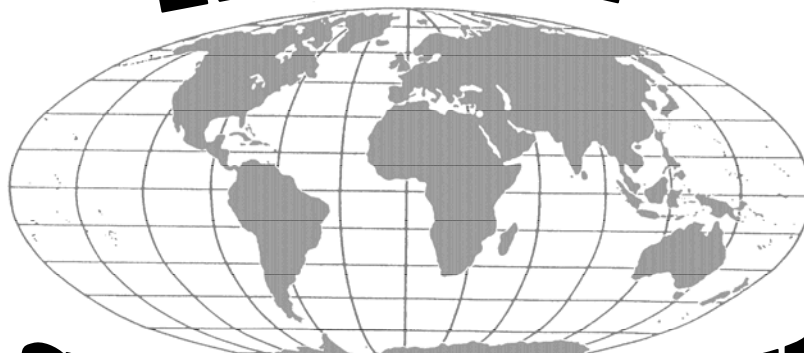


# **М И Р**



# **СЕРЫ, N, P и K**

2007 год

**БЮЛЛЕТЕНЬ**

Выпуск 6

**Образование и распределение окислов азота  
в производстве серной кислоты контактным  
методом из различного сырья и их влияние на  
коррозионную активность серной кислоты  
и её качество**

**Состояние и перспективы производства  
и потребления серы в мире**

**Обзор цен на рынке удобрений**

**Краткие новости**

**Цены на сырье и удобрения**

**ОАО "НИУИФ"**

Научно-исследовательский институт по удобрениям и инсектофунгицидам им. проф. Я.В. Самойлова  
**МОСКВА**

# СОДЕРЖАНИЕ

**Образование и распределение окислов азота в производстве серной кислоты контактным методом из различного сырья и их влияние на коррозионную активность серной кислоты и её качество** 3

*В.В. Игин, Ю.В. Филатов, В.С. Суцёв, А.А. Жукова (ОАО «НИУИФ»)*

**Состояние и перспективы производства и потребления серы в мире** 11

**Мировой баланс спроса-предложения хлористого калия** 15

**Мировое сельское хозяйство и спрос на удобрения. Мировое производство и торговля удобрениями в 2006-2007 г.** 18

**Обзор цен на рынке удобрений** 20

## Краткие новости

**«ФосАгро» выводит на биржу новые химические продукты** 22

**В ОАО «Апатит» подведены производственные итоги за ноябрь 2007 года** 22

**ОАО «Апатит» выставил на торги апатитовый концентрат марки «Стандарт»** 23

**«Череповецкий Азот» выпустил 62,8 тыс. тонн аммиака** 23

**В ОАО «Аммофос» подведены итоги работы за октябрь и 10 месяцев 2007 года** 23

**Подведены итоги работы ООО «Балаковские минеральные удобрения» за ноябрь 2007 года** 23

**«ЕвроХим» заключил три договора с белорусскими компаниями** 23

**Цены на сырье и удобрения** 24



**серы, N, P и K**

### Редколлегия:

Суцёв В.С. Зам. ген. директора по научной работе  
Суходолова В.И. Ученый секретарь

### Редакционно-издательская группа:

Суходолова В.И. 119333, Москва, Ленинский пр., 55/1, стр.1  
Тел. 500 03 81 Факс: 312 00 25  
Фетисова Н.Ф. E-mail: niuif@bk.ru  
Web: fertilizers.ru

Бюллетень зарегистрирован в Государственном Комитете РФ по связи и информации НТЦ «Информрегистр». Рег. свидетельство № 5101 от 23.06.1999 г. Рег.№ 029905421

# ОБРАЗОВАНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОКСИДОВ АЗОТА В ПРОИЗВОДСТВЕ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ КОНТАКТНЫМ МЕТОДОМ ИЗ РАЗЛИЧНОГО СЫРЬЯ И ИХ ВЛИЯНИЕ НА КОРРОЗИОННУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ И ЕЁ КАЧЕСТВО

*В.В. Игин, Ю.В. Филатов, В.С. Суцёв, А.А. Жукова  
(ОАО «НИУИФ»)*

**П**ри сжигании серосодержащего сырья (сера, колчедан, сульфиды цветных металлов, сероводородный газ и др.), как и любых видов топлив, при высоких температурах в обжиговых газах образуются оксиды азота ( $\text{NO}_x$ ), которые после ряда превращений по тракту сернокислотной системы частично поглощаются серной кислотой.

В соответствии с Российскими стандартами содержание оксидов азота в серной кислоте достаточно жёстко ограничивается. В улучшенной контактной серной кислоте содержание оксидов азота не должно превышать 0,00005% мас.  $\text{N}_2\text{O}_3$ , в улучшенном олеуме - не более 0,0002% мас.  $\text{N}_2\text{O}_3$ , в башенной серной кислоте - не более 0,05% мас.  $\text{N}_2\text{O}_3$ , в регенерированной серной кислоте - не более 0,01% мас.  $\text{N}_2\text{O}_3$ .

В последнее время на ряде сернокислотных производств России, работающих на сероводородном сырье, происходит накопление в серной кислоте значительных количеств оксидов азота. Как установлено исследованиями, серная кислота, содержащая большое количество оксидов азота, при контакте с металлическими поверхностями окрашивается в розово-красные цвета различной интенсивности, а при превышении определённого порога по концентрации, усиливается её коррозионная активность.

Проблема загрязнения серной кислоты оксидами азота и пути её решения обсуждалась специалистами ещё в середине прошлого века. До настоящего времени проведено много исследований по этой тематике, однако, как нам пред-

ставляется, необходимо уточнить следующие основные вопросы:

- какие основные факторы влияют на образование оксидов азота при сжигании серосодержащего сырья;
- какова доля оксидов азота, образовавшихся на стадии сжигания серосодержащего сырья, попадают в серную кислоту;
- в каком виде оксиды азота стабилизируются в растворах серной кислоты;
- какие процессы происходят в серной кислоте, содержащей оксиды азота, и как они влияют на её качество и коррозионную активность;
- каковы основные технологические аспекты снижения содержания оксидов азота в серной кислоте.

В этой связи нами были проведены теоретические и практические исследования в этом направлении, анализ и обобщение полученных результатов, что позволило, как нам представляется, продвинуться далее в решении поставленных вопросов и дать своё представление о некоторых химических аспектах воздействия оксидов азота на свойства серной кислоты.

## **Образование оксидов азота при обжиге серосодержащего сырья**

Известно, что в условиях высоких температур сжигания (более  $1000^\circ\text{C}$ ) в обжиговых газах

## Образование и распределение оксидов азота в производстве серной кислоты контактным методом из различного сырья и их влияние на коррозионную активность серной кислоты и её качество

образуется монооксид азота (NO) по суммарному уравнению обратимой реакции:



По термическому механизму Зельдовича [1] окисление азота осуществляется по цепному механизму за счёт термической диссоциации молекул кислорода и азота с образованием монооксида азота:



При температурах ниже 150°C равновесие этой реакции практически полностью сдвинуто влево. Равновесный выход монооксида азота (NO) и скорость реакции существенно возрастают только при температурах выше 1000°C. Теоретически подсчитано, что для газовых смесей, образующихся при сжигании серы, равновесный выход NO в температурном интервале 300-1600°C составляет 55 - 2794 мг/м<sup>3</sup> [2, 3].

