

# Передовые решения по эффективному смешению сырой нефти

Применение поточных анализаторов на базе ядерного магнитного резонанса способствует производству смесей с наименьшими затратами

ГРЕГОРИ ШАХНОВСКИЙ, ТАЛЬ КОЭН и РОННИ МАКМЮРРЕЙ  
Modcon-Systems Ltd

**В** прошлом НПЗ строились для перегонки обычной светлой сырой нефти. Текущая экономика, изменения в цене на сырую нефть и изменение спроса на дистилляты вынуждают НПЗ снижать стоимость используемого ими для дистилляции сырья. Как правило, это достигается путем смешения дорогостоящей светлой нефти с тяжелой (нестандартной) нефтью низкого качества, или закупки готовых смесей. Низкокачественные нефти включают тяжелую сырую нефть из известных месторождений, а также случайную нефть, поставляемую на рынок торговцами со всего мира. Эти сорта нефти более низкого качества можно приобрести по низкой цене. Смешение их с дорогостоящей нефтью является неизбежным в производстве нефтяных смесей, обладающих оптимальными свойствами для переработки при минимальных затратах.

НПЗ во всем мире строились с таких инженерных позиций и из таких материалов, которые позволяли проводить перегонку строго определенных видов нефти. Эти заводы были построены на базе определенных видов сырой нефти, доступных в их регионах, стоимости определенных видов нефти на рынке и преимущественного спроса на легкие дистилляты для производства бензина.

Перегонка сырой нефти, в основном, направлена на производство компонентов бензина, таких как светлый и средний дистиллят. Совсем недавно, и особенно в США и в Европе, спрос на топливо сместился с бензина на дизельное топливо. Это означает, что, в то время как в прошлом перегонялись в основном легкие сорта сырой нефти, сегодня НПЗ должны быть способны перегонять более тяжелые сорта. Маржа переработки понизилась для многих заводов, которые не смогли адаптироваться к изменению ситуации.

Технологические ограничения заставили многие НПЗ покупать дорогую легкую нефть, не позволяющую производить конкретно те дистилляты, которые пользуются наибольшим спросом на рынке. Для многих заводов потери оказались слишком велики. Многие из них закрылись или переключились с перегонки на смешение.

Сегодня смешение сырой нефти производится либо на смесительных установках, либо самими НПЗ, которые покупают различные виды бюджетной сырой нефти.

**Дополнительные затраты на переработку нефти с высоким показателем TAN находятся в пределах \$1.15-10.73/баррель, но экономия составляет \$43.54-62.7/баррель**

Они улучшают ее химические и физические свойства с получением при минимальных затратах синтетической нефти, которая может перерабатываться на оборудовании НПЗ и позволяет получать ценные дистилляты.

## Характеристики сырой нефти

Качественные параметры определяют рыночную стоимость каждого вида нефти. Наиболее важными характеристиками качества являются плотность, общее кислотное число (TAN) и содержание серы. Удельный вес API варьируется от легкой нефти (высокий API, малая плотность) до тяжелой нефти (низкий API, высокая плотность). Сера присутствует в сырой нефти в виде сероводорода и полисульфидов.

Эти серосодержащие молекулы частично разлагаются при перегонке, в то время как сероводород выделяется. Сера и другие кислые компоненты, содержащиеся в сырой нефти, такие как нафтенновые кислоты, обладают высокой коррозионной активностью и отвечают за кислотность нефти. Эти характеристики в основном определяют цену, уплачиваемую за различные виды сырой нефти.

## Оборудование НПЗ

Сырая нефть с высоким показателем TAN характеризуется меньшим количеством легких компонентов, высокой плотностью и вязкостью, низкой температурой застывания, высоким содержанием азота, высоким содержанием густого асфальта, высоким содержанием солей и тяжелых металлов, и низким выходом легких нефтяных дистиллятов. Маслоотделение для нее в обессоливающей установке является гораздо более сложным, чем для обычной нефти. Эти свойства также обуславливают низкое качество продуктов, получаемых из такой сырой нефти, и их высокую коррозионную активность. Как правило, сырая нефть с высоким показателем TAN называют "случайной сырой нефтью". Ее цена составляет около 80% от стоимости обычной сырой нефти.

Дополнительные затраты на переработку нефти с высоким показателем TAN находятся в пределах \$1.15-10.73/баррель, но экономия составляет \$ 43.54-62.7/баррель по сравнению с переработкой обычной нефти. Таким образом, использование такой нефти любым возможным образом очень привлекательно для переработчиков.<sup>1</sup>

В прошлом большинство НПЗ проектировались и строились из материалов, соответственно доступной для них сырой нефти и легкости ее закупки.

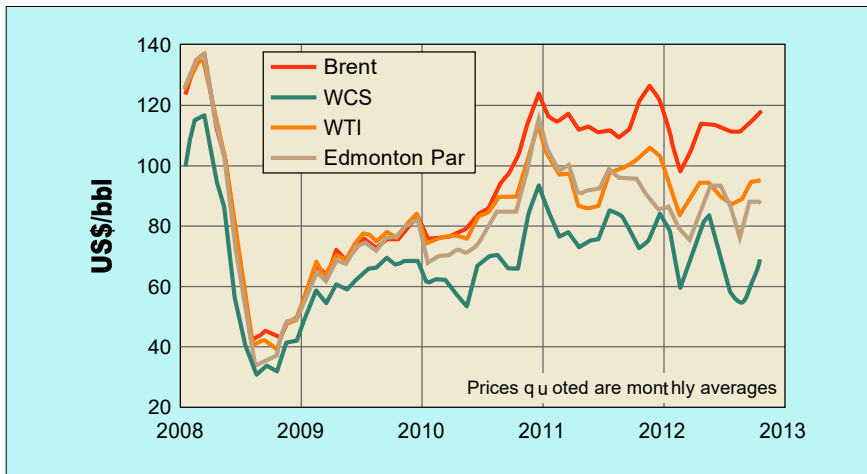


Figure 1 World oil price according to benchmarks. Prices quoted are monthly averages.

Это ограничивает вариативность многих НПЗ в закупке других видов нефти, с другими качествами. Многие из этих заводов, которые строятся для перегонки легкой нефти с низким содержанием серы, ограничены в отношении переработки тяжелых видов топлива.

Важные различия в их физических и химических свойствах делают перегонку тяжелой нефти более трудной, по сравнению с перегонкой легкой нефти. Тяжелая нефть является кислой и обладает большей коррозионной активностью, чем легкая нефть. Более высокая вязкость, склонность к образованию осадков и различные потоки затрудняют поддержание стабильной подачи сырья, которая необходима для стабильного выхода продуктов, качества и надежности. Различия в температурах кипения для легкой и тяжелой сырой нефти требуют применения различных рабочих температур, такие как температура предварительного подогрева, различные температуры перегонки, верхнего погона, и так далее.

Тяжелые виды топлива богаты асфальтенами и металлами, а также другими загрязняющими веществами, которые ухудшают качество работы обессоливающей установки.

### Изменение продуктов

Спрос на некоторые дистилляты и продуктов переработки меняется. Ожидается, что средние дистилляты составят около 45% мирового спроса на баррель к 2015 году, что показывает 10% рост по сравнению с 2005 годом. Можно предполагать, что с 2009 по 2030 года производство дизельного газойля в развивающихся странах увеличится на 10 млн. баррелей в сутки.<sup>2</sup>

США является крупнейшим потребителем нефти. В то время как спрос в США остается стабильным, Китай сегодня занимает второе место с 4% годовым ростом спроса на сырую нефть.

Новые НПЗ, строящиеся в настоящее время, уже разработаны таким образом, что они не ограничены в выборе сырой нефти.

Основная эксплуатационные затраты НПЗ включают в себя цену сырой нефти, по оценкам, составляющую 80-90% денежного потока. Снижение стоимости сырой нефти без изменения ассортимента и объемов высокоценных дистиллятов увеличивает маржу переработки. Прибыли НПЗ являются прямым результатом стратегии, применяемой НПЗ в приобретении дешевой сырой нефти и производстве дистиллятов с высокой рыночной стоимостью. Чтобы увеличить маржу переработки и оставаться конкурентоспособными, НПЗ должны минимизировать затраты на свое нефтяное сырье, не затрагивая при этом способности производить высокоценные дистилляты. В связи с тем, что тяжелые нефти труднее обрабатывать, и с увеличением потребления дизельного топлива по сравнению с бензином, светлые нефти с низким содержанием серы продаются по более высокой цене, чем тяжелые нефти. Снижение стоимости сырой нефти без изменения ассортимента и объемов высокоценных дистиллятов увеличивает маржу переработки.

### Потенциальные объекты смешения сырой нефти

Организации двух основных типов имеют дело с бизнесом смешения сырой нефти, НПЗ и производители смесей/ торговые компании. Смешение сырой нефти применяется непосредственно на самих НПЗ для приготовления недорогих смесей, пригодных для их внутреннего потребления или для торговли на рынке.

Эффективное смешение сырой нефти открывает для объектов смешения нефти, торгующих нефтью компаний и терминалов возможности поставлять на рынок дешевые смеси. Эти смеси могут продаваться НПЗ с высокой рыночной стоимостью и качеством.

Смешение сырой нефти может применяться во всей цепи поставок нефти, от ее транспортировки со скважины и терминалов смешения до НПЗ. Окончательная нефть, подаваемая на перегонку, может быть комбинацией, полученной в результате этих операций.

Стратегия смешения сырой нефти включает в себя несколько параметров. Каждый из них вносит свой вклад в общую конечную стоимость нефти, поступающей на перегонную установку, а также в маржу переработки:

- Технологические ограничения перегонных установок относительно перегонки любого типа сырой нефти
- Различия в стоимости нефтей, в зависимости от их происхождения, химических и физических свойств. Расширенные возможности переработки нестандартной сырой нефти приводят к повышению маржи нефтепереработки
- Смещение спроса на продукты на рынке с бензина в сторону дизельного топлива. Рост спроса на дизельное топливо на европейском рынке заставил НПЗ увеличить выход дизельного топлива по отношению к выходу нафты.
- Высокая вязкость, особенно у более тяжелых нефтей, влияет на реологические свойства нефти при транспортировке. Для снижения вязкости и улучшения реологических свойств может потребоваться смешение этих сортов сырой нефти с разбавителями или обычной нефтью

### Экономика сырой нефти

Ранее НПЗ перегоняли сырую нефть, получаемую из одного источника, но в настоящее время прибыль НПЗ является прямым результатом возможности создания смесей, которые включают меньшие количества дорогостоящих нефтей и большие количества нетрадиционных нефтей, таких как тяжелые и особо тяжелые нефти, кислая сырая нефть и битум, извлеченный из нефтеносных песков. Однако эти смеси должны еще обладать теми физическими и химическими свойствами, которые необходимы для обеспечения ровной и непрерывной работы перегонной установки при минимально возможных затратах.

В основном, сырые масла могут быть разделены на четыре основные группы:

- Светлые, с низким содержанием серы (API 30-40°, S ≤ 0,5% масс.)
- Светлые, с умеренным содержанием серы (API 30-40°, S = 0,5-1,5 % масс.)
- Тяжелые, с высоким содержанием серы (API 1-30°, S 1,5-3,1 % массе.)
- Особо тяжелые, с высоким содержанием серы (API = 15°, S ≥ 3 % масс.).

Доля компонента в смеси фактически ограничивается физическими свойствами, необходимыми для максимального выхода высокоценных дистиллятов, и конструкцией оборудования переработки смеси.

Текущие значения, основанные на исходных данных для легких нефтей марки Brent и несколько более тяжелых нефтей WTI, показывают различия в цене около \$10/баррель (см. **Рисунок 1**).<sup>4</sup>

Случайные нефти, конечно, намного дешевле. Различные виды сырой нефти, например, некоторые венесуэльские и канадские нефти, являются очень тяжелыми, и привлекательны для производства битума. Их переработка ограничена их очень низким удельным весом API. Чтобы производить из этих нефтей другие дистилляты, их нужно обогащать путем разбавления легкой нефтью или керосином.

Еще одним недостатком является высокая вязкость многих таких тяжелых нефтей. Также требуется их смешение с легкой сырой нефтью, керосином или другими разбавителями, чтобы придать им реологические свойства, позволяющие транспортировать их по трубопроводам без подогрева.

Целью каждого НПЗ является максимальное потребление случайной сырой нефти.

Тяжелые нефти имеют дефицит водорода и высокие уровни примесей, таких как сера, азот, органические кислоты, ванадий, никель, диоксид кремния и асфальтены. Способом обогащения тяжелых нефтей при относительно низких затратах является их разбавление богатой водородом легкой нефтью более высокого качества, или богатыми водородом разбавителями для увеличения соотношения Н/С.

### Процессы смешения

Смешение сырой нефти может осуществляться по двум технологиям.

### Смешение в резервуарах (смешение партиями)

Конкретные объемы различных видов сырой нефти, хранящиеся в

отдельных резервуарах, загружают в смесительный резервуар, где они смешиваются до получения гомогенного состава. Содержимое резервуаров механически перемешивается. Необходимо отбирать пробы для определения, является ли смесь однородной и соответствует ли она ее заранее установленной спецификации. В случае несоответствия должна производиться коррекция смеси. Вся процедура смешения в резервуарах является очень трудоемкой и дорогой.

### Поточное Смешение

В отличие от смешения в резервуаре, поточное смешение осуществляется путем одновременной подачи различных видов сырой нефти в резервуар конечной смеси при помощи статического поточного смешивающего устройства.

## Чтобы эффективно и безошибочно управлять процессом смешения, необходимы поточные анализаторы

Заданное соотношение потоков у различных нефтей дает смесь требуемого качества. Поточное смешение позволяет поточно корректировать качество смеси путем изменения соотношения подаваемого сырья. Смесь производится мгновенно, и нет необходимости перемешивать ее в резервуарах смешения.

Чтобы эффективно и безошибочно управлять процессом смешения, необходимы поточные анализаторы, чтобы мгновенно измерять параметры смеси на выходе и предоставлять операторам смешения необходимую информацию по качественным параметрам получаемой смеси. Это позволяет корректировать смесь в режиме реального времени на потоке в процессе смешения, обеспечивая получение смеси с заранее заданными свойствами.

Это исключает корректирующее повторное смешение в объеме целого резервуара, а также сокращает выход ненужных некондиционных продуктов.

### Определение рецептов смешения

Программное обеспечение моделирования, например, моделирование с линейным программированием (LP), широко используется для прогнозирования соотношения отдельных компонентов получаемой смеси. На базе параметров состава используемых нефтей, и при помощи соответствующего алгоритма это программное обеспечение обычно применяется для расчета и прогнозирования физических свойств смеси.

Программа вычисляет соотношение различных нефтей, давая на выходе смесь нефтей с нужными свойствами, что приводит к получению желаемым дистиллятов с оптимальным выходом.

Включение большой базы данных, которая охватывает широкий спектр нефтей, необходимо для точного прогнозирования смеси с заданными физическими свойствами и потенциалом производства с высокоценных дистиллятов. Адекватные модели смешения должны включать не только химию нефтеперегонки, но и ее экономику. Они должны быть способны рассчитывать состав различных нефтей для обеспечения максимально эффективного смешения при самых низких затратах. Такие смеси содержат максимально возможные объемы нефти с наименьшей стоимостью, но по-прежнему обладают наиболее привлекательными свойствами для переработки. Эта стратегия позволит свести к минимуму переменные затраты и максимизировать прибыль.<sup>5</sup>

LP основано на анализе различных смешиваемых сырых нефтей. Любые изменения в анализе повлияют на прогнозируемую LP смесь.

По сути, эффективное программное обеспечение моделирования смешения сырой нефти должно включать в себя следующие возможности:<sup>6</sup>

- Расчет компонентов смеси и их соотношений
- Пределы соотношений
- Прогнозируемые температуры отгона фракций
- Ограничения параметров смеси
- Параметры фракций
- Пределы ограничений.

Наряду с физико-химическими свойствами смеси, программное обеспечение должно также быть сфокусировано на возможной прибыли, получаемой от смешения. Это требует, чтобы программное обеспечение также включало:

- Стоимость различных сырых нефтей и их смесей
- Цены на конечные дистилляты и другие продукты нефтепереработки.



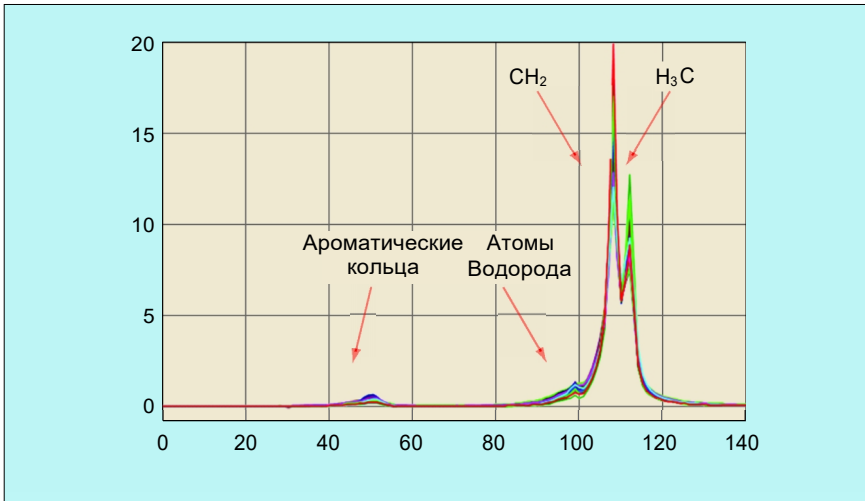


Рисунок 2 Типичный ЯМР спектр сырой нефти

- Объемы конечных дистиллятов, требуемые рынком

Длительные и дорогостоящие лабораторные анализы «реальных» физических свойств смеси. Если эти свойства не достигнуты, требуется повторное смешение.

Эффективное смешение требует поточного мониторинга свойств смеси на протяжении всего производственного цикла.

Химический состав у каждой нефти разный. Несмотря на то, является ли нефть чистой, или это смесь нефтей, для поддержания стабильного качества продукции должна непрерывно проводиться поточная коррекция.

Это требует отбора проб в режиме реального времени и проверки физических свойств смеси на протяжении всего производственного цикла.

$$R^2 = 0.9554$$

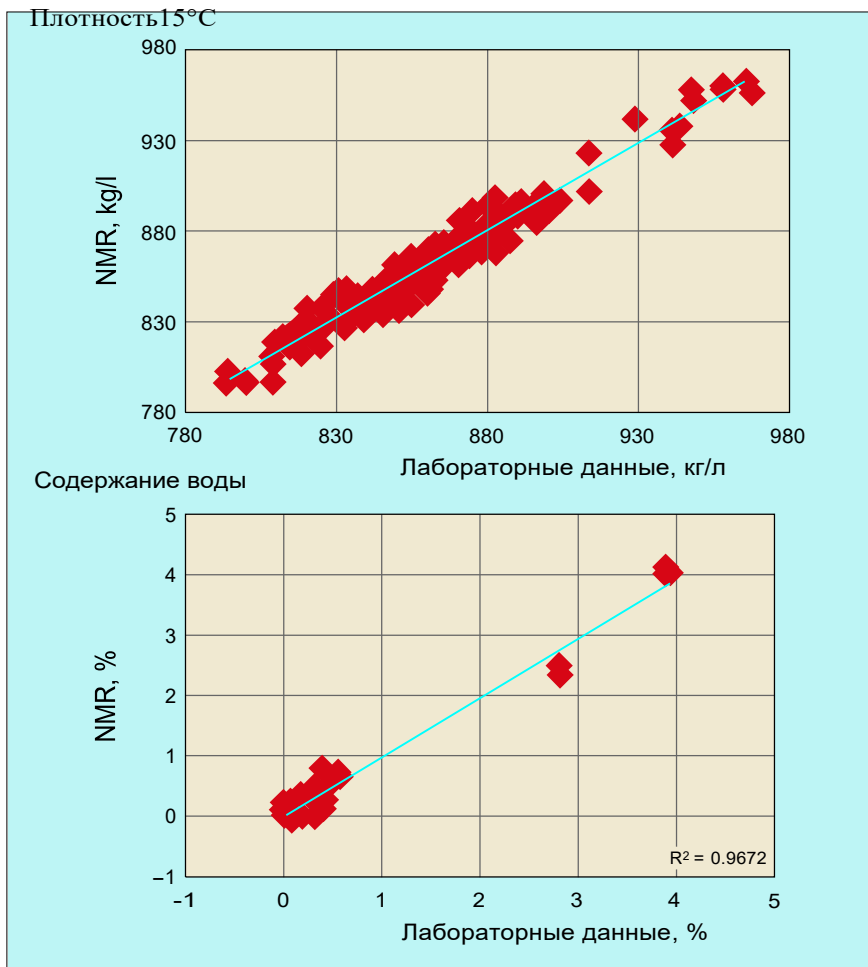


Рисунок 3 Корреляция между результатами, прогнозируемыми ЯМР, и лабораторными измерениями

Среди всех анализаторов, доступных на рынке, наиболее подходящими для этой цели являются поточные анализаторы ядерного магнитного резонанса (ЯМР).

Первые анализаторы ЯМР были выпущены в конце 1990 года. В ЯМР ядра водорода в магнитном поле поглощают и повторно излучают электромагнитную (ЭМ) энергию с определенной резонансной частотой. Основным принципом анализаторов ЯМР является ориентация ядер в магнитном поле. Внешний радиочастотный (РЧ) импульс подается, это искажает выравнивание ядер в магнитном поле. Резонансная частота зависит в основном от силы магнитного поля. После завершения РЧ импульса протоны релаксируют и возвращаются в исходное равновесное состояние, которое генерирует сигнал распада, сигнал свободной индукции (FID).

Сырая нефть представляет собой смесь органических химических соединений, в основном молекул на базе углерода и водорода. Соседние атомы, такие как углерод, кислород и сера, и соседние химические связи влияют на величину поглощения энергии и излучение, генерируемое ядрами водорода в магнитном поле.

Соответственно, сигнал каждого атома водорода дает отличный от других сдвиг в спектре ЯМР. Эти установленные химические сдвиги отражают химическую структуру молекулярных частиц. Линейная корреляция между интенсивностью сигнала и концентрацией водорода дает возможность количественно оценивать различные ядра водорода.

Физические свойства сырой нефти и дистиллятов меняются с их химическим составом. Это позволяет хемометрическим методам соотносить измеряемые спектральные данные и физико-химические свойства сырой нефти или других дистиллятов.

В отличие от других спектральных технологий на основе хемометрии, таких как спектрометрии Рамана и NIR, которые основаны на характерных признаках, специфичных для каждой молекулы, и ее линейной количественной корреляции, технология ЯМР требует гораздо меньшего числа эталонных проб для составления хемометрической модели.

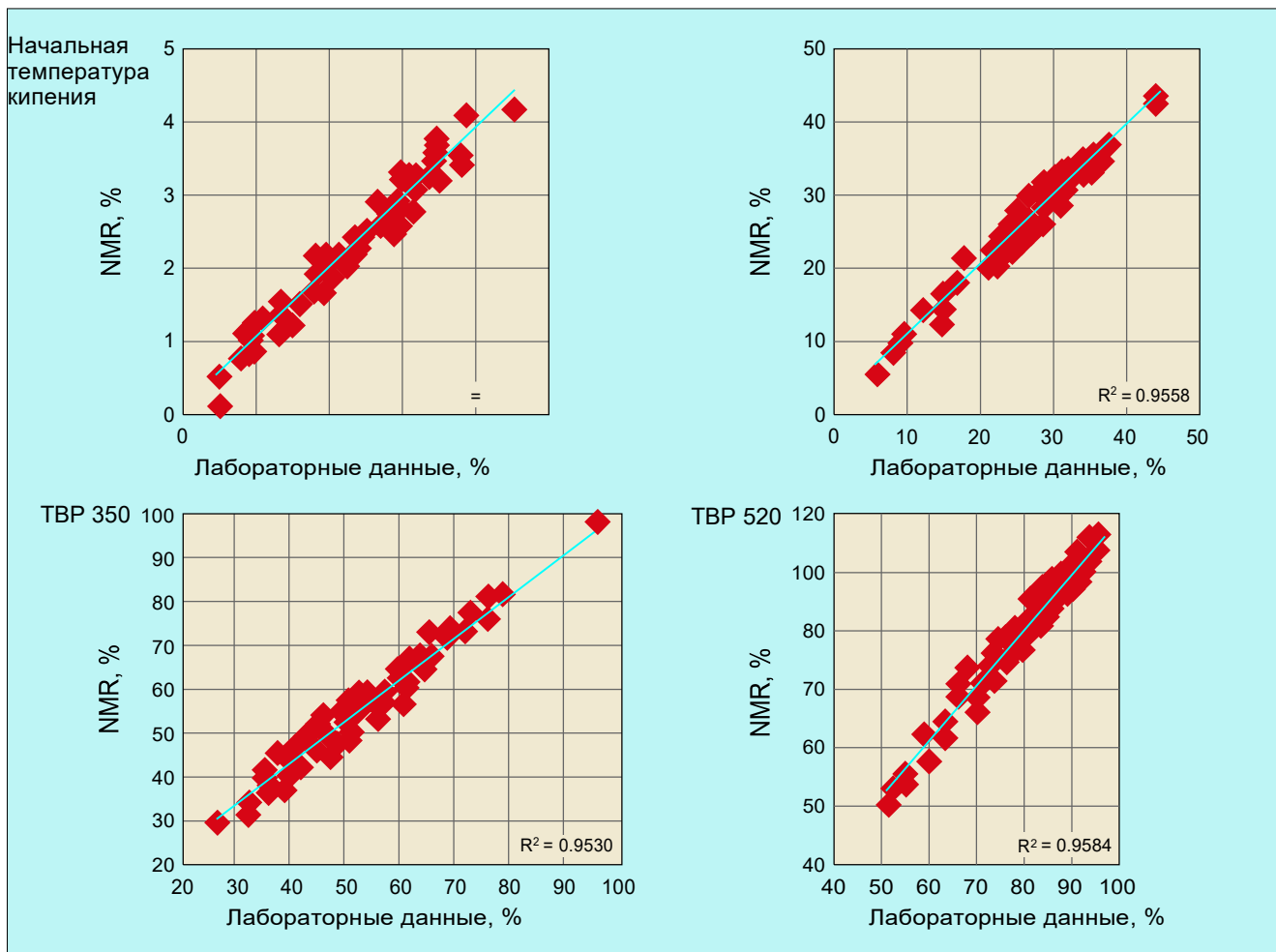


Рисунок 4 Корреляция между температурами кипения, прогнозируемыми ЯМР, и температурами кипения, измеренными в лаборатории

Поточные спектрометры на базе ЯМР не ограничены измерением прозрачных жидкостей, они могут в равной степени применяться для измерения и прозрачных, и непрозрачных жидкостей так. Сырая нефть содержит гетероатомные молекулы воды, которые легко различаются ЯМР спектрометрией.

Поточная спектрометрия ЯМР с соответствующей хемометрией позволяет определять следующие свойства сырой нефти:

- Удельный вес
- Реальная температура кипения
- Содержание ароматических, %
- Содержание олефинов, %
- Температура сжижения
- Вода, %
- Сера, %.

Отслеживание этих параметров является самым важным во время смешения сырой нефти. Их поточное измерение позволяет смешивать синтетическое сырье с получением предварительно заданных свойств, как с физико-химической, так и с экономической точки зрения.

Поточный мониторинг процесса смешения исключает производство смесей, не соответствующих требованиям НПЗ.

Можно исключить ошибки смешения и неконтролируемые продукты, что приведет к ежегодной экономии миллионов долларов.

#### Точность аналитики поточного ЯМР

Высокая точность в корреляции между результатами поточного анализатора ЯМР и результатами лабораторных исследований характерна для нового поколения анализаторов ЯМР. ЯМР магниты чувствительны к разнице температур. Более ранние поколения анализаторов ЯМР были особенно чувствительны к разности температур в связи с накоплением тепла, генерируемого их электроникой и теплопроводящих измерительными пробоотборниками. В новом поколении анализаторов ЯМР общий дизайн исключает накопление тепла в магните или вокруг него при неконтролируемых колебаниях температуры. Это повышает стабильность анализаторов в условиях тепловых колебаний от  $\pm 2^\circ\text{C}$  до  $\pm 10^\circ\text{C}$ . Это означает, что возможен любой нагрев сырой нефти, необходимый перед смешиванием или после установки обессоливания, без воздействия на результаты анализа, пока отклонение температуры поддерживается в пределах  $\pm 10^\circ\text{C}$ .

Рисунки 3 - 5 представляют корреляцию между результатами, прогнозируемыми анализатором ЯМР, и результатами лабораторного анализа различных сырых нефтей.

Рисунки демонстрируют высокую точность корреляции между результатами, прогнозируемыми ЯМР, и лабораторными измерениями. Частично эти измерения связаны с такими химическими веществами, как вода и сера, а частично - с физическими свойствами, такими как кривая перегонки, и дают отличное совпадение между смоделированной перегонкой и аналитическими результатами ЯМР. Учитывая время, необходимое для проведения лабораторного анализа, стоимость проведения анализов сырой нефти, или затраты на приобретение и техническое обслуживание, использование этих поточных анализаторов ЯМР в процессах смешения нефти является оправданным, особенно в случае поточного смешения. ЯМР позволяет точно контролировать качество производимой смеси и, если требуется, изменять соотношение различных сырых нефтей каналы с целью поучения и сохранения нужного качества конечной смеси.

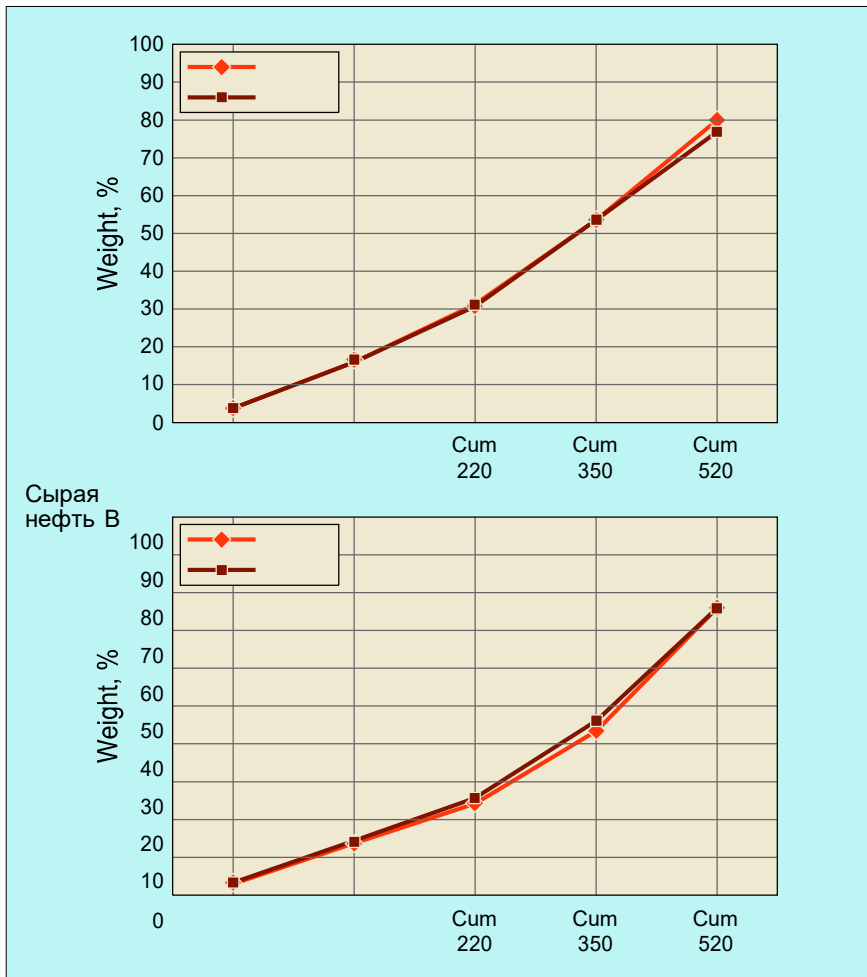


Рисунок 5 Наложение кривых ЯМР и смоделированной перегонки

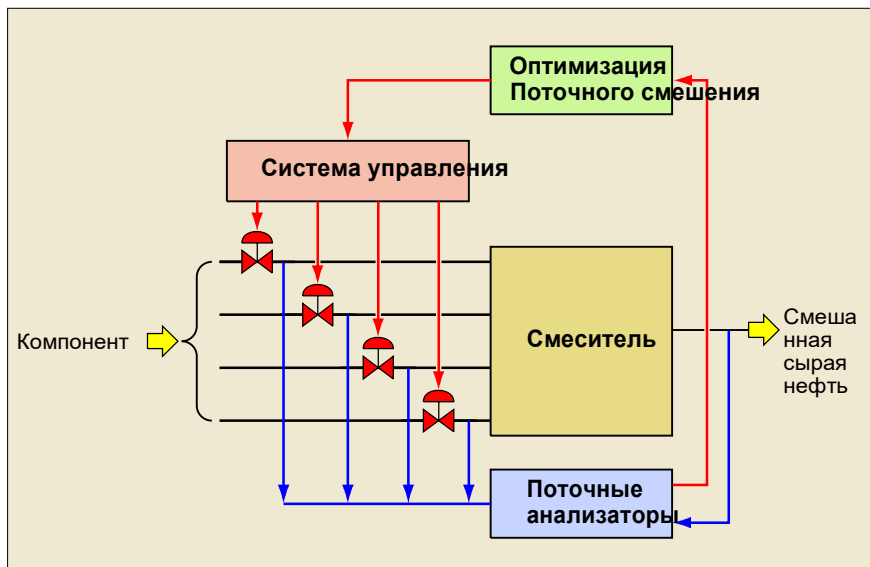


Рисунок 6 Установка станции смешения сырой нефти с включенным в нее поточным анализатором ЯМР, имитационного моделирования и управления смешением. (Компоненты могут представлять собой сырую нефть высокого и низкого качества, разбавители и/или газы (ПГК))

### Оптимизированная станция смешения сырой нефти

Станция смешения сырой нефти состоит из платформы смешения для получения жидких или газовых потоков, программного обеспечения оптимизации и аналитического оборудования. Аналитическое оборудование должно обеспечивать поточное измерение параметров компонентов и продуктовых потоков, участвующих в операции смешения.

Эти данные передаются программному обеспечению оптимизации, целью которого является поддержка производства смешанного продукта с минимальными производственными затратами, минимальным отклонением качества и минимальным отклонением свойств отдельных сырьевых материалов. Для достижения этой цели система оптимизации непрерывно получает измеренные качественные параметры готового продукта путем обратной связи с применением поточных анализаторов.

Используя сигналы, поступающие от поточных анализаторов, система оптимизации выполняет либо опережающий контроль, либо контроль обратной сырьевых на основе качественных параметров проб продукта, отобранных из коллектора смешения.

Оба LP моделирование, и поточный анализ ЯМР могут работать автономно. Однако для лучшей оптимизации процесса смешения сырой нефти важно интегрировать эти две технологии.

Эффективная оптимизация смешения представляет собой динамический процесс с участием смешения, непрерывного анализа смеси, регулирования имитационной модели и управления процессом. Все эти элементы должны быть приняты во внимание (см. Рисунок 7). Любое звено в этой цепочке операций может повлиять на эффективность всего процесса и уменьшить доходы.

### Альтернативные области применения поточного анализа ЯМР

В дополнение к применению анализаторов ЯМР в процессах смешения различных сырых нефтей, представляют интерес также другие применения поточного анализа ЯМР.

### Совместимость сырых нефтей во время смешения

Смешение разных нефтей, особенно когда в процесс вовлечены нетрадиционные сорта сырой нефти, может вызвать осаждение асфальтенов, что является причиной загрязнения трубопроводов и технологических установок. Асфальтены растворяются в полярных ароматических соединениях, таких как толуол, но не растворяются в парафиновых неполярных растворителях. Поточный анализ содержания SARA (насыщенных, смол, ароматических и асфальтенов) может стать потенциальным инструментом поточного определения количественных соотношений различных сырых нефтей, подлежащих смешению, или неочищенных сырых нефтей и полярных растворителей, не вызывая осаждения асфальтенов.

## Природный газоконденсат в смешении сырой нефти

Природные газоконденсаты (ПГК) производятся в процессах охлаждения и перегонки на газовых и нефтеперерабатывающих заводах, и считаются побочными продуктами нефтяной и газовой промышленности. Газовые заводы извлекают ПГК для получения прибыли и/или для обеспечения производства природного газа трубопроводного качества.

Цены на ПГК являются относительно низкими. Они и другие некондиционные материалы добычи природного газа используются НПЗ и компаниями смешения для обогащения тяжелых сырых нефтей. Другой областью применения является снижение вязкости тяжелой нефти, чтобы она могла более легко течь по трубопроводам.

Применение поточных анализаторов ЯМР обеспечивает эффективный инструментальный для эффективного смешения ПГК и сырой нефти с получением необходимых физических свойств при минимальных затратах.

### Заключения

Существуют различные варианты смешения для обогащения нестандартной сырой нефти в более ценные синтетические нефти. Автоматическая станция смешения сырой нефти объединяет LP с поточной аналитикой ЯМР. Она может использоваться как торговцами, которые предлагают услуги смешения, так и непосредственно переработчиками. Затраты, рыночная стоимость, доступность и выбор технологии являются основными факторами, которые необходимо учитывать при планировании конфигурации, используемой для обогащения нестандартной нефти.

Для оптимизации смешения сырой нефти необходимы две основные технологии:

- Поточный анализ постоянно и на любом этапе контролирует качество сырой нефти и смеси
- Динамическое имитационное моделирование (имитационные модели смешения) обычно используются для определения требуемого состава смеси. Лучшая оптимизация смешения может быть достигнута только путем обновления программы моделирования полученными в режиме реального времени аналитическими данными качества сырой нефти и смеси.



Рисунок 7 Динамический процесс смешения, непрерывные анализы смеси, регулирование имитационной модели и управление процессом

Анализаторы на базе ЯМР могут использоваться для определения химического состава и физических свойств темных и непрозрачных потоков.

Преимущество спектроскопии ЯМР заключается в ее линейной корреляции между атомами водорода в молекулах, присутствующих в сырой нефти, и химической природой ее компонентов.

Хемометрия преобразует спектроскопические измерения в характерные физические свойства нефтей и смесей.

## Применение поточных анализаторов ЯМР обеспечивает эффективный инструментальный для эффективного смешения ПГК и сырой нефти

Эта технология обеспечивает данные и информацию о физических и химических свойствах смеси на потоке в режиме реального времени. Поточные корректировки и изменения компонентов смешения могут выполняться, соответственно, до достижения требуемых физических параметров.

Благодарим Aspect imaging за сотрудничество в области ЯМР анализа сырой нефти.

### Ссылки

- 1 Wu Qing, Processing high tan crude: part 1, Jan 2010, [www.digitalrefining.com/article/1000524\\_Processing\\_high\\_TAN\\_crude\\_part\\_1.html#.UmUziHBKOsQ](http://www.digitalrefining.com/article/1000524_Processing_high_TAN_crude_part_1.html#.UmUziHBKOsQ).
- 2 *Prospectus Opportunities Crude Report 2011*, Hydrocarbon Publishing Company, 2011 [www.hydrocarbonpublishing.com/ReportP/Prospectus-Opportunity%20Crudes%20II\\_2011.pdf](http://www.hydrocarbonpublishing.com/ReportP/Prospectus-Opportunity%20Crudes%20II_2011.pdf)
- 3 Stratiev D, et al, Evaluation of crude oil quality, *Petroleum & Coal*, 52 (1), 35-43, 2010.
- 4 Drilling down on crude oil price differentials, *Observation*, TD Economics, 14 Mar 2013.
- 5 Aldescu M, Challenges of heavy crude processing, *Sour and Heavy*, 2012.
- 6 da Cruz D, et al, Optimization tool for predicting crude oil blending properties, 4th Mercusor Congress on Process System Engineering.

Грегори Шахновский является Главным Исполнительным Директором of Modcon-Systems Ltd, разработчиком решений в области поточных анализаторов, оптимизации и управления. Он обладает опытом более 25 лет в химической и нефтехимической промышленности, имеет степень магистра в инженерии управления процессами и степень магистра делового администрирования в области делового администрирования.

E-mail: [gregorys@modcon-systems.com](mailto:gregorys@modcon-systems.com)

Таль Козн является Исполнительным Вице-президентом Modcon-Systems Ltd в области Исследования и Разработок, и Развития Бизнеса, и ранее занимал должности Генерального Директора, Технического Директора и Вице-президента в области Исследования и Разработок в компаниях высоких технологий.

E-mail: [talco@modcon-systems.com](mailto:talco@modcon-systems.com)

Ронни МакМюррей является Прикладным Ученым Modcon-Systems Ltd, обладающим опытом работы в прикладных исследованиях и разработках, и в должности главного химика в химической и нефтяной промышленности. Он имеет степень Доктора Химических Наук.

Email: [ronnym@modcon-systems.com](mailto:ronnym@modcon-systems.com)