

«Газоочистка-2005» испытание электричеством выдержала

России предстоит усовершенствовать подходы к решению экологических задач и внедрить ряд новых технологий



Петр Степаненко

Конференция специалистов по очистке газов от загрязнений и применению серы, организованная ОАО «Гипрогазоочистка», проходила с 25 по 27 мая в подмосковном пансионате «Бор», расположенном в Каширском направлении. «Ярким» впечатлением для российских и иностранных участников стало отключение электричества в месте проведения конференции и по всей Москве, что вынудило организаторов частично изменить программу. В день открытия увеличилось время, посвященное непосредственному общению участников.

Тем не менее, практические результаты конференции, по общему мнению, весьма значительны: полученная во время заседаний информация позволила специалистам расширить представления о состоянии рынка очистки газов и различных углеводородных смесей от загрязнений, а также о перспективах развития рынка серы в СНГ.

Промышленные выбросы

После официальных приветствий с докладом выступил Сергей Широков, главный инженер ОАО «Гипрогазоочистка», охарактеризовавший воздействие предприятий нефтеперерабатывающей и газовой промышленности на окружающую среду как нарастающее, несмотря на то, что предприятиями отрасли активно внедряются природоохранные программы. С. Широков отметил, что на фоне роста выбросов летучих органических соединений, углеводородов, оксидов азота и углерода снизились объемы выбросов твердых веществ и диоксида серы. Это связано с жесткими требованиями местного законодательства, с одной сто-



роны, и наличием в России технологий сероочистки — с другой. В 2004 году из общего числа загрязняющих веществ в промышленных выбросах было утилизировано 57,5 млн тонн, или 74,4 %. Кажущийся высоким уровень утилизированных веществ обеспечивается, в основном, наиболее легко удерживаемыми твердыми веществами (95 %). Объем же улавливания и обезвреживания более токсичных жидких и газообразных вредных веществ колеблется в пределах 10–20 %.

На очистку газовых выбросов направляется треть всех инвестиций в охрану окружающей среды, причем 98 % проинвестированного объема — это средства предприятий.

Основными загрязняющими веществами, выбрасываемыми в атмосферу предприятиями нефтепереработки, являются углеводороды, диоксид серы, оксиды углерода и азота. Вклад прочих вредных веществ в валовой выброс не велик, однако эти вещества более токсичны. Со сточными водами НПЗ в поверхностные воды поступает значительное количество нефтепродуктов, сульфатов, хлоридов, соединений азота, фенолов.

По данным института «Гипрогазоочистка», большая часть НПЗ на территории СНГ имеет современные установки очистки выбросов от сернистых загрязнений, либо планирует их строительство. В то же время, эксперты института указали на 19 нефтеперерабатывающих предприятий СНГ, установки производства элементарной серы которых не отвечают современным требованиям и нуждаются в реконструкции (табл. 3).

Европейское и, в целом, западное общество демонстрирует гораздо более высокие показатели очистки загрязнений всех видов, что связано, в первую очередь, с более жесткими требованиями как местного, так и международного законодательства. В России же механизм контроля за выбросами далек от совершенства. Так, выступавшая на конференции Марина Егорова, представитель комитета Госдумы по экологии, обратила внимание на системную ошибку, исключаящую независимый контроль за деятельностью промышленных объектов в России. Она отметила, что в нашем правительстве и природопользовании, и экологический контроль находятся в ведении одного министерства — по сути, «нарушители» и «контролеры» работают в одной команде, под единым управлением.