Действительное содержание NO в обжиговых газах промышленных сернокислотных систем намного меньше равновесного. В соответствии с расчётами, при сжигании серы с температурой обжиговых газов 1555°C равновесный выход монооксида азота достигается только через 43,9 сек. [4].

Для достижения равновесия этой реакции при средних температурах сжигания (900-1000°C) потребуется ещё большее время пребывания. В действующих же печах сжигания серосодержащего сырья время пребывания газовой смеси исчисляется несколькими секундами.

По данным исследований, проведенных на ряде сернокислотных производств в России, содержание монооксида азота (NO) в газах после сжигания серы колеблется в пределах от нескольких мг/м<sup>3</sup> до 100 мг/м<sup>3</sup> (до 0,008% об.). Такой разброс в значениях зависит от типов серных печей, температуры сжигания серосодержащего сырья и некоторых других факторов, связанных с качеством распыления жидкой серы, организации подачи в серные топки воздушного дутья, конструкции самих серных топков.

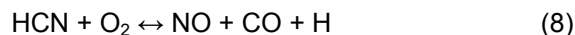
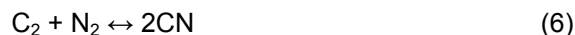
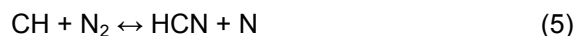
Точно рассчитать количество образующихся в печах оксидов азота практически невозможно, так как при сжигании серосодержащего сырья в них всегда возможно образование локальных зон с разной температурой и концентрацией кислорода, интенсивность и количество которых зависит от конструктивных особенностей печей.

Исследованиями на действующих сернокислотных производствах установлено, что содержание монооксида азота (NO) в обжиговых газах, образующихся после сжигания сероводо-

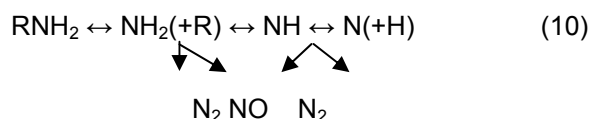
родного газа в сернокислотных установках "мокрого" катализа в России, примерно в аналогичных температурных условиях, более чем на порядок превышает содержание оксидов азота в обжиговых газах после сжигания серы. Содержание оксидов азота в обжиговых газах на некоторых системах "мокрого" катализа достигает до ~ 800 мг/м<sup>3</sup> (~0,06% об.).

Высокое содержание оксидов азота в обжиговых газах сернокислотных систем, работающих по методу "мокрого" катализа, можно объяснить тем, что, при наличии в серосодержащем сырье примесей в виде различных углеводородов (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>) или соединений, содержащих связанный азот (RNH<sub>2</sub>; RCN и др.), монооксид азота может образовываться по другим механизмам в условиях и более низких температур.

Существует механизм Фенимора образования оксидов азота с использованием углеводородных радикалов [5,6,7]:



Это так называемый механизм образования "быстрых" оксидов азота. Он работает в начальной зоне горения и слабо зависит от температуры. Образование монооксида азота может также происходить и за счёт окисления примесей, содержащих связанный азот, по следующему механизму:



Или:

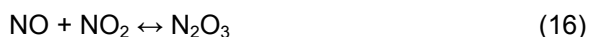


Образование монооксида азота (NO) по этому механизму может существенно повысить его выход при сжигании в печах сероводородного газа. Сероводородный газ, используемый для производства контактной серной кислоты по методу "мокрого" катализа, является отходом нефтеперерабатывающих заводов и, как показывают исследования, в своём составе может содержать до 15,0% об. газообразных примесей, состоящих из различных углеводородов (C<sub>n</sub>H<sub>m</sub>), углекислого газа (CO<sub>2</sub>) и соединений, содержащих связанный азот (RNH<sub>2</sub>; RCN и др.).

## Распределение оксидов азота по сернокислотной системе

Монооксид азота (NO) практически не растворим в растворах серной кислоты и, следовательно, не может в ней накапливаться и воздействовать на её свойства.

Однако газовая смесь, образующаяся на стадии сжигания серосодержащего сырья, проходит далее через контактное и абсорбционное отделения сернокислотных систем, в которых может происходить окисление образующегося монооксида азота (NO) до диоксида азота (NO<sub>2</sub>) по уравнению (15) с образованием смеси (NO + NO<sub>2</sub>), в том числе и триоксида азота (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), по реакции (16). Эквимолекулярная смесь (NO + NO<sub>2</sub>), а также и триоксид азота (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) хорошо растворимы в серной кислоте и могут в ней накапливаться, изменяя её свойства.



При высоких температурах, в условиях сжигания серосодержащего сырья (~1000 °С), равновесие обратимой реакции (15) практически полностью смещено влево [8, 9, 10, 11].

Триоксид азота, как химическое соединение, существует только при низких температурах. Подсчитано, что при 35°С в газовой смеси, содержащей по 1,0% об. NO и NO<sub>2</sub>, присутствует не более 3,0% триоксида азота [11]. В условиях сернокислотного производства температура газовых смесей значительно выше, а содержание оксидов азота на 1 - 2 порядка ниже. В этой связи, газообразный триоксид азота (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) может присутствовать в газовых смесях сернокислотного производства только в исчезающе малых количествах.

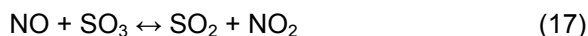
В итоге, после сжигания серосодержащего сырья, в обжиговых газах могут присутствовать примеси образующихся соединений азота с кислородом только в виде монооксида азота (NO). Содержание остальных соединений азота с кислородом в обжиговых газах ничтожно и может не приниматься во внимание.

Термодинамика и кинетика реакции окисления монооксида азота до диоксида азота (15) хорошо изучена. При температурах менее 150°С равновесие реакции (15) практически полностью смещено вправо. Известно, что скорость реакции образования NO<sub>2</sub> (15) с повышением температуры падает, что якобы противоречит правилу Вант-Гоффа. Боденштейном [8] было выдвинуто предположение, что в реакции (15) участвует не NO, а более реакционноспособная, двойная молекула монооксида азота - (NO)<sub>2</sub>. Это объяснение очень хорошо согласуется с фактами. При повышении температуры количество двойных

молекул монооксида азота (NO)<sub>2</sub> резко сокращается, что и приводит к снижению скорости суммарной реакции (15).

Подсчитано, что скорость образования диоксида азота из монооксида азота при повышении температуры от 0 до 50°С снижается в 2 раза, а при повышении температуры до 100°С - в 3 раза [11]. Проведены расчёты скорости гомогенного окисления газообразного монооксида азота при его содержании в газовых смесях, соответствующем практическим значениям. Показано, что даже для частичного окисления NO в NO<sub>2</sub> при температурах 400-600°С необходима выдержка газовой смеси в течение нескольких часов. Тем не менее, в газовых смесях, поступающих на абсорбцию, в значительной доле присутствует NO<sub>2</sub>.

В этой связи Апаховым И.А. [12, 13] предложен механизм образования NO<sub>2</sub> при взаимодействии NO с SO<sub>3</sub> по реакции:

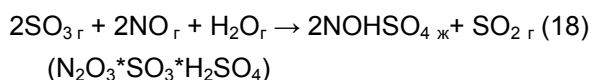


Однако реакция (17) в рассматриваемом нами температурном интервале 40-600°С термодинамически невозможна (расчётный потенциал Гиббса (Δ G) имеет положительное значение).

