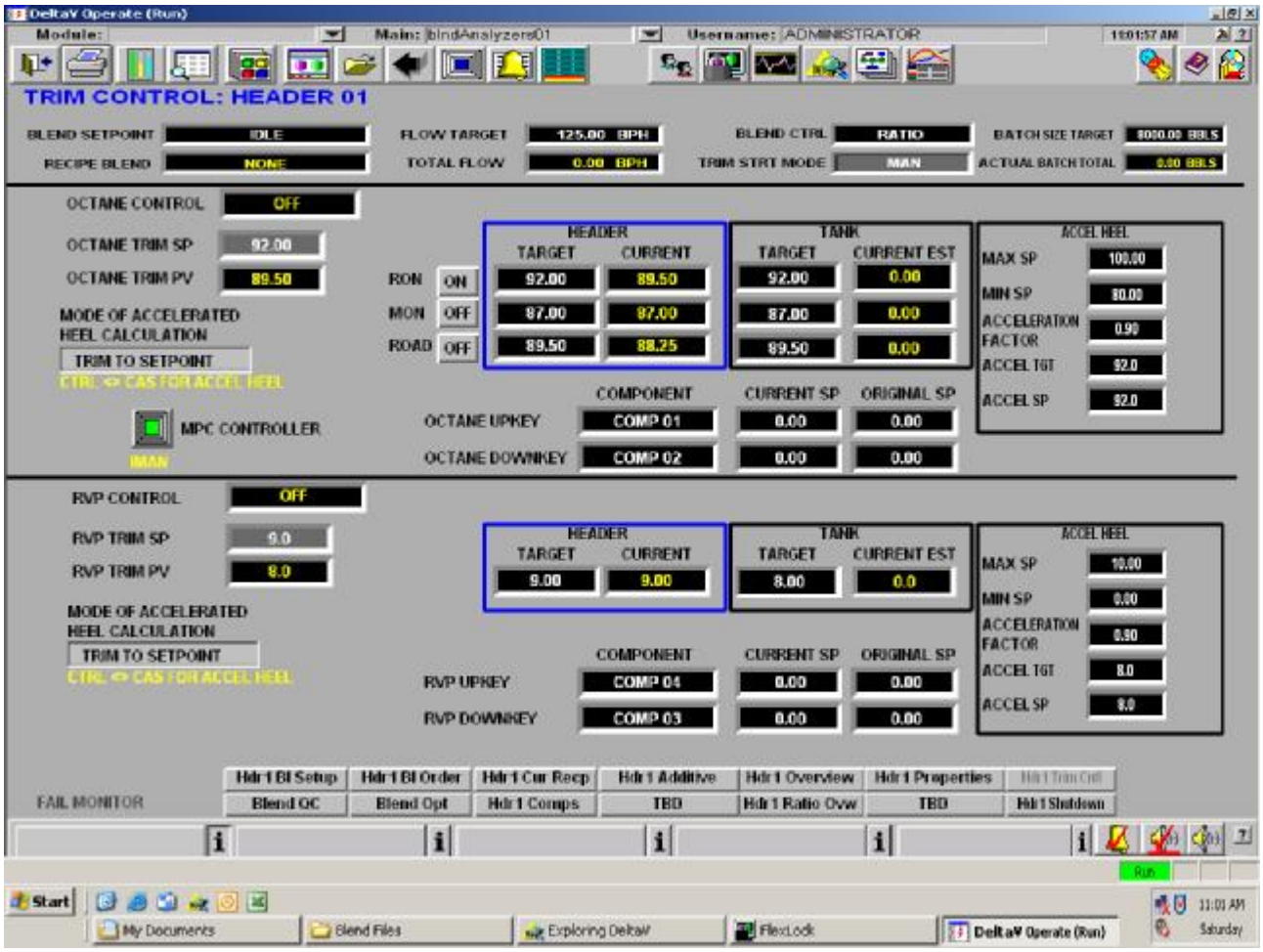
- Управление соотношением – соотношения компонент задаются оператором и используются для установки контроллера расхода компонент на базе основного задания расхода
- Управление объемом – на базе регулирования расхода компонент соотношения сумматора устанавливаются на заданные значения. Это позволяет системе компенсировать условия запуска или изменения скорости смешения, в результате которых возникли отклонения полученных соотношений от желаемой уставки.
- Точная подстройка с помощью анализаторов – дополнительный модуль для контроля 2 качеств смеси на базе оперативного анализатора
- Управление качеством смешения – дополнительный модуль для контроля и оптимизации максимум 25 свойств смеси на базе оперативного анализатора
- Оптимизация – дополнительный модуль для контроля и оптимизации максимум 25 свойств смеси в резервуаре готовой продукции, компенсируя конечный продукт.