Технологии сероочистки

Игорь Шмиголь, зав. лабораторией очистки газов от оксидов серы ВТИ, сообщил, что действующий в России ГОСТ, устанавливающий значения допустимых выбросов сернистых соеди-

Табл. 1. Нефтепереработка. Крупнейшие источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Предприятия	Вклад в отраслевой объем, %			
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
ОАО «Омский НПЗ», Омская область	7,0	6,9	7,8	8,1
ОАО «Новоуфимский НПЗ», г. Уфа, Республика Башкортостан	7,3	7,7	7,3	7,6
ЗАО «РНПК» Рязанская область	6,8	6,4	6,7	6,9
ОАО «Уфанефтехим», г. Уфа, Республика Башкортостан	6,8	7,3	6,8	6,8
ОАО «Славнефть-Ярославнефтеоргсинтез», Ярославская область	5,8	6,3	6,2	6,1
ОАО «Ангарская нефтехимическая компания», Иркутская область	5,7	4,8	5,5	5,7
ОАО «Московский НПЗ», г. Москва	4,5	4,8	5,0	5,2
АО «Новокуйбышевский НПЗ», г. Новокуйбышевск, Самарская область	8,5	7,7	5,4	5,0
ОАО «Уфимский НПЗ», Республика Башкортостан	3,4	3,9	4,5	4,7
ОАО «Сызранский НПЗ», Самарская область	4,4	4,0	4,5	4,6
ОАО «Салавтанефтеоргсинтез», Республика Башкортостан	3,0	3,3	4,3	4,5
АОЗТ «Киниф», г. Кириши, Ленинградская область	7,1	6,3	4,2	4,4
ОАО «Лукойл-Волгограднефтепереработка», Волгоградская область	5,7	5,9	4,7	4,0
ОАО «Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез», г. Кстово, Нижегородская область	1,7	2,8	3,8	3,8
АООТ «Куйбышевский НПЗ», г. Самара, Самарская область	4,7	4,8	4,9	3,3
Всего	82,4	82,9	81,6	80,7

нений, ужесточается в соответствии с европейскими нормативами. В зависимости от уровня очистки, имеющиеся технологии делятся на три группы: дешевые, умеренной стоимости и дорогие. В качестве реагента для связывания диоксида серы используются как природные (известняк, магнезит, доломит), так и искусственные (известь, сода, аммиак) материалы.

К дешевым технологиям (степень очистки до 35 %) относятся: сухие, с вводом реагента в топку котла или газовый тракт, упрощенная мокро-сухая, с использованием электрофильтров, мокрая, с использованием скрубберов.

К технологиям средней стоимости (степень сероочистки до 69 %) относятся следующие: с циркулирующей инертной массой, с использованием скрубберов, упрощенная мокро-сухая.

Дорогие технологии обеспечивают степень сероочистки до 96–98 %. Они основаны, преимущественно, на интенсивной промывке дымовых газов суспензиями или растворами. К ним отно-

сятся: известняковая, известковая, аммиачно-сульфатная, озонно-аммиачная, сульфатно-магниева. Применительно к сжиганию высокосернистых топлив, аммиачно-сульфатная технология, за счет продажи сульфата аммония, может окупаться за 2–2,5 года, и сульфатно-магниева — за 1,5–2 года. Мокрая известняковая сероочистка, при продаже получаемого двухводного гипса, может окупаться за 8–10 лет.

Технико-экономические параметры установок сероочистки позволяют выбрать наиболее оптимальную технологию в зависимости от условий работы предприятия.

Перечисленные установки могут применяться для очистки технологических и отходящих газов в других отраслях промышленности.

Процесс Клауса — точки контроля

Основным промышленным методом очистки природных газов и газов неф-

тепереработки от сероводорода с получением газовой серы остается много-стадийный процесс Клауса. На первой стадии часть кислого газа сжигается в потоке воздуха, последующие стадии процесса — каталитические.

Вследствие обратимости химических реакций, протекающих в процессе Клауса, в отходящих (хвостовых) газах всегда содержатся сероводород и диоксид серы. Эти газы подвергают дожигу с образованием диоксида серы и выбрасывают в атмосферу.

Классический процесс Клауса не обеспечивает приемлемую с точки зрения экологических требований степень очистки от сернистых соединений. С каждым годом стандарты по защите окружающей среды в развитых странах становятся все более жесткими. Это стимулирует исследования, как в направлении повышения степени извлечения серы в процессе Клауса, так и на разработку новых и усовершенствование существующих процессов доочистки отходящих газов процесса Клауса. Кроме того, в ряде случаев для очистки природных и технологических газов, содержащих более 3 % об. сероводорода, процесс Клауса неприемлем по экономическим и технологическим соображениям. В этом случае возникает потребность в альтернативном способе очистки.