Но если одно из этих веществ переходит в конденсированное состояние, например: (SO<sub>3 г.</sub> → SO<sub>3 ж.</sub>), окисление NO уже происходит при температурах более 180°С [14].

Наличие в газе паров воды облегчает образование жидких (конденсированных) фаз за счет конденсации содержащихся в газе паров серной кислоты и нитрозосернокислотных соединений (соединений N<sub>2</sub>O<sub>3</sub> с H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) в теплообменном оборудовании.

В этом случае окисление NO происходит по следующей реакции:



Причём процесс по реакции (18) происходит уже при температурах ниже 292°С (ниже точки "росы" паров серной кислоты) [15].

Промежуточными же в этом механизме являются соединения типа NO\*SO<sub>3</sub>. Снижение температуры и наличие влаги (или паров H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) приводит к превращению соединений типа NO\*SO<sub>3</sub> в нитрозильные.

Рассмотренные выше процессы взаимодействия NO с SO<sub>3</sub> в газе сернокислотных систем возможны, если происходит образование конденсированных фаз на поверхностях теплообменного оборудования или газоходов, что в современных сернокислотных системах практически исключено. В этой связи влияние данного процесса на выход NO<sub>2</sub> будет незначительным.

## Образование и распределение оксидов азота в производстве серной кислоты контактным методом из различного сырья и их влияние на коррозионную активность серной кислоты и её качество

В литературных источниках есть сведения о каталитическом окислении NO до NO<sub>2</sub> на различных твердых веществах, таких как кокс, пемза, стекло, асбест, марганец, металлы (кобальт, никель и др.) [16]. Есть сведения по ускоряющему влиянию ванадиевых и хромцинкавых катализаторов на эту реакцию при температурах до 200°C [17]. Известно, что на коксе при низких температурах реакция окисления NO в NO<sub>2</sub> ускоряется в 10<sup>6</sup> раз.

В настоящее время можно считать доказанным, что основное количество NO<sub>2</sub> образуется на ванадиевом катализаторе в контактном отделении сернокислотного производства путём гетерогенного окисления монооксида азота (NO) на ванадиевом катализаторе.

При относительно низких температурах газа (40-70°C) также могут происходить процессы гомогенного окисления NO до NO<sub>2</sub> (абсорбционное отделение), однако их доля в суммарном количестве образующегося NO<sub>2</sub> незначительна. Скорость гомогенного окисления NO в NO<sub>2</sub> с понижением температуры, как известно, возрастает, но все же требуется значительное время, чтобы данная реакция в этих условиях достигла равновесия. Фактическое же время пребывания газа в абсорбционных башнях составляет 4-7 секунд.

В соответствии с расчётами, равновесная степень превращения NO в NO<sub>2</sub> (для условий сернокислотного производства на сере по короткой схеме ДК-ДА) при температурах 420-470°C составляет 0,25-0,45.

### Процесс поглощения оксидов азота серной кислотой и их распределение по кислотному тракту сернокислотного производства

По данным различных исследований, на действующих сернокислотных производствах России в зависимости от метода производства и вида используемого серосодержащего сырья, доля оксидов азота из газовой фазы, поглощаемых серной кислотой, колеблется в пределах от 40 до 99% (в системах "мокрого" катализа ~40-50%; системах на сере методом одинарного контактирования ~ 50%; системах на сере методом ДК-ДА ~ 80-99%). Остальная часть оксидов азота уходит с отходящими газами сернокислотных производств в атмосферу.

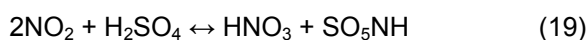
Таким образом, чем больше образуется монооксида азота на стадии сжигания серосодержащего сырья, тем большее его количество превратится в смесь (NO + NO<sub>2</sub>), поглощаемую серной кислотой на стадии абсорбции (SO<sub>3</sub>).

Поскольку монооксид азота (NO) практически не растворим в серной кислоте, возникает вопрос, почему эквимолекулярная смесь (NO + NO<sub>2</sub>), в которой практически нет триоксида азота (N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), всё-таки хорошо растворяется в серной кислоте? Какие процессы происходят при растворении, казалось бы, физической смеси двух оксидов азота в серной кислоте? Логично предположить, что диоксид азота растворяется в серной кислоте, а монооксид азота должен остаться в газовой фазе. На практике данное предположение не подтверждается.

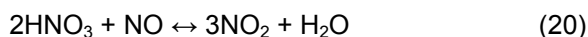
Процессы растворения и выделения оксидов азота в серной кислоте хорошо изучены в 30-ые и 50-ые годы прошлого века применительно к нитрозному (башенному) способу получения серной кислоты.

Установлено, что NO растворяется в серной кислоте строго в эквимолекулярном соотношении с NO<sub>2</sub>, присутствующим также в газовой смеси.

Резюмируя химическую часть проведенных в этом направлении исследований, можно предположить, что при контакте с серной кислотой газовой смеси, содержащей смесь (NO + NO<sub>2</sub>), вначале происходит растворение NO<sub>2</sub> в серной кислоте с образованием азотной кислоты и нитрозилсерной кислоты:



Далее монооксид азота (NO) реагирует с азотной кислотой (HNO<sub>3</sub>) с образованием NO<sub>2</sub>:



Образующийся по реакции (20) NO<sub>2</sub> снова взаимодействует с серной кислотой по уравнению (19). В конечном итоге, в серной кислоте растворяется строго эквимолекулярная смесь (NO + NO<sub>2</sub>), а избыток NO, свыше эквимолекулярного соотношения NO/NO<sub>2</sub>, остаётся в газовой фазе и выбрасывается с выхлопными газами в атмосферу.

На ряде сернокислотных производств России в 70-ые годы были проведены исследования по изучению распределения оксидов азота между газовой и жидкой фазами.

В таблице № 1 представлены усреднённые результаты химических анализов по содержанию оксидов азота в газовой и жидкой фазах, выполненные на 3-х действующих сернокислотных системах.

Степень абсорбции оксидов азота в промежуточном абсорбере системы на сере по короткой схеме ДК-ДА, как видно из таблицы, невелика и в среднем составляет 13,4%. Основное количество оксидов азота поглощается в конечном абсорбере - 86,6%.

**Образование и распределение оксидов азота в производстве серной кислоты контактным методом из различного сырья и их влияние на коррозионную активность серной кислоты и её качество**

Таблица № 1

	Система на сере по короткой схеме ДК-ДА	Система на сере по длинной схеме одинарного контактирования	Система "мокрого" катализа
<b>Нагрузка по воздуху (газу), тыс.нм<sup>3</sup>/ч</b>	152,7	40,0	15,5
<b>Концентрация SO<sub>2</sub> до КА, % об.</b>	9,6	7,5	6,5
<b>Концентрация оксидов азота в газе с учётом изменения его объёма по тракту, мг/нм<sup>3</sup> N<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>			
До КА	-	20,8	1016
После КА	-	20,9	1005
После III слоя	43,2	-	-
После ОА	-	15,6	-
После АI, (МА, БК)	37,4	10,7	792
После ЭФ	-	-	478
После АII	0,31	-	-
<b>Степень абсорбции оксидов азота, %</b>			
После ОА	-	30	-
После АI	13,4	-	-
Общая	99,3	51,1	52,4
<b>Концентрация оксидов азота в жидкой фазе, % масс. N<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>			
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> в цикле СБ	0,0012	-	-
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> в цикле АI (МА, БК)	0,0012	0,00044	0,106
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> в цикле АII	0,0033	-	-

**Обозначения:** КА - контактный аппарат; АI - промежуточный абсорбер; ОА - Олеумный абсорбер; МА - моногидратный абсорбер; БК - башня-конденсатор; АII- конечный абсорбер; ЭФ - электрофильтры

Как видно из таблицы, в системах на сере по короткой схеме ДК-ДА практически все оксиды азота поглощаются серной кислотой. Соответственно, суммарная степень окисления NO до NO<sub>2</sub> на обеих ступенях конверсии должна составлять ~0,50. Содержание оксидов азота в серной кислоте цикла конечного абсорбера выше, чем в остальных циклах примерно в 3 раза.