3. ТОЧНАЯ ПОДСТРОЙКА

Модуль точной подстройки обеспечивает управление коллекторами смеси с помощью анализатора по замкнутому контуру, исходя из 2 качеств смеси. В данном модуле оперативные анализаторы используются на выходе коллектора смеси для подстройки верхнего и нижнего соотношения каждого заданного качества смеси. Для этого модуля требуется, чтобы каждое контролируемое качество включало описание верхнего и нижнего параметра качества, как часть заказа на смесь или рецептуры. Модуль точной подстройки использует встроенный блок прогнозируемого управления DeltaV PredictPro для манипуляции ключевыми соотношениями. Этот блок обрабатывает процедуры взаимодействия компонент для достижения стабильного управления качествами. Пример экранного представления модуля подстройки на базе анализатора показан на следующем рисунке.

Модуль точной подстройки может работать как в режиме управления заданием, так и в режиме ускоренной корректировки. Если выбран режим управления заданием, оператор может задать желаемое качество на выходе коллектора. Если выбран режим ускоренной корректировки, программа автоматически вычисляет качество в коллекторе для достижения желаемого качества в готовом продукте по завершении смешения.

© 2006, Emerson Process Management

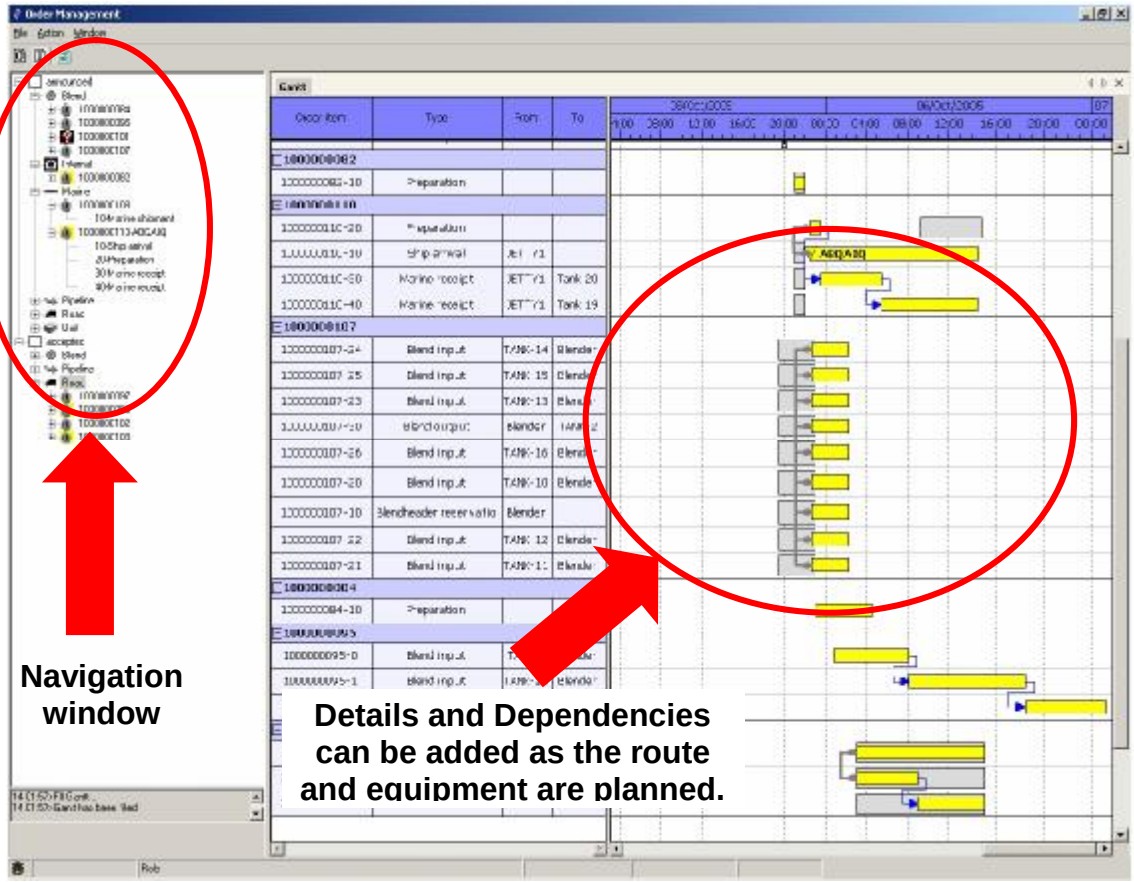


4. УПРАВЛЕНИЕ ЗАКАЗОМ НА СМЕСЬ

Программное приложение Управление Заказом на смесь (Blend Order Management) обеспечивает возможности по созданию, обновлению и выполнению Заказов на смесь. Оно имеет несколько пользовательских окон, которые взаимодействуют с данными Заказа на смесь и со всеми связанными программными приложениями. Утвержденные заказы и рецептуры для подачи продукта, прогнозируемой на несколько дней вперед, загружаются в систему смешения из планировщика. Эти рецептуры являются исходной точкой запуска модуля оптимизации смешения. Эти рецептуры сначала проверяются с точки зрения выполнимости и наличия ошибок совместимости, и при обнаружении ошибок программа помечает их “флажком”.

Пользователь может использовать либо экраны управления заказом на смесь (Blend Order Management), либо программное приложение Excel, в котором открывается крупномасштабная таблица планирования смеси, взаимодействующая с базой данных Заказов на смесь. Программное приложение управления заказами на смесь создает такое же впечатление и ощущение от использования программы, как и другие модули пакета SmartProcess, включая окно браузера Windows с каталогами, отображающие состояние различных заказов. Кроме того, для планирования смесей, изменения времени запуска/останова и установления зависимостей с другими автономными процедурами можно использовать полнофункциональный график Гантта. Пример окна приложения управления заказами на смесь показан на следующем рисунке.