В процессах доочистки отходящих газов процесса Клауса можно выделить два направления: дальнейшее каталитическое окисление сероводорода до серы кислородом или диоксидом серы; превращение всех сернистых соединений в сероводород или диоксид серы с воз-

Табл. 2. Газовая промышленность. Крупнейшие источники выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

Предприятия	Вклад в отраслевой объем, %			
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.
ООО «Астраханьгазпром», пос. Аксарайский, Астраханская обл.	17,5	18,3	18,0	17,3
ООО «Пермтрансгаз», Бардымское ЛПУМГ, Пермская область	10,9	11,3	9,0	10,0
«Пермтрансгаз», Можгинское ЛПУМГ, Удмуртская Республика	8,4	8,8	10,0	9,6
ООО «Оренбурггазпром», Оренбургская область	6,0	8,1	7,0	9,5
ДП «Севергазпром», Волгоградская область	9,3	10,6	8,0	6,2
Сосногорское ЛПУМГ, г. Ухта, Республика Коми	6,6	5,7	6,0	5,3
Газовый концерн, челябинское ЛПУ, Челябинская область	6,2	6,8	4,0	3,0
ООО «ВТГ» - Торбеевское ЛПУМГ, пос. Торбеево, Республика Мордовия	4,2	3,9	3,0	2,7
Всего	78,8	83,2	74,0	71,7

вращением в процесс Клауса или дальнейшей переработкой в серу или триоксид серы.

Однако и в этом случае расходы, связанные со строительством установок по извлечению серы, могут оказаться бесполезными, если они не оборудованы системами управления, одним из элементов которых является поточный анализатор. В настоящее время вопрос о необходимости анализатора хвостового газа (соотношения H_2S/SO_2) для достижения максимальной эффективности стандартной установки Клауса уже не дискути-

руется. Простейшая схема управления должна включать такой анализатор, регулирующий примерно 10 % воздуха, поступающего в высокотемпературный реактор. Такой способ контроля позволяет добиться на стандартных двух-трех стадийных установках Клауса эффективности порядка 97–98 %. На установках без средств управления эффективность редко превышает 90–92 %.

Газоанализатор хвостового газа непрерывно измеряет содержание H_2S и SO_2 , выдавая сигнал «потребности в воздухе», пропорциональный количеству

Табл. 3. Основные виды вредных соединений и возможные пути сокращения выбросов

Выбросы	Источники выбросов	Возможные пути сокращения выбросов
Летучие органические соединения	<ul style="list-style-type: none"> ■ Неорганизованные выбросы в процессе добычи, сбора, переработки, хранения и транспортировки нефти и нефтепродуктов ■ Применение резервуаров и хранилищ несовершенной конструкции ■ Операции по сливу и наливу на складах, терминалах и сливно-наливных эстакадах 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Минимизация выбросов за счет применения высокогерметичной арматуры, уплотнение фланцевых соединений, герметичных резервуаров понтонного типа ■ Исключение проливов и утечек нефтепродуктов ■ Применение установок по улавливанию ЛОС и по их обезвреживанию ■ Рекуперация ЛОС адсорбцией на активированном угле ■ Конденсация ЛОС за счет охлаждения ■ Мембранная технология ■ Биофильтрация ■ Термическое окисление ■ Каталитическое окисление
СО	<ul style="list-style-type: none"> ■ ТЭЦ ■ Промышленные печи ■ Установки каталитического крекинга ■ Газотурбинные установки и газоперекачивающие агрегаты ■ Компрессоры с газовыми двигателями 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Обеспечение полного сжигания топлива за счет применения высокоэффективных горелочных устройств и оптимизации процессов сжигания ■ Дожиг СО при соответствующих температурах ■ Применение каталитических добавок для дожига

воздуха, которое следует добавить или убавить для достижения стехиометрии. Такой контроль позволяет поддерживать стехиометрию процесса максимально приближенную к идеальному соотношению $H_2S:SO_2=2:1$.

Попытки повысить эффективность выделения серы путем устройства дополнительных каталитических ступеней Клауса или установки доочистки хвостового газа без управления работой основной установки не приводят к желаемым результатам. Особенно это характерно для установок Клауса, работающих на НПЗ. В России до недавнего времени установки Клауса не имели в своем составе анализатора хвостового газа. Режим работы в большинстве случаев не был оптимален.

Особенность работы установки Клауса на НПЗ — наличие нескольких потоков с разной концентрацией H_2S , которые включаются и выключаются в зависимости от режима работы других процессов. Кроме того, существуют специальные потоки (с установки стабилизации, содержащие амины), которые имеют сложный состав и затрудняют процесс переработки. Поэтому несколько докладов, сделанных в основном представителями зарубежных компаний, были посвящены работе в технологических схемах очистки различных газоанализаторов.

Применение серы

Проблема реализации серы с некоей периодичностью всегда напоминала о себе. Так, интенсивное развитие нефтегазовой отрасли в Казахстане поставило проблему хранения элементарной серы в местах очистки нефти и газа от сопутствующих включений, в том числе серных. Одним из крупнейших предприятий, где

имеются крупные склады элементарной серы, является СП «Тенгизшевройл», созданное 3 апреля 1993 года. Сера хранится там в виде блоков под открытым небом, а для продажи ее предлагается гранулировать. С момента деятельности СП на промплощадках находилось 4,5 млн тонн серы, затем ежегодно это количество увеличивалось в среднем на 1,5 тыс. тонн, а прогноз на 2005 год составляет более 1,6 тыс. тонн.

При хранении серы в блоках или в гранулированном виде выделяются серосодержащие газы и серная пыль, которые интенсивно загрязняют окружающую среду, нанося значительный вред флоре и фауне региона. Выделение серосодержащих газов из объемов хранящейся серы возможно при условии изменения ее температуры в процессе хранения.

В связи с этим не угасает интерес к вопросам расширения областей использования серы. В настоящее время новые технологии разрабатываются в основном в направлении использования серы в дорожном строительстве и в качестве связующего при производстве бетона. Существует множество технологий, не доведенных до полномасштабного промышленного использования. Так, «ВНИИГАЗ» совместно со специализированными организациями разработал технологии получения строительных материалов с использованием серы.

В связи с общей тенденцией к созданию новых композиционных материалов, способных длительное время эксплуатироваться в условиях воздействия промышленных, климатических и других видов агрессивных сред возрос интерес к разработкам, связанным с производством серного бетона, который зарекомендовал себя как материал, обладающий хорошими прочностными свойствами и способностью к сопротивлению корро-

зии как в серосодержащих, так и кислотосодержащих средах, позволяющий увеличить срок службы сооружений.

В асфальтобетоне сера является структурообразующим элементом и позволяет использовать низкосортные битумы и минеральные наполнители. Проведенные исследования и эксплуатация опытных участков дорог, уложенных в различных регионах литым сероасфальтобетоном, показали, что новый материал обеспечивает термо- и сдвигоустойчивость дорожного покрытия при любой эксплуатационной температуре.

Сравнительная характеристика асфальтобетонов приведена в табл. 5. Литой сероасфальтобетон имеет более высокие показатели качества (надежности) дорожного покрытия, по сравнению с литым асфальтобетоном, которые выражаются изменениями, происходящими в дорожном полотне при воздействии нагрузок от автомобилей и климатических факторов.

В настоящее время в России сложилась достаточно благоприятная ситуация на рынке дорожно-строительных материалов для внедрения новых разработок. По оценкам аналитиков, дисбаланс производства и потребления цемента с 2005 по 2010 год составил около 14 млн тонн, и нет никаких серьезных препятствий для широкомасштабного использования новой разработки.

Асфальтобетон является почти исключительно видом покрытия в экономически развитых государствах, а в России используется главным образом на критических участках: для ямочного ремонта, на стыках различных соединений, для покрытия мостов. Даже если не принимать во внимание рост требований к состоянию покрытий в Российской Федерации и увеличение расходов на обустройство, имеющийся на сегодня ▶

Табл. 4. Состояние предприятий нефтепереработки и газовой промышленности по утилизации сероводородных газов

Предприятия, на которых планируется строительство новых производств элементарной серы	Предприятия, имеющие в своем составе установки производства элементарной серы, не отвечающие современным требованиям и требующие реконструкции	
«Хабаровский НПЗ»	«Оренбурггазпром»	«Куйбышевский НПЗ»
«Туапсинский НПЗ»	«Отраденский ГПЗ»	«Киришинефтеоргсинтез»
«Лукойл-Одесский НПЗ» (Украина)	«Нефтегорский ГПЗ»	«Орскнефтеоргсинтез»
«Лукойл-Нижегороднефтеоргсинтез»	«Лукойл-Пермнефтегазопереработка»	«Укртатнафта», г. Кременчуг (Украина)
«Лукойл-Усинский ГПЗ»	«Московский НПЗ»	«Линос» (Украина)
«Ачинский НПЗ»	«Омский НПЗ»	«Павлодарский НПЗ» (Казахстан)
«Херсоннефтепереработка» (Украина)	«Салаватнефтеоргсинтез»	«Чимкентский НПЗ» (Казахстан)
	«Новоуфимский НПЗ»	«Довлатабад» (Туркменистан)
	«Уфимский НПЗ»	«Мубарекский ГПЗ» (Узбекистан)
		«Шуртанский газовый комплекс» (Узбекистан)

Табл. 5. Сравнительные характеристики литых асфальтобетона и сероасфальтобетона

Параметры	Смеси асфальтобетонные литые и литой асфальтобетон (ТУ 400-24-258-89*)	Смеси сероасфальтобетонные литые и литой сероасфальтобетон (ТУ 5718-002-53737504-01)
Температура изготовления, °С	200–220	снижается до 140–160
Содержание вяжущего в смеси, %	9,5–11	9,5–11
В том числе:		
битум, %	100	50–60
сера, %	–	битум замещает на 40–50
Применяемый битум	БНД 40/60 с температурой размягчения не менее 52 °С	расширяется круг используемых марок битумов: БНД 40/60, БНД 60/90, БНД 90/130
Подвижность смеси, мм	не менее 30 при 200 °С	не менее 30 при 150 °С
Коэффициент сцепления	менее 0,3; безопасность движения не обеспечивается	0,45–0,55; безопасность движения обеспечивается без присыпки щебнем
Эксплуатационные свойства	пластические деформации: следы протектора, сдвиги, наплывы, колея и др.	термо- и сдвигоустойчив при любой эксплуатационной температуре

◀ рынок достаточно велик, чтобы внедрением новой технологии достичь существенных экономических результатов. Сероасфальтобетон позволяет частично решить проблему дефицита других видов сырья, одновременно найти применение избыткам серы на российском рынке, а 4 года применения нового материала в Москве показали, что качество его пре-

вышает показатели простого асфальтобетона. Технология получения нового строительного материала интересна еще и тем, что его себестоимость существенно ниже традиционного.

Основными факторами, сдерживающими масштабные внедрения сероасфальтобетона, являются отсутствие специализированных асфальтоукладчиков

и отсутствие информации о новой разработке на рынке.

Конференция в подмосковном «Бору» определила не только ситуацию на российском рынке серы: объемы производства, технологии выделения, производства, новые области применения, но и выявила основные проблемы рынка, уровни и способы принятия решений. ■



Разработка фирменных стилей и логотипов



ПромПресс
промышленные
коммуникации

Москва
Кожевнический проезд
д. 4/5, стр. 5, офис 217
тел/факс (095) 235-80-50
www.prompress.ru