Низкий процент поглощения оксидов азота в промежуточном абсорбере по сравнению с конечным абсорбером можно объяснить низкой степенью превращения NO в NO<sub>2</sub> на I-ой ступени конверсии, что, вероятно, связано с более высокой температурой газа, по сравнению с аналогичным процессом на II-ой ступени конверсии.

Степень поглощения оксидов азота из газовой фазы в системе на сере одинарного контактирования по длинной схеме составляет ~50%. Соответственно, доля окисления NO в NO<sub>2</sub> в контактном отделении системы одинарного контактирования должна составлять ~0,25.

В ряде исследований высказывались предположения, что на первой ступени конверсии в системах на сере ДК-ДА тормозящее влияние на реакцию (15) оказывает содержащийся в газовой смеси диоксид серы (SO<sub>2</sub>). На 2-ой ступени конверсии диоксид серы содержится в небольших количествах и его тормозящее влияние ослабевает.

К сожалению, нами не было найдено литературных данных, подтверждающих или опровергающих данное предположение.

В сернокислотной системе, работающей на сероводородном газе по методу "мокрого" катализа, как видно из таблицы, содержание оксидов азота в газовой фазе более чем на порядок превышает аналогичные данные по их содержанию в системах на сере. Содержание оксидов азота в серной кислоте составляет в среднем 0,1% мас. N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, что на 3- 4 порядка выше содержания оксидов азота в серной кислоте сернокислотных систем, работающих на сере.

## Образование и распределение оксидов азота в производстве серной кислоты контактным методом из различного сырья и их влияние на коррозионную активность серной кислоты и её качество

Расчёт баланса распределения оксидов азота между газовой и жидкой фазами в сернокислотной системе на сере по короткой схеме ДК-ДА показывает, что количество оксидов азота, уходящих с продукционной серной кислотой из сернокислотной системы, значительно меньше, чем их количество, абсорбирующееся ею из газовой фазы.

Для систем на сере по короткой схеме ДК-ДА подсчитано, что с продукционной серной кислотой из системы уходит всего 10-15% поглощённых из газовой фазы оксидов азота, кроме того, менее одного процента оксидов азота уходит с выхлопными газами. Остальная часть поглощённых оксидов азота (85-90%) как бы бесследно исчезает. Ниже рассмотрены причины, вызывающие этот дебаланс, а также тесно связанные с этим коррозионные свойства серной кислоты, содержащей окислы азота.

### Влияние оксидов азота на качество серной кислоты и её коррозионную активность

При определённых условиях серная кислота, содержащая оксиды азота, может окрашиваться в различной интенсивности розово-красные цвета с усилением коррозионной активности.

В результате проведенных исследований на действующих сернокислотных системах установлено, что при содержании оксидов азота в серной кислоте более 0,0005% масс. при контакте с металлическими поверхностями оборудования и температурах ниже 50°C она окрашивается в цвет от светло-розового до тёмно-красного с фиолетовым оттенком. Это приводит к необходимости снижать сорт товарной продукции. Установлено также, что при превышении определённого порога по концентрации оксидов азота в серной кислоте возрастает и её коррозионная активность по отношению к металлическим поверхностям оборудования и коммуникаций сернокислотных систем.

Проведенные исследования на промышленных сернокислотных системах, а также в лабораторных условиях, показали, что окрашивание серной кислоты вызывает комплексное соединение сульфата двухвалентного железа с монооксидом азота ( $\text{Fe}_2\text{SO}_4 \cdot \text{NO}$ ).

Лабораторными экспериментами установлено, что этот комплекс, в зависимости от его концентрации в серной кислоте, имеет окрашивание - от исчезающее светло-розового до тёмно-красного с фиолетовым оттенком.

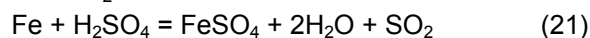
Комплекс довольно устойчив при температурах серной кислоты ниже 50°C и может длительное время существовать, постепенно разрушаясь при стоянии на свету. При нагревании

серной кислоты до температуры более 50°C этот комплекс разрушается с выделением сульфата железа ( $\text{FeSO}_4$ ) и монооксида азота ( $\text{NO}$ ), который, будучи практически нерастворим в серной кислоте, выделяется в газовую фазу. Соответственно, окрашивание серной кислоты исчезает. Причём без контакта данной серной кислоты с железом или сульфатом двухвалентного железа её окрашивания не будет происходить сколь угодно долго. В случае контакта данной пробы серной кислоты с металлом или сульфатом двухвалентного железа снова произойдёт её окрашивание.

Процесс образования комплекса двухвалентного сульфата железа с монооксидом азота непосредственным образом влияет и на усиление коррозионной активности серной кислоты, содержащей оксиды азота.

Механизм этого процесса заключается в следующем:

- в технологических циклах сушильно-абсорбционного отделения при контакте серной кислоты с металлическими поверхностями кислотопроводов, холодильников и другого кислотного оборудования происходит химическая коррозия металла с образованием сульфата двухвалентного железа и  $\text{SO}_2$ .



Сульфат двухвалентного железа является промежуточной формой, так как под воздействием окислителей ион железа ( $\text{Fe}^{+2}$ ) переходит в трёхвалентное состояние ( $\text{Fe}^{+3}$ ). Проведённые анализы на раздельное содержание в пробах серной кислоты ( $\text{Fe}^{+2}$ ) и ( $\text{Fe}^{+3}$ ) во всех технологических циклах сернокислотной системы показали практическое отсутствие двухвалентной формы железа ( $\text{Fe}^{+2}$ ). Сульфат двухвалентного железа может окисляться до трёхвалентного с помощью растворённого в серной кислоте кислорода, но, как показали лабораторные эксперименты, этот процесс идет очень медленно в связи с низким содержанием кислорода в серной кислоте.

Процесс окисления сульфата двухвалентного железа при его взаимодействии с растворёнными в серной кислоте оксидами азота происходит более активно. Визуально, при помещении стальной пластинки в серную кислоту, содержащую оксиды азота, в зоне контакта практически сразу возникает окрашивание серной кислоты в розово-красный цвет и образование взвеси светло-серого цвета, определяемое химическим анализом как сульфат трёхвалентного железа.

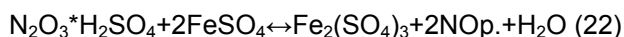
Известно, что при растворении оксидов азота в серной кислоте происходит ряд химических превращений с образованием так называемых



## Образование и распределение оксидов азота в производстве серной кислоты контактным методом из различного сырья и их влияние на коррозионную активность серной кислоты и её качество

нитрозильных соединений типа ( $\text{HSNO}_5$ ), в которых атом азота находится в трёхвалентной форме ( $\text{N}^{+3}$ ). Упрощённая формула оксидов азота, содержащихся в серной кислоте, может быть представлена в следующем виде: ( $\text{N}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{SO}_4$ ).