© 2006, Emerson Process Management



Окончательные отчеты по смешению выполняются автоматически посредством системы составления отчетов. Система вычисляет фактическое использование компонентов по отношению к планируемому, затем данные архивируются, включая все производственные показатели, такие как фактическая отбраковка, использование оборудования и план. Система ведет архивы по Заказам на Смеси и может выводить на экран и предоставлять отчеты различных представлений этих данных. Инструмент составления отчетов может суммировать смеси по интервалу времени, продукции, смесителю и, возможно, по другим критериям сортировки. Возможность углубленного просмотра обеспечивает белее детальные представления, вплоть до отдельных заказов на смеси и их компонент и добавок. Система также выдает полезные отчеты по резервуарам (например, количества, продукцию, качества) и конфигурационным данным (например, списки продукции, качества и прочие параметры, определенные в системе).

© 2006, Emerson Process Management

5. УПРАВЛЕНИЕ СВОЙСТВАМИ СМЕСИ

Модуль управления свойствами смеси выполняет две задачи, а именно обеспечение соответствия критических качеств продукта на выходе коллектора смеси с минимальными затратами и поддержание заданной рецептуры в фактической порции смеси. Модуль управления качеством смеси разработан для использования обратной связи от анализатора для точной подстройки заданий по соотношению компонент таким образом, чтобы смешанная продукция соответствовала указанным заданиям по качеству с минимизацией взвешенной суммы изменений соотношений компонент. Этот контроллер компенсирует изменения реального качества компонент. В нем применяются те же самые нелинейные модели смешения, что и в других приложения пакета смешения DeltaV. Задания по качеству продукции могут быть либо вручную заданы оператором, либо могут быть установлены приложением высокого уровня.

В модуле управления качеством смеси используется нелинейный алгоритм оптимизации для достижения оптимальных соотношений в соответствии со всеми техническими требованиями продукта с минимизацией взвешенной суммы изменений соотношений компонент, которые могут отклоняться в задаваемых оператором пределах. Модуль оптимизации смешения применяется для минимизации выбранной целевой функции, которая может состоять из 4 основных компонентов:

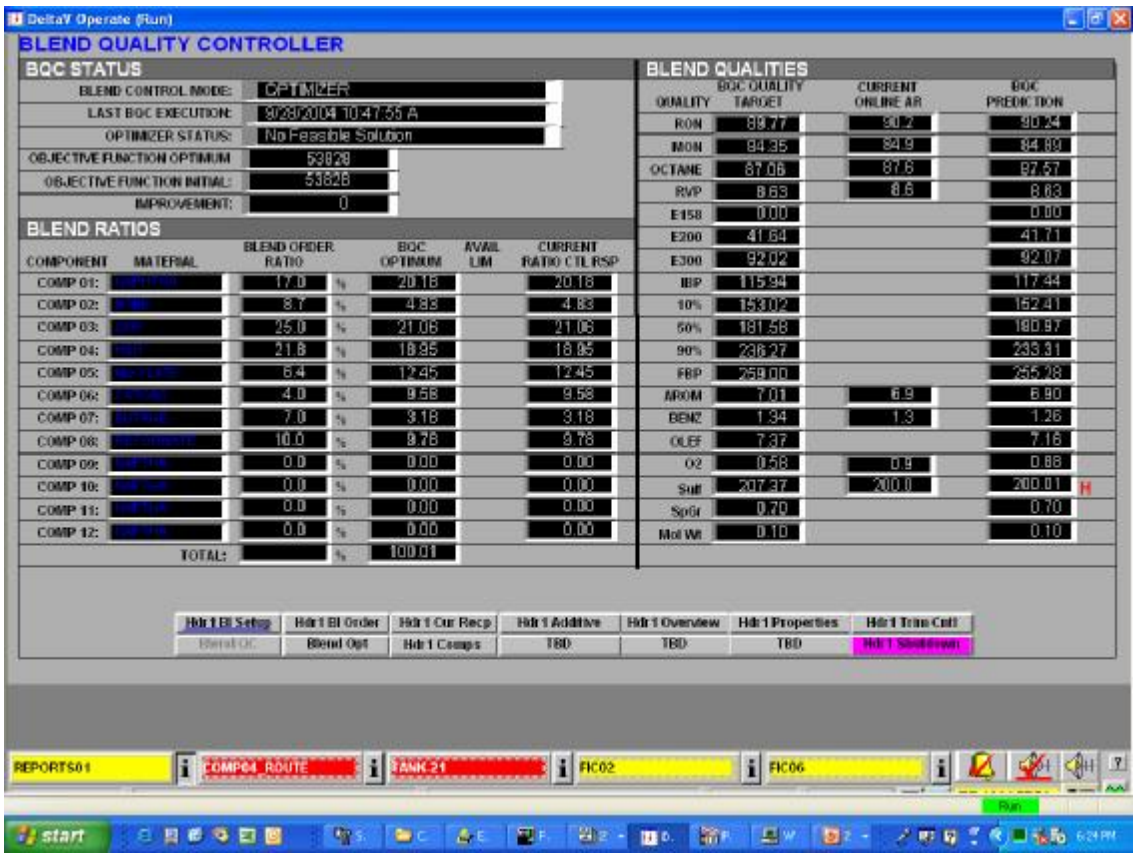
- Минимальные затраты компонент
- Минимизация взвешенной суммы изменений соотношений компонент
- Минимум изменений от текущих соотношений рецептур
- Минимум отклонений от заданных соотношений компонент смеси

Модуль оптимизации в приложении управления свойствами смеси также контролирует следующие ограничивающие факторы:

- Максимальные/минимальные соотношения для каждого компонента
- Максимальные/минимальные пределы качества смеси на выходе коллектора
- Максимальное/минимальное использование компонент в смеси

Пользовательские окна позволяют оператору просматривать оптимальные и текущие свойства, соотношения и любые действующие ограничивающие факторы. Пример пользовательского окна модуля управления свойствами смеси показан ниже.

© 2006, Emerson Process Management



Модуль управления свойствами смеси устанавливает мгновенные задания соотношения смеси для контроллера соотношения смеси, если модуль находится в режиме BQC (управление качеством смеси). Поддерживается использование стандартных оперативных анализаторов, включая специальную логику обработки октановых чисел и их периодическую процедуру анализа исходного топлива. Отказ анализатора во время смешения может вызвать приостановку смешения или нарушить желаемое соотношение.

6. ОПЕРАТИВНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СМЕШЕНИЯ

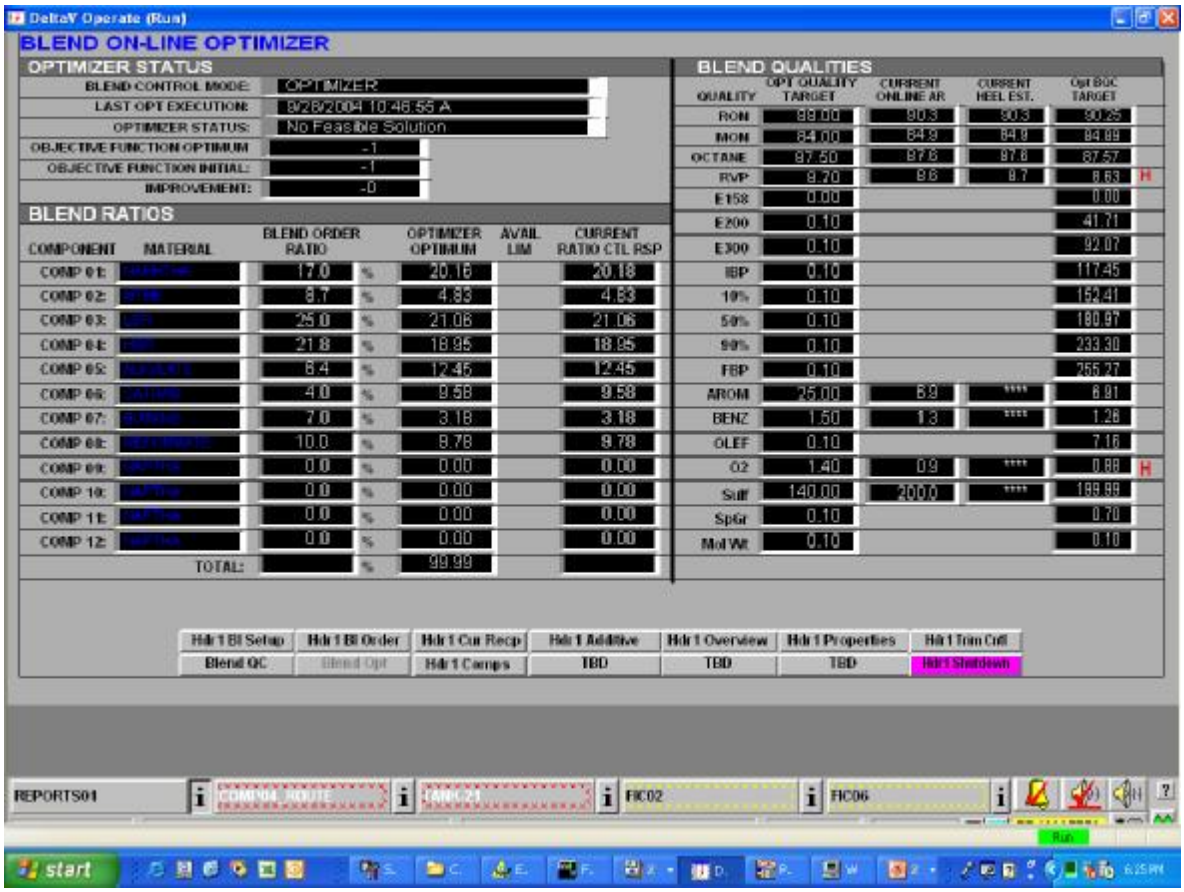
Для управления качеством готового продукта используется оперативный оптимизатор, который вычисляет желаемое качество на выходе коллектора для обеспечения соответствия требуемым характеристикам по завершении смешения. Оперативный оптимизатор смешения запускается каждые пять минут для выполнения функции балансировки отклонений от рецептур, затрат и от заданного качества продукта, восстанавливая исходные задания для модуля управления свойствами смеси. Он вычисляет мгновенные задания качества смеси для модуля управления качеством таким образом, чтобы готовый смешанный продукт соответствовал заданным характеристикам. Требуемую функцию оператор может выбрать, исходя из следующих задач:

- Минимизация взвешенного отклонения от заданной рецептуры
- Минимизация общих затрат
- Минимизация взвешенного отклонения от запланированного использования компонент
- Минимизация отклонений от заданного качества

© 2006, Emerson Process Management

Этот модуль также учитывает текущие свойства продукта в резервуаре (со дна резервуара) и заданный объем, чтобы определить соответствующие свойства каждого компонента и мгновенные задания для модуля управления свойствами смеси. Мгновенные задания изменяются, как только фактические интегрированные качества в резервуаре достигают их заданных значений.

Модуль оперативной оптимизации смешения использует тот же алгоритм оптимизации в реальном времени, что и модуль управления свойствами смеси и автономный оптимизатор. Пользовательское окно идентично окну управления свойствами смеси и отражает текущие и оптимальные значения соотношений смеси, качества и пределы, как показано на рисунке ниже.



6.1. Модели смешения

Ключевым фактором для правильной работы системы управления смешением в оперативном режиме является полный набор настраиваемых моделей смешения. Все модули программного обеспечения смешения должны использовать один и тот же набор моделей, чтобы корреляции устанавливались в одном месте в главной базе данных.

Компания Emerson поддерживает стандартные линейные и нелинейные модели смешения с возможностью ввода пользовательских корреляций.

Модели смешения можно настраивать, используя фактические результаты измерений проб. Термин “Модели смешения” также относится к общим методикам,

© 2006, Emerson Process Management

используемым для расчета качества в смешанном потоке продукта, и может включать следующее:

- Среднее значение объема
- Среднее взвешенное значение
- Молярное среднее значение
- Метод октанового нелинейного смешения на базе опубликованных корреляций Ethyl Corp.
- Метод распределенного смешения для сочетания кривых дистилляций TBP ASTM.
- Пользовательские методы смешения

Система разработана для обработки комплектной модели RFG, разработанной и опубликованной Агентством по охране окружающей среды EPA для работы с реформулированным бензином в США. Эти модели устанавливают некоторые из качественных характеристик, которые могут применяться как ограничивающие факторы в задаче по оптимизации процесса смешения.

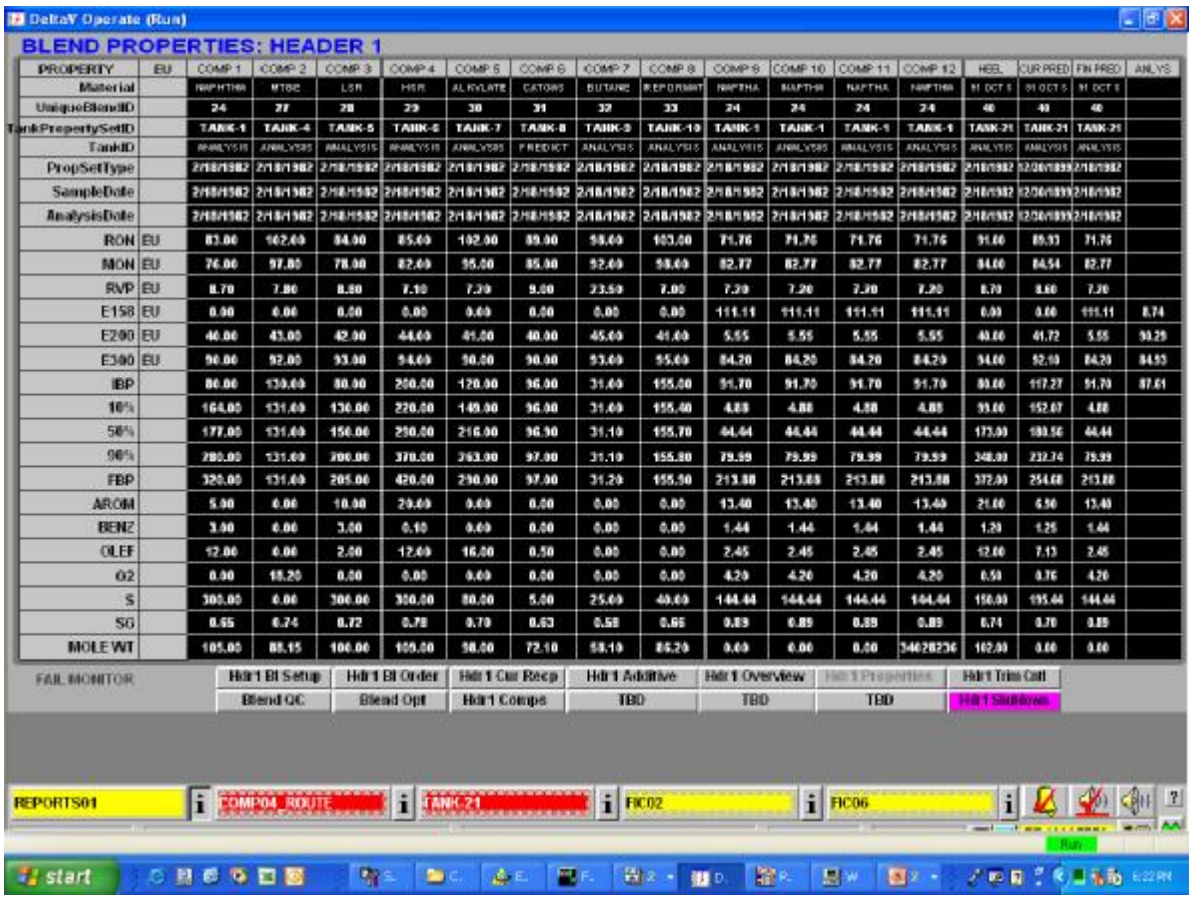
6.2. Интегрирование качества в резервуаре

Предлагается отдельное приложение, выдающее изменяющиеся значения для показателей качества смеси в резервуаре на основе данных анализатора, прогнозов и лабораторных испытаний. Это приложение ведет базу данных реального времени с наиболее точной оценкой текущего качества от инвентаризаторов. Приложение использует имеющиеся встроенные в процесс анализаторы, текущие данные инвентаризаторов из резервуара и расхода смеси для интегрирования (усреднения) параметров качества в резервуаре с помощью стандартных моделей смешения. Если встроенные в процесс анализаторы отсутствуют или не используются, могут применяться данные прогноза или лабораторные данные. Система может обрабатывать ожидаемые данные соответствующим образом. Приложение Интегрирования Качества в Резервуаре допускает также ввод лабораторных данных в записи о резервуаре вручную, причем этот процесс заставляет приложение Интегрирования Качества перезапускать интегрирование, начиная с введенного значения.

Приложение Интегрирования Качества автоматически запускается для "Резервуара Назначения" при переходе Заказа на Смесь в режим "Запускаемый". Предполагаются, что весь поток через трубопровод смесителя поступает в резервуар назначения. Как только смешение завершается, последнее надежное значение для всех величин смеси в резервуаре остается "текущим" в базе данных, если только оно не занимается результатами лабораторных испытаний.

Качества в резервуаре представляются на экране оператора в виде матрицы, которая отображает все лабораторные или прогнозируемые качества для резервуаров, используемых при запуске. Пример экрана качества показан ниже.

© 2006, Emerson Process Management



7. АВТОНОМНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ СМЕШЕНИЯ

Автономная версия программы оптимизации смешения на базе Excel предназначена для того, чтобы оператор и планировщик могли проводить оценку типа "что, если…". Этот оптимизатор служит для вычисления оптимальной рецептуры смеси для определенной порции на базе введенных свойств компонентов, экономических параметров и имеющихся инвентаризаторов. Предполагаемый объем порции, исходные рецептуры, максимальные и минимальные пределы компонент обычно вводится планировщиком и отражают самые последние задания и настройки планировщика. Автономный оптимизатор смеси может считывать данные реального времени из программы DeltaV или получать запланированные или завершенные заказы на смесь из базы данных управления заказами. Он использует тот же алгоритм оптимизации, модели смешения, целевые функции и ограничивающие факторы, что и оперативный оптимизатор.

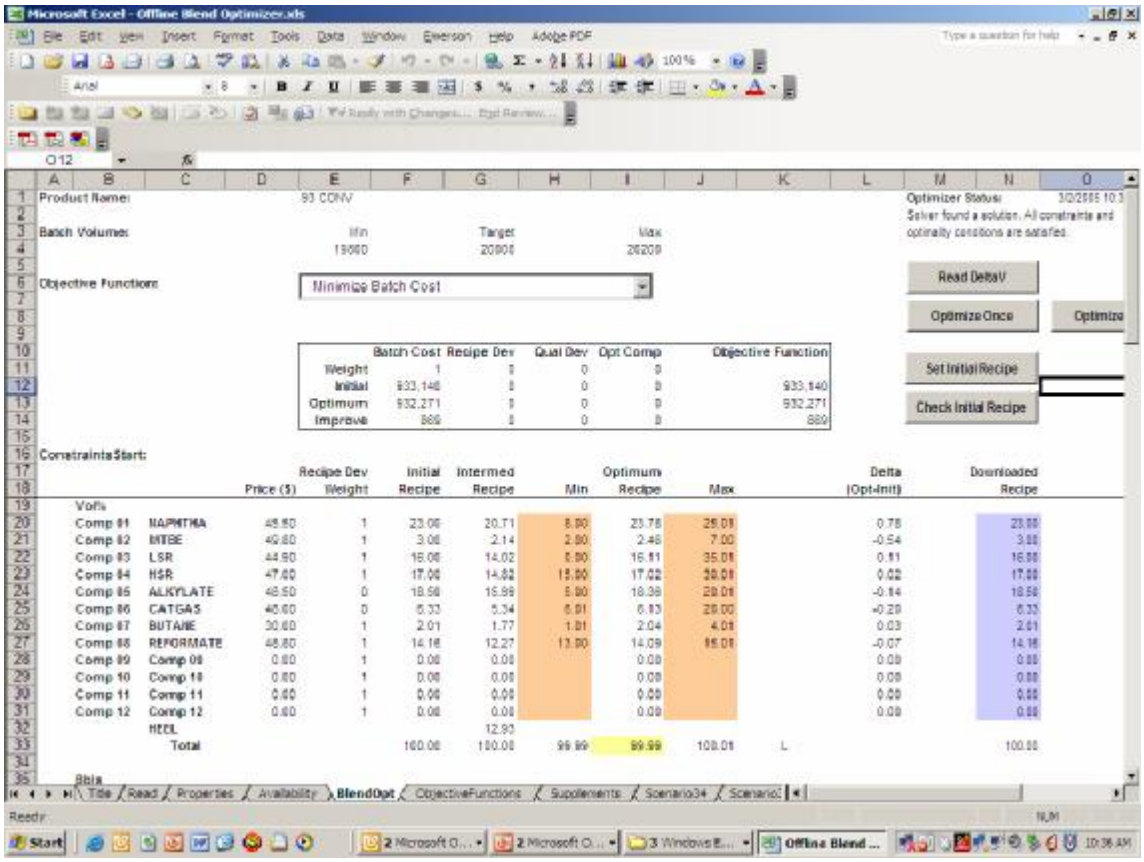
Такой автономный оптимизатор может получать доступ к любому из Заказов на смесь (планируемому, утвержденному и т.д.), из которого выбирается большая часть данных для запуска процедуры оптимизации (например, компоненты, количества, спецификации и т.д.). Система позволяет пользователю вводить или изменять любые входные параметры, пределы, затраты и проч., и выбирать одну из нескольких целевых функций. Пользователь запускает на выполнение различные варианты оптимизации и просматривает результаты в автономном режиме. Автономная система может сохранять варианты, повторно их загружать и запускаться и из этих точек.

© 2006, Emerson Process Management

Этот оптимизатор компенсирует изменения в реальном времени и корректирует недостатки качества в резервуаре. Пользователь может выбрать одну из нескольких возможных различных целевых функций. напримервыбирать задачи из набора заданных целевых функций, включающие минимальные затраты, минимум взвешенных отклонений от заданных соотношений, минимум или максимум использования конкретной компоненты.

Оптимизатор конфигурируется на проведение операторами и планировщиками анализа “что, если…”. Начиная либо с текущей смеси, либо с заказа на смесь (запланированного, утвержденного и т.д.) система позволяет пользователю вводить или изменять любых введенные данные, пределы, затраты и выбирать различные целевые функции. Пользователь запускает процедуры оптимизатора и просматривает результаты в автономном режиме. Автономная система способна сохранять процедуры, перезагружать и запускать их с какой-либо точки.

Основной экран управления автономного анализатора показан на следующем рисунке.



8. МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПОТОКАМИ

Часто в системах смешения устанавливается множество резервуаров назначения, которые можно использовать для производства смесей. Многочисленные коллекторы смеси совместно используют резервуары компонентов, клапаны, насосы и т.д., то есть работа каждого коллектора очень часто зависит от работы других коллекторов. Для управления такими ситуациями компания Emerson разработала

© 2006, Emerson Process Management

модуль управления потоками, который осуществляет составление распорядка и блокирует системы смешения при образовании очереди резервуаров.

Этот модуль передает ряду связанных друг с другом устройств заданные потоки с последовательностью запуска/останова. Главная функциональная схема последовательности смешения инициализирует открытие или закрытие контура на базе резервуаров с исходными компонентами и резервуара с готовым продуктом. Этот модуль выполняет проверку состояния устройств в потоке и обрабатывает последовательность для запуска потока. Блокировки предусматриваются в специальных модулях насосов и клапанов для поддержания оборудования в определенном состоянии для предотвращения их загрязнения в тот период, когда контур был разомкнут или замкнут. Пример схемы потоков показан на следующем рисунке.

