

# Газоочистка-2006

Международная конференция по проблемам очистки углеводородов от сернистых и других соединений прошла в Москве

Евгения Дорожкина



**Н**а прошедшем 15–17 июля саммите большой восьмерки в Петербурге в центре внимания стояли вопросы обеспечения энергетической безопасности, а также переговоры с США о вступлении России во Всемирную торговую организацию.

Для российских поставщиков энергоресурсов оба эти соглашения, особенно возможное вступление России в ВТО, повлекут за собой изменение многих экологических и производственных стандартов, что значительно увеличит конкуренцию. Весьма вероятным в будущем проблемам и была посвящена вторая международная конференция «Газоочистка-2006», прошедшая в Москве с 30 мая по 3 июня. Во многом она стала продолжением первой конференции, состоявшейся в 2005 году. Защита окружающей среды, защита от коррозии, методы управления проектами по газоочистке, внедрение новых технологий производства серы и серной кислоты — все это позволит российским предприятиям работать на мировом уровне и успешно конкурировать с западными производителями.

## Развитие нефтепереработки в России

Генеральный директор ОАО «ВНИП-нефть» В. М. Капустин выступил с докладом о современном состоянии нефтепереработки в России. По его словам, на фоне вступления в ВТО нефтеперерабатывающая промышленность РФ отстаёт в своем развитии от индустрии развитых стран. Высокая концентрация серосодержащих веществ в российской нефти не только потенциально угрожает окружающей среде и людям при ее переработке и транспортировке, но и существенно снижает качество полученных нефтепродуктов. Это делает необходимой более глубокую очистку нефти, в то время как НПЗ в нашей стране отличаются низким уровнем переработки нефтяного

ОАО «Газпромгазоочистка»



сырья в более ценные продукты, а доля производства мазута высока.

На сегодняшний день в России в большинстве своем нефтеперерабатывающие предприятия производят топлива, качество которых не отвечает мировым стандартам. Сложившаяся ситуация определяется отсталой структурой нефтепереработки на российских НПЗ, а также устаревшим автопарком, потребляющим низкокачественные бензины, что в свою очередь вызывает необходимость сохранить их производство.

Становится понятно, по какой причине в экспорте российской нефтепродукции преобладают главным образом относительно дешевые продукты: прямогонный бензин, вакуумный газойль, топочный мазут, базовые масла и низкокачественное по сравнению с европейскими требованиями дизельное топливо.

Главной проблемой нефтеперерабатывающей промышленности России, по словам В. Капустина, является высокая степень износа основных фондов, составляющая до 80 %. А удельный расход энергоресурсов на действующих российских заводах в 2–3 раза выше, чем за рубежом, из-за использования устаревших энергоемких и экономически несовершенных технологий.

Дополнительные неудобства вызывает и расположение НПЗ на территории России: часто они находятся далеко от транспортных узлов — морских перевалочных баз. В результате — рост количества мини-НПЗ мощностью от 10 до 500 тыс. т/г. Они производят в настоящее время около 2 % нефтепродуктов, качество переработки которых оставляет желать лучшего.

Однако в последнее время наметилась тенденция к улучшению состояния нефтеперерабатывающей промышленности в России. Существенно увеличиваются инвестиции российских нефтяных компаний в нефтепереработку. Растет сам объем нефтепереработки, постепенно улучшается качество выпускаемых мо-

Защита окружающей среды, защита от коррозии, внедрение новых технологий производства серы и серной кислоты — основные темы прошедшей конференции

торных топлив, увеличивается доля производства высококачественных бензинов и экологически чистых дизельных топлив. Ведется установка или уже запущены новые комплексы глубокой очистки нефти.

Вступление России в ВТО повлечет заметные изменения для российской нефте- и газопереработки. К положительным тенденциям можно отнести необходимость ужесточения экологических норм и повышение требований к качеству нефтепродуктов. Введение европейских стандартов (Евро-4 и Евро-5) создаст предпосылки для производства качественных моторных топлив и масел. Другим положительным моментом может стать и улучшение условий выхода на внешние рынки. К плюсам можно отнести также необходимость внесения изменений в российское законодательство в области сертификации.

Отрицательно на нефтяную промышленность скажется раскрытие внутреннего рынка для импортируемых товаров и услуг — усилится конкуренция со стороны зарубежных нефтяных и инженеринговых компаний, производителей оборудования, а ведь уже сегодня 50–70 % катализаторов нефтепереработки и более 200 видов необходимых для военной и гражданской техники присадок для топлива и масел поставляются иностранными производителями.

В. Капустин объяснил, что для защи-

ты российской промышленности жизненно важно введение государственного регулирования и компенсационных импортных тарифов. Необходимая мера — укрупнение российских проектных организаций. На российском рынке действует множество мелких компаний, которые из-за недостатка опыта и технических возможностей не могут готовить качественную проектную документацию. Должны также сформироваться компании, которые — наряду с инженеринговыми — будут способны оказать весь спектр проектных услуг.

## Технологии сероочистки

Подготовка России к вступлению во Всемирную торговую организацию накладывает на отечественную промышленность обязательство производить экологически чистую продукцию. В это понятие вкладывается, в первую очередь, необходимость весьма глубокой очистки сбросных газов от основных загрязняющих компонентов, включая диоксид серы  $SO_2$ . Такие углеводородные газы образуются в нефтяных и газовых скважинах или в ходе различных процессов переработки нефти. Они содержат сероводород или меркаптаны, которые должны быть частично удалены, прежде чем эти газы можно будет использовать в качестве топлива, соответствующего нормам, или сжечь на факеле. Ужес-

ФОТО: И. ГИППОГАЗООЧИСТКА

**Таблица 1. Преимущества системы LO-CAT по сравнению с системой Клауса**

Параметры	Система LO-CAT	Система Клауса
Температура	Окружающей среды	Более высокая
Давление	Любое	≈ 0,6 bar
Вид очищаемых газов	Любой тип	Кислые газы
Вид катализатора	Жидкий	Твердый
Процент удаления серосодержащих веществ	99+ %	≈ 97 %
Возможность изменения эксплуатационных параметров (расхода, загрузки и концентрации)	100 %	Ограниченные возможности
Продукт	Твердая или расплавленная сера	Расплавленная сера, загрязненная H <sub>2</sub> S
Содержание H <sub>2</sub> S в сырье	От 0 до 100 %	≥ 15 %

точение экологических норм заставляет производителей внедрять новые технологии сероочистки, которые позволили бы соответствовать новым стандартам.

Нормативы II Протокола к Международной конвенции о трансграничном переносе диоксида серы для максимального снижения сернокислотного воздействия на природу энергоустановок тепловой мощностью 50 МВт и более ограничили выбросы SO<sub>2</sub> как концентрацией (минимальное значение 400 мг/нм<sup>3</sup>), так и степенью сероочистки (60–90 %).

Значение принятой II Протоколом степени сероочистки обусловлено тем, что 90 % диоксида серы, выносимого дымовым факелом из труб, выпадает на поверхность Земли в радиусе, равном 20–35 высотам дымовых труб, и только 10 % SO<sub>2</sub> участвуют в трансграничном переносе с атмосферными осадками. На сегодняшний день европейские экологические стандарты требуют степени очистки от серы — 99,5–99,9 %. Такая эффективность гарантирует концентрацию серы в хвостовом газе после сжигания примерно 400–2000 мг в м<sup>3</sup>.

На конференции были представлены новые технологии, которые могут обеспечить необходимую степень сероочистки. В их числе — технологии, альтернативные процессу Клауса, который на данный момент является основным методом очистки природных газов и газов нефтепереработки, но не обеспечивает достаточной степени очистки. Также они могут быть дешевле процесса Клауса, так как позволяют исключить некоторые технологические стадии.

Сегодня акцент ставится на универсальность и гибкость методов очистки — важна возможность изменения параметров сырья и продуктов. Современные технологии используются для очистки любых углеводородов от целого комплекса примесей. Это может быть спектр

серосодержащих веществ (сероводород, диоксид серы и меркаптаны), углекислый газ или оксиды азота. А сферы применения таких технологий достаточно широки:

- Отходящий газ с установки Клауса
- Природный газ
- CO<sub>2</sub>
- Кислый аминный газ
- Биогаз
- Газ из органических отходов
- Нефтезаводской топливный газ
- Добыча нефти
- Решение технологических проблем на газодифракционной установке
- Переработка дымовых газов котлов с высоким содержанием серы.

Эти технологии могут использоваться и для очистки дымовых и других отходящих газов от оксидов азота, а также для производства смазочных масел, очистки от запаха на водоочистительных станциях.

Новые технологии сероочистки могут быть значительно проще в применении и дешевле установки Клауса. При этом технологии очистки рассчитаны на производство готовой продукции —

чистой серы или серной кислоты. В качестве примера могут быть представлены технологии хелатного жидкофазного окисления — технология LO-CAT. Такие технологии повышают степень очистки газа от серы до 99,9 % и имеют целый ряд преимуществ по сравнению с процессом Клауса (см. табл. 1).

Технология LO-CAT использует жидкофазное окисление сероводорода в серу хелатным железом. Насыщенный сероводородом воздух поступает в абсорбционную колонну, где контактирует с раствором катализатора. Практически мгновенно в результате реакции образуется твердая сера, которая отфильтровывается из катализатора. Кислород, содержащийся в воздухе, постоянно регенерирует катализатор, который используется вновь и вновь. Технология позволяет перерабатывать сырье, концентрация сероводорода в котором составляет от 0 до 100 %. Возможно получение 60 % серы в твердом виде — для использования ее в производстве удобрений, 80 % жидкой + твердой серы и 99,9 % жидкой серы — для сернокислотных установок.

### Сопутствующие газы

Стремление к очистке от серосодержащих веществ определяется не только экологическими требованиями. Г. С. Широкова, главный инженер проекта по утилизации углеводородных газов нефтяных месторождений, рассказала об одном из способов использования сопутствующих газов. В нефтедобывающей промышленности решение экологических проблем может окупить затраты и принести прибыль. Поэтому решение проблемы защиты атмосферного воздуха при сборе, подготовке и транспортировке углеводородного сырья является важным и актуальным не только с точки зрения экологии, но и экономики. Учитывая все возрастающие требования по экологическим нормам, а также возможности получения дополнительной энергии, в

**Таблица 2. Возрастание затрат при внедрение различных видов сероочистки (разы)**

Способ очистки	Капитальные затраты	Эксплуатационные затраты
1а) Абсорбционный способ без утилизации сероводорода (сжигание в факелах)	1,8	2,1
1б) Абсорбционный способ с утилизацией сероводорода с получением элементарной серы	2,8	2,6
2а) Адсорбционный способ с сжиганием газов регенерации в факелах	1,4	1,2
2б) Адсорбционный способ с очисткой газов регенерации	2,4	2,2
3) Жидкофазное окисление сероводорода в серу хелатными комплексами железа	1	1

**Таблица 3. Основные показатели, характеризующие воздействие нефтеперерабатывающей и газовой промышленности на окружающую среду**

Показатель	Нефтеперерабатывающая			Газовая		
	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.
Выброшено вредных веществ, всего, тыс. т	620,8	593,8	581,2	536,9	591,2	650,7
<i>в том числе:</i> твердых веществ, тыс. т	5,9	6,3	7,4	21,0	21,1	27,8
жидких и газообразных веществ, тыс. т	614,9	587,5	573,7	515,9	570,1	622,9
<i>из них:</i> диоксид серы, тыс. т	129,3	125,6	125,2	74,5	79,0	76,6
оксид углерода, тыс. т	34,5	31,4	31,5	300,1	331,8	367,1
оксиды азота, тыс. т	22,3	20,0	20,2	31,3	33,3	30,1
углеводороды (без ЛОС), тыс. т	62,0	53,8	53,7	86,3	91,5	108,6
ЛОС, тыс. т	360,7	347,6	332,4	22,4	33,2	38,8
Уловлено и обезврежено, %	46,9	51,7	51,6	20,1	13,8	14,5

настоящее время все большее внимание нефтяными компаниями уделяется вопросам подготовки и утилизации попутных нефтяных газов. Сопутствующим потоком при добыче нефти являются углеводородные газы, получаемые при снижении давления нефти. Эти газовые потоки до недавнего времени рассматривались как отходы и направлялись на факел. Иногда возникало желание закачать этот поток в пласт и забыть о нем. Однако затраты на данный способ велики. В результате отсутствует какая-либо продукция, продажа которой давала бы доход на частичное возмещение затрат, хотя полученный газовый поток является энергоресурсом, который подходит для широкого применения в быту.

Для очистки попутных нефтяных газов от сероводорода возможно использование различных методов, которые можно разделить на три группы:

1. Абсорбционный способ очистки основан на абсорбции сероводорода растворами аминов с последующей регенерацией раствора и получением потока концентрированного сероводорода. Данный поток может быть утилизирован на факеле, что является с точки зрения экологии недостаточным корректным решением, или переработан в элементарную серу по методу Клауса или методом жидкофазного окисления.
2. Адсорбционный способ основан на адсорбции сероводорода на твердых поглотителях (синтетических цеолитах) с последующей регенерацией и получением потока газов регенерации, загрязненных сероводородом. Газ регенерации может быть утилизирован на факел, либо переработан в элементарную серу методом жидкофазного окисления. При концентрациях сероводорода менее 0,1 % об. могут быть применены уголь или оксиды железа, которые не подвергаются регенерации.

3. Жидкофазное окисление сероводорода в элементарную серу хелатным комплексом железа с последующим выводом серы в виде серной лепешки. Если сравнить различные способы очистки попутного нефтяного газа, то капитальные и эксплуатационные затраты будут отличаться (см. табл. 2).

На НПЗ довольно часто рассматривается вариант получения собственной электроэнергии на турбинных газовых установках, который решает проблему собственного обеспечения электроэнергией и продажу ее при избытке, когда не требуется больших вложений на транспортировку. Попутный газ может быть подготовлен также для подачи его в магистральный газопровод или для нужд промышленного и коммунально-бытового назначения.

### Загрязнение окружающей среды

На конференции уже не в первый раз подчеркивалось, что наиболее острой экологической проблемой, имеющей приоритетное социальное и экономическое значение, остается загрязнение природной среды отходами производств. Анализ экологической ситуации в Российской Федерации за последние годы свидетельствует о том, что экология в наиболее промышленно развитых районах остается неблагоприятной, а загрязнение природной среды — высоким, несмотря на целый комплекс природоохранительных мер как федерального, так и регионального значения. Например, ужесточение экологических стандартов, хотя они по-прежнему ниже европейских.

По словам С. Н. Широкова, главного инженера ОАО «Гипрогазоочистка», основными источниками загрязнения стали обогнавшая черную металлургию нефтепереработка и газовая промышленность. Предприятия отраслей являются источниками загрязнения атмосферного воз-

духа и поверхностных вод нефтепродуктами, сульфатами, хлоридами, соединениями азота, фенолом и многими другими веществами. Все это оказывает негативное воздействие на экологическую обстановку городов, где расположено большинство предприятий, что требует принятия дополнительных природоохранительных мер. Ситуацию улучшает то, что постепенно увеличиваются капиталовложения, направленные на защиту окружающей среды. По всем отраслям промышленности они составили 27,8 млрд рублей (в 2003 году — 22,3 млрд рублей), причем около 80 % средств идет на охрану атмосферного воздуха и водных ресурсов.

Данные, характеризующие воздействие нефтеперерабатывающей и газовой промышленности на окружающую среду в 2002–2004 гг., приведены в табл. 3.

Как всегда высокими остаются показатели выбросов таких вредных веществ, как ЛОС, CO, NO<sub>2</sub>, потому что в России нет жестких требований к их очистке.

Несколько лучше на предприятиях нефтеперерабатывающей отрасли и газовой промышленности выглядит ситуация с улавливанием и обезвреживанием сернистых соединений. Объясняется это прежде всего тем, что при добыче углеводородного сырья и переработке нефти сернистые соединения выделяются из продуктов в виде сероводорода, который подлежит, в виду своей токсичности, обязательной переработке в элементарную серу или серную кислоту.

В связи с этим величина выбросов в атмосферу такого соединения как диоксид серы на предприятиях нефтепереработки и газовой промышленности в основном определяется эффективностью работы установок производства элементарной серы или сернокислотных производств. Сегодня на большинстве предприятий отрасли установлены современные комплексы сероочистки или ведутся работы по их строительству. ■