Триоксид азота ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ) взаимодействует с сульфатом двухвалентного железа, переводя его в трёхвалентную форму, и сам восстанавливается до монооксида азота по следующему уравнению:



Сульфат трёхвалентного железа медленно осаждается в серной кислоте в виде осадка светло-серого цвета.

Монооксид азота при температурах серной кислоты ниже  $50^\circ\text{C}$  образует окрашенный комплекс с сульфатом двухвалентного железа.



При разрушении комплекса монооксид азота ( $\text{NO}$ ) выделяется из серной кислоты в надслоевое пространство сборников и хранилищ серной кислоты. Освободившийся сульфат двухвалентного железа далее подвергается окислению до трёхвалентного состояния присутствующими в серной кислоте оксидами азота. Таким образом, двухвалентный ион железа является промежуточной формой процесса химической коррозии металла серной кислотой. В конечном итоге он переходит в трёхвалентное состояние.

В результате происходит самопроизвольная активная "денитрация" серной кислоты.

Этот процесс был впервые отмечен на одном из сернокислотных производств, выпускающим часть продукции в виде аккумуляторной серной кислоты. Там было замечено, что после останова аккумуляторной установки по разным техническим причинам содержание оксидов азота в кислоте уменьшается. Также замечено, что после перекачки серной кислоты по металлическим трубопроводам на склад в ней также обнаруживается меньше оксидов азота, чем при её выводе непосредственно из технологического цикла. Одновременно с этим увеличивается количество растворённого в ней диоксида серы.

С учётом вышеизложенного, можно представить следующий механизм влияния оксидов азота на коррозионную активность серной кислоты:

- поверхность металла оборудования сернокислотной системы, находящегося в контакте с серной кислотой, в которой отсутствуют окислители, покрывается прочной пленкой из оксидов и сульфата железа, которая затрудняет дальнейший контакт серной кислоты с металлом и тем самым "пассивирует" коррозионный процесс.

Если в серной кислоте присутствует триоксид азота ( $\text{N}_2\text{O}_3$ ), то, являясь окислителем, он вступает в реакцию с двухвалентным ионом железа ( $\text{Fe}^{+2}$ ) на поверхности металла, разрушает "пассивирующую" плёнку, активизируя тем самым дальнейший процесс химической коррозии металла.

В результате, "пассивирующая" плёнка будет разрушаться до тех пор, пока основная часть  $\text{N}_2\text{O}_3$  не восстановится до  $\text{NO}$  и не выделится в надслоевое пространство циркуляционных сборников или другого емкостного оборудования по причине очень низкой её растворимости в серной кислоте.

Лабораторными испытаниями по коррозии металла в серной кислоте, не содержащей оксиды азота, после 100 часов выдержки установлено, что ней содержится железо в виде  $\text{Fe}^{+2}$  и  $\text{Fe}^{+3}$  в соотношении 10:1. В процессе проведения коррозионных испытаний серной кислоты, содержащей различные количества оксидов азота, проводился отдельный анализ содержания  $\text{Fe}^{+2}$  и  $\text{Fe}^{+3}$  в серной кислоте.

Данные представлены в таблице № 2.

Таблица № 2

$\text{C}_{\text{N}_2\text{O}_3}$ в $\text{H}_2\text{SO}_4$ , % мас.	0,0005	0,001	0,005	0,05	0,4
$\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}^{+3}$	1:25	1:25	1:25	1:100	1:200

Здесь видно, что уже после 1 часа выдержки соотношение  $\text{Fe}^{+2}/\text{Fe}^{+3}$  меняется в сторону увеличения содержания в серной кислоте трёхвалентного железа. Эти данные свидетельствуют о том, что оксиды азота активно разрушают защитную плёнку на поверхности металла, переводя сульфат двухвалентного железа в трёхвалентный, активизируя тем самым процесс химической коррозии. Особенно активно этот процесс начинает протекать при превышении концентрации оксидов азота в серной кислоте более 0,005% масс.

По результатам испытаний также констатировано, что содержание оксидов азота в серной кислоте до 0,005% практически не влияет на коррозионную активность серной кислоты. Видимо, при таких достаточно низких концентрациях оксидов азота в серной кислоте процесс окисления сульфата двухвалентного железа протекает достаточно медленно. Исследованиями также установлено, что повышение концентрации оксидов азота в серной кислоте до 0,04% приводит к увеличению скорости коррозии примерно в два раза.

Самопроизвольная "денитрация" серной кислоты является причиной возникающего деба-

## Образование и распределение оксидов азота в производстве серной кислоты контактным методом из различного сырья и их влияние на коррозионную активность серной кислоты и её качество

ланса распределения оксидов азота между газовой и жидкой фазами в сернокислотных системах. В этом случае значительная часть оксидов азота, содержащихся в серной кислоте, при взаимодействии с сульфатом двухвалентного железа (продуктом химической коррозии металла) восстанавливается до монооксида азота (NO), который выделяется в надслоевое пространство сборников и хранилищ и, таким образом, не учитывается при расчёте баланса.

### Реагентные способы снижения содержания оксидов азота в продукционной серной кислоте

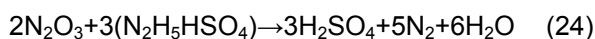
Для повышения сортности продукционной серной кислоты можно удалять из неё окислы азота обработкой подходящим реагентом.

В качестве восстановителей оксидов азота можно использовать сульфаминовую кислоту  $\text{NH}_2\text{HSO}_3$ , сульфамат аммония  $[\text{NH}_4\text{SO}_3\text{NH}_2]$ , мочевины  $[(\text{CONH}_2)_2]$ .

Известен ещё ряд других реагентов, однако их использование приводит к большим затратам и усложнению схемы.

Наиболее эффективным реагентом для денитрации серной кислоты является гидразинсульфат ( $\text{N}_2\text{H}_5\text{HSO}_4$ ).

Стехиометрический расход гидразинсульфата для денитрации продукционной серной кислоты определяется по следующей суммарной реакции:



Стехиометрическое мольное отношение  $\text{N}_2\text{O}_3 : \text{N}_2\text{H}_5\text{HSO}_4 - 1:1,5$ .

По реакции (24) газообразным продуктом является только азот, который выделяется в газовую фазу. Образующиеся в результате реакции серная кислота и вода остаются в серной кислоте.

С целью уточнения расхода гидразинсульфата для реагентной обработки серной кислоты, содержащей окислы азота, проведена серия лабораторных испытаний. В испытаниях использовался порошкообразный реагент - гидразинсульфат, который в определённых количествах засыпался в стаканы, содержащие одинаковые пробы серной кислоты.

Для этой цели в пять стаканов помещались одинаковые по содержанию оксидов азота пробы серной кислоты в количестве по 50 мл в каждый. В исследования использовалась 93,0%-ная серная кислота с концентрацией оксидов азота - 0,106% мас.  $\text{N}_2\text{O}_3$

Расчётное по реакции (24) стехиометрическое количество гидразинсульфата, необходи-

мое для полного удаления оксидов азота из каждой пробы серной кислоты составило - 0,242 г.

Для уточнения требуемого минимального расхода реагента с целью достижения нужного эффекта, в стаканы с пробами засыпался реагент в количествах, представленных в таблице № 3.

Таблица № 3

№ пробы	I	II	III	IV	V
Расход $\text{N}_2\text{H}_5\text{HSO}_4$ , г	0,10	0,20	0,25	0,30	0,35

Учитывая плохую растворимость порошкообразного гидразинсульфата в концентрированных растворах серной кислоты, пробы, после введения в них реагента, выдерживались в течение 24 часов, после чего в них помещались железные пластинки. После 2-х суточной выдержки все пробы окрасились в красный или розово-красный цвет с различной интенсивностью, снижающейся от пробы к пробе по мере увеличения расхода реагента.

Далее, в стакан с пробой III, обработанной стехиометрическим количеством гидразинсульфата, производилось периодическое добавление небольших порций реагента до достижения исчезновения окраски пробы.

В результате установлено, что нужный эффект достигается при обработке пробы серной кислоты количеством гидразинсульфата, равным полуторакратному избытку по отношению к его стехиометрическому количеству.

### Заключение

В заключение следует подчеркнуть, что основным направлением снижения содержания оксидов азота в серной кислоте должно быть рациональное оформление процесса сжигания серосодержащего сырья, поскольку окислы азота в виде NO образуются только на этой стадии. Чем меньше монооксида азота (NO) будет получено на стадии сжигания, тем меньше оксидов азота будет содержаться в серной кислоте.

Возможны и другие способы снижения содержания оксидов азота в товарной серной кислоте, например, путём рационального оформления кислотных потоков в сушильно-абсорбционном отделении. Однако потребуются отдельный вывод части серной кислоты с большим содержанием оксидов азота, например, из цикла конечного абсорбера в системах на сере по короткой схеме ДК-ДА.

Реагентную обработку серной кислоты можно проводить только тогда, когда исчерпаны все возможности по снижению содержания оксидов

## Образование и распределение оксидов азота в производстве серной кислоты контактным методом из различного сырья и их влияние на коррозионную активность серной кислоты и её качество

азота путём рационального оформления процессов на стадиях сжигания серосодержащего сырья и каталитического окисления диоксида серы.

### Литература

1. Я.Б. Зельдович, П.Я. Садовников, Д.А. Франк-Каменецкий, "Окисление азота при горении", Изд. АН СССР, 1947 г.
2. Я.Э. Хувес, Ю.В. Филатов, Б.Т. Васильев, А.Г. Воротников, В.С. Сущёв, "Загрязнение контактной серной кислоты окислами азота"- Хим. пром., №2, 1980, с. 20-23.
3. Сигал И.Я. и др. "Теплоэнергетика", 1971, № 4, с.57.
4. Зизюкина Р.С. Диссертация, ИГИ. Москва, 1978.
5. Сигал И.Я. «Образование оксидов азота в процессах горения и снижения выброса их в атмосферу», в сб. науч. Трудов института Газа АН УССР – Киев: Наукова Думка, 1979, с. 3-7.
6. Сигал И.Я. Оксиды азота в продуктах сгорания топлив и атмосферном воздухе. Хим. технология, №5, 1985, с 54.
7. Найденов Г.Ф. «Горелочные устройства и защита атмосферы от окислов азота» - Киев: Техника, 1979, с. 95.
8. М. J. Bodenstein,- О скорости окисления NO, Хим. реф. журн, 1935, № 8, с. 806;
9. Н. Abel, J. Proisl,- Равновесие между NO, NO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Z. Elektrochim, 1929, с. 712.
10. С. Бесков. Графический расчёт скорости окисления NO, Химстрой, 1934, № 2, с. 15.
11. И.Н. Кузьминых, Производство серной кислоты, ОНТИ, Гл. ред. хим. литературы, М., 1937, с.250-258.
12. Апахов И.А., Булычева Л.И., Щелкунова А.В., Ершов К.Н. и др. Хим. пром., 1966, № 9, с 648.
13. Апахов И.А., Калязин В.С., Парылис Э.Я. и др. Хим. пром., 1965, № 10, с 745.
14. Manchot Y., Schmidt H. - Berichte der deutsche Chem. geleshaft. 1929, Bd. 62, № 5, s. 1261.
15. Лобова М.В. Дисс. на соиск. степени КТН. Взаимодействие азотной кислоты с сернистым газом, НИУИФ, 1974 г.).
16. В.И. Атрощенко, С.И. Каргин Технология азотной кислоты, М., Химия, 1970, с.99.
17. Н.П.Курин, И.О. Блох ЖПХ, 1938, т.11, вып. 5, с. 734.

## СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОИЗВОДСТВА И ПОТРЕБЛЕНИЯ СЕРЫ В МИРЕ

**В** 2006 г. потребление элементной серы составило 47,7 млн.т, а её производство 47,9 млн.т. Было отмечено небольшое увеличение спроса на элементную серу, которая используется для производства фосфорсодержащих удобрений. Спрос на серу в индустриальном секторе продолжал оставаться на стабильном уровне. Темпы роста мировых поставок серы превысили спрос и вызвали небольшой дефицит по сравнению с 2005 г.

Мировое производство серы выросло на 1,5% по сравнению с 2005 г. Мировые рыночные условия были относительно сбалансированы, но на протяжении последующих трёх лет для удовлетворения спроса изымалась из запасов сера. Был отмечен большой экспорт серы из Казахстана и Саудовской Аравии, что привело к сдвигу характера мировой торговли серой.

В 2006 г. мировая торговля элементной серой увеличилась на 2% и достигла 28 млн.т. Основными экспортёрами были следующие страны: Канада, Россия, Саудовская Аравия и несколько других стран в Западной Азии, Япония и Казахстан. Основными импортёрами были: Китай, Марокко, США, Индия, Бразилия и Тунис. Импорт серы в эти шесть основных стран - потребителей вырос на 3,5% и достиг 19,7 млн.т.

Китай в 2006 г. был основным мировым импортёром серы. Его импорт возрос на 5,6% по сравнению с 2005 г. Увеличение спроса на серу объясняется, главным образом, ростом производства высококонцентрированных удобрений.

В 2006 г. резко упал спрос на серу в США после остановок мощностей по производству фосфорной кислоты. Импорт из Канады, Мексики и Венесуэлы увеличился до 3,1 млн.т.

Импортные поставки серы в Индию в целом составили 1,8 млн.т в основном из Западной Азии.

Основными поставщиками серы в Африку были Россия, Казахстан и Западная Азия.

Бразильский импорт серы оставался стабильным, несмотря на увеличение производства серной кислоты. Сера поступала из Канады, США, Венесуэлы и Саудовской Аравии.

Австралия и Новая Зеландия импортировали серу из Канады.

### Мировые поставки серы

Согласно прогнозам, за период с 2006 по 2011 гг. мировое производство элементарной серы возрастёт на одну треть по сравнению с 2006 г. или на 16,2 млн.т и достигнет 64,0 млн.т.

### Основные поставщики серы

#### Канада

Канада продолжает оставаться крупнейшим мировым поставщиком серы. Производство серы, в основном, из природного газа, нефтяных песков и сырой нефти в 2006 г. составило 8,0 млн.т, что меньше, чем в 2005 г.

В течение прогнозируемого периода к 2011 г. производство серы из природного газа будет постепенно снижаться до 5,3 млн.т в результате истощения месторождений природного газа. Не ожидается значительного производства серы из дополнительных газовых месторождений.

В 2006 г. производство серы из нефти осталось на уровне 0,5 млн.т.

Как полагают специалисты, основное увеличение производства серы произойдёт в результате разработки нефтяных песков в провинции северная Альберта. По прогнозам, к 2011 г. производство элементарной серы из нефтяных песков составит 3,5 млн.т. Также ожидается существенное увеличение производства серы после 2011 г. В 2011 г. производство серы в Канаде достигнет 9,5 млн.т.

#### Латинская Америка

Согласно прогнозам, производство серы в Латинской Америке увеличится с 2,4 в 2006 г. до 3 млн.т в 2011 г. Фактически это произойдёт за счёт Мексики.

Производство элементарной серы в **Мексике** в 2006 г. возросло до 1,1 млн.т в результате десульфуризации нефти на нефтеперерабатывающих установках. Прогнозируется, что мексиканское производство серы в 2011 г. достигнет 1,3 млн.т.

**В Венесуэле** было произведено 950 тыс.т серы, из которых почти 600 тыс.т было получено путем переработки сырой нефти.

#### Западная Азия (Ближний Восток)

В этом регионе мира в 2006 г. было произведено около 8,0 млн.т серы, что на 3% больше, чем в 2005 г. Доля этого региона составила 17% от всего мирового производства серы. В течение следующих пяти лет здесь будут сосредоточены более одной трети новых производств. Производство серы в Западной Азии увеличится более чем на 5,7 млн.т и достигнет 13,7 млн.т в 2011 г. в результате разработки газовых и нефтяных месторождений в Абу Даби, Иране, Кувейте, Катаре и Саудовской Аравии.

**В Абу Даби** производство серы в 2006 г. достигло 2,0 млн.т. Производство прогнозируется на уровне 2,4 млн.т в 2008 г. после ввода в эксплуатацию нового газоперерабатывающего завода в Sharjah. В ближайшем будущем ожидается увеличение производства серы на 60%, что составит 3,3 млн.т в 2011 г.

**В Иране** в 2006 г., по оценкам экспертов, было произведено серы 1,5 млн.т. В 2007 г. эта цифра возрастёт до 1,7 млн.т. Согласно прогнозам, общее производство серы в Иране в 2011 г. достигнет 2,0 млн.т.

**В Катаре** в 2006 г. производство серы составило 450 тыс.т. В 2007 г. будет произведено 600 тыс.т серы после пуска мощностей в Qatargas и Qqrcs. К 2011 г. Катар станет одним из крупнейших мировых экспортёров твёрдой серы. Ожидается, что в 2011 г. производство серы в Катаре возрастёт в шесть раз и достигнет 2,6 млн.т. Это произойдёт в результате ввода в эксплуатацию нескольких проектов по переработке природного газа, внедрению технологий переработки газа в синтетическое топливо и экспорта природного газа.

**В Саудовской Аравии** производство серы в 2006 г. остановилось на отметке 3 млн.т. По прогнозам, в 2007 г. производство составит 3,2 млн.т.

В других странах Западной Азии несколько мощностей выпустят дополнительные объёмы серы в течение прогнозируемого периода. К ним относятся нефтеперерабатывающий завод в Бахрейне, завершение строительства новой газоперерабатывающей установки в Ливии и строительство нового нефтеперерабатывающего завода в Кувейте.

#### Восточная Европа и Центральная Азия

В 2006 г. немного увеличилось производство серы и составило 8,6 млн.т, из которых 7,9 млн.т серы было получено путём переработки природного газа. Производство серы в России и Казахстане составило 6,3 и 1,7 млн.т, соответ-

ственно. За прогнозируемый период времени производство серы в этом регионе увеличится на 1,5 млн.т и составит 10 млн.т в 2011 г. Такой рост производства не превысил цифру в 2,7 млн.т по прогнозу в мае 2006 г. Это связано с изменением сроков пуска завода в Кашагане, Казахстан, и с расширением мощностей в Оренбурге.

**В России** производство серы увеличится на 0,3 млн.т и достигнет 6,6 млн.т в 2011 г. Увеличению выпуска серы будет способствовать работа нефтеперерабатывающих заводов и комбината Норильский никель. Ожидается, что в долгосрочный период времени произойдёт расширение мощностей на Оренбургском заводе в результате дополнительных поставок сырья с месторождения Карачаганак на северо-западе Казахстана.

**В Казахстане** компания Тенгизшевроил собирается увеличить производство серы на 50% за счёт реализации Проекта второго поколения в конце 2007 г. Производство серы к середине 2007 г. увеличится на 0,9 млн.т. По оценкам экспертов, общее производство серы за период с 2009 по 2011 гг. составит 2,5 млн.т в год. Второй новый источник производства серы относится к проекту компании AGIP-KCO в Кашагане. Этот проект будет введён в эксплуатацию не ранее 2010 г.

Казахстан в 2006 г. экспортировал 1,6 млн.т серы. Дополнительные формовочные мощности в сочетании с имеющимися мощностями по производству жидкой, дробленой, чешуйчатой и гранулированной серы и завершение строительства нового терминала на Чёрном море позволит компании Тенгизшевроил в ближайшее время расширить свои экспортные возможности в объёме, превышающем 4,0 млн.т.

#### **Западная и Центральная Европа**

В 2006 г. производство серы в Европе составило 4,8 млн.т. Прогнозируется, что уровень производства останется на стабильном уровне в 5 млн.т. Основной источник получения серы - это нефтепереработка, которая даст 74% к общему производству серы в 2011 г. Производство серы на нефтеперерабатывающих предприятиях возрастёт в связи с усилением норм ЕС по содержанию серы в топливе. Извлечение серы из нефти увеличится на 17% и составит 3,7 млн.т в 2011 г. Основной рост производства серы ожидается во Франции, Германии, Испании и Великобритании. Производство газовой серы снизилось во Франции в результате истощения запасов природного газа в Lacq, что может вызвать полную остановку производства серы в 2011 г.

**Польша** остаётся единственной страной, где работают шахты по добыче серы методом Фра-

ша. В ближайшее время не ожидается изменений в объёмах производимой серы (0,8 млн.т в год).

#### **Основные импортёры и регионы**

В 2006 г. мировая торговля элементарной серой достигла 28 млн.т. В уменьшающемся порядке основными импортёрами были следующие страны: Китай (30% от всего импорта), Марокко (13%), США (11%), Тунис (7%), Индия (6%) и Бразилия (6%).

#### **Китай**

В 2006 г. Китай был самым крупным мировым экспортёром серы. Он импортировал 8,6 млн.т, что на 5,6% больше, чем в 2005 г. Основными поставщиками были Канада, Япония, ОАЭ и Саудовская Аравия.

Доля поставок с Ближнего Востока увеличилась за последние два года и составила одну треть от всего импорта.

Повышение спроса на серу в Китае вызвано устойчивым ростом внутреннего производства высококонцентрированных фосфорсодержащих удобрений и низким уровнем внутреннего производства серы. С 2000 г. производство МАФ/ДАФ выросло в 4 раза, а импорт серы в 3 раза. Потребление серы, по оценкам экспертов, в 2006 г. составило 9,6 млн.т. Тенденция увеличения производства удобрений сохранится на протяжении следующих пяти лет. К 2011 г. потребности Китая в сере возрастут более чем на 3 млн.т и составят 13,5 млн.т с потенциалом роста до 15 млн.т, если обжиг пиритов будет постепенно заменяться обжигом серы.

В 2006 г. производство серы в Китае составило почти 1 млн.т, которую, в основном получали из сырой нефти. По прогнозам, в 2011 г. производство серы должно достигнуть 4,5 млн.т. Производство серы из нефти удвоится и составит 2 млн.т в 2011 г. Источником дополнительного производства станут недавно построенные нефтеперерабатывающие заводы по переработке импортной нефти, которые начнут работать с 2008 г.

Производство газовой серы увеличится в четыре раза и достигнет 2,5 млн.т в 2011 г.

Принимая во внимание устойчивый спрос на серу и её внутреннее производство в Китае в будущем, импорт, вероятно, возрастёт и может превысить 11 млн.т в 2011 г.

#### **Африка и Западная Азия**

Импортные поставки в Африку достигли 6,7 млн.т и, в основном, в Марокко, Тунис, ЮАР, Египет и Сенегал. Основные поставщики: Россия, Саудовская Аравия, Канада, Абу Даби,

Польша. Производство серы в Африке останется на статическом уровне в 50 тыс.т.

В Западной Азии импорт серы в 2006 г. составил 1,8 млн.т, в основном, в Иорданию и Израиль. Увеличение спроса на серу ожидается в Саудовской Аравии в связи с реализацией проекта Ma'aden по производству фосфатной продукции.

### США

Общее потребление серы в 2006 г. составило 10 млн.т. Ожидается, что в течение прогнозируемого периода времени потребление серы останется на стабильном уровне в 10-15 млн.т. По прогнозам, потребление серы и серной кислоты в секторе производства удобрений немного возрастёт, в промышленном секторе может увеличиться в целом на 5%.

Производство серы в 2006 г. снизилось до 8,4 млн.т. В течение пяти следующих лет общее производство серы будет постепенно расти и достигнет в 2011 г. 9,7 млн.т. Увеличение производства серы произойдёт благодаря расширению имеющихся нефтеперерабатывающих мощностей.

### Латинская Америка

В 2006 г. этот регион импортировал 2,2 млн.т серы, в основном, на производство фосфорсодержащих удобрений и технической фосфорной кислоты.

**Бразилия** остается крупнейшим потребителем и импортёром серы в Латинской Америке. Её доля составляет 75% от общего импорта серы в этот регион. С учётом ввода в строй новых установок по производству фосфорсодержащих удобрений импортные поставки могут превысить 2 млн.т. К 2011 г. потребление серы в Бразилии может превысить 3 млн.т, из которых 2,5 млн.т будут импортными.

**В Аргентине** в 2006 г. увеличился спрос на серу после пуска новой установки мощностью 240 тыс.т по производству простого суперфосфата.

**В Индии** спрос на серу в 2006 г. оставался стабильным. Внутреннее производство фосфорсодержащих удобрений возросло на 15% по сравнению с 2005 г. Доля внутреннего производства в сравнении с общими поставками фосфорной кислоты выросла на 40% в 2006 г. в результате реактивации завода компании IFFCO в Парадип (Paradeep). Увеличение внутреннего производства фосфорной кислоты сопровождалось импортными поставками серной кислоты и элементарной серы, которые в 2006 г. составили 2 млн.т. В следующие пять лет, согласно прогнозам, индийские мощности по производству фосфорной кислоты будут производить около 1,9 млн.т  $P_2O_5$ .

Производство элементарной серы на нефтеперерабатывающих заводах удвоится в результате ввода в строй новой установки в Бхавнагаре. Общее производство серы в Индии возрастёт с 0,8 млн.т в 2006 г. до 1,7 млн.т в 2011 г. Предполагая, что уровень загрузки мощностей в секторе производства удобрений будет оптимальным, импорт серы в 2011 г. останется стабильным на уровне около 1,8- 2,0 млн.т.

### Океания

Импорт серы в **Австралию и Новую Зеландию** в 2006 г. составил 700 тыс.т, в основном, канадского происхождения. Основные объёмы импортной серы используются в сернокислотном производстве.

**В Океании** промышленность по выпуску удобрений использует около 2,5 млн.т серной кислоты для производства простого суперфосфата и фосфатов аммония. К 2011 г. импорт в Океанию достигнет около 2,5 млн.т.

### Мировое производство серы

Согласно прогнозам, за период с 2006 по 2011 гг. мировое производство элементарной серы достигнет 64 млн.т. Годовые темпы роста составят 6,4% - самые высокие с середины 1980-х годов.

### Мировой спрос на серу

Мировое потребление элементарной серы будет расти при годовых темпах прироста на уровне 6,4% с 2006 г. по 2011 г. и к 2011 г. достигнет 59,2 млн.т. Такой рост будет возможен в результате повышенного потребления серной кислоты в производстве удобрений на основе фосфорной кислоты и её возрастающего использования для разложения руды. Прогнозируется, что совокупные годовые темпы роста потребления серы и серной кислоты для производства удобрений в 2011 г. достигнут 3,3%, что составит около 123 млн.т.

### Мировой баланс спроса и предложения серы

С 2007 по 2011 гг. произойдёт небольшое увеличение мирового баланса спроса и предложения серы и к 2011 г. быстро превысит уровень в 4,8 млн.т. В течение 2007 и 2008 гг. баланс будет ограниченным, однако в 2009 г. и 2011 г. положение улучшится. Мировой годовой прирост элементарной серы будет расти с 0,6 млн.т в 2008 г. до 4,8 млн. в 2011 г.

Если за прогнозируемый период времени обжиг пирита в Китае будет заменён сжиганием серы, тогда в ближайшем будущем произойдёт ужесточение баланса спроса и предложения по причине увеличения спроса, что приведёт к сокращению имеющегося избытка приблизительно

до 3 млн.т в 2011 г., что равняется 5% мировых поставок.

**Перспективы мировой торговли элементарной серой.**

С учётом того, что основные страны-экспортеры будут наращивать производство серы в течение 2006-2011 гг., мировой экспорт серы, по прогнозам, возрастет на 8 млн.т по сравнению с уровнем торговли 2006 г. и достигнет 28 млн.т.

Доля производства серы в Западной Азии составит 2/3 от этого роста. С 2006 г. по 2011 г. в Западной Азии будет дополнительно произведено около 4,5 млн.т серы на экспорт.

В 2011 г. потенциальные тоннажи серы для экспорта из Западной Азии могут превысить 12 млн.т. Экспорт серы из стран СНГ и, особенно, из Казахстана возрастет с 5,5 в 2007 г. до 7 млн.т в 2011 г. Канада останется крупнейшим мировым экспортёром, поставки которой в 2011

г. приблизятся к 9 млн.т. Более 1,5 млн.т серы уйдёт на экспорт из США.

В ближайшем будущем не ожидается повышения спроса на импорт серы такими же темпами по сравнению с её экспортом. По прогнозам, стабильный рост на импортную серу будет происходить в Китае, Латинской Америке, Океании и Северной Африке в ожидании увеличения потребления серы в секторах производства удобрений и не удобрений.

Многие страны-импортёры будут расширять своё внутреннее производство серы. Такая тенденция прослеживается в США, Китае, Индии, Тунисе, Марокко и Океании. В этих странах совокупный спрос на импортную серу в 2011 г. приблизится к отметке 28 млн. т. по сравнению с 21,6 млн. т. в 2006 г.

*(Источник: По материалам 75 Международной конференции IFA, Стамбул, 2007 г.)*

## МИРОВОЙ БАЛАНС СПРОСА-ПРЕДЛОЖЕНИЯ ХЛОРИСТОГО КАЛИЯ

**М**ировой баланс спроса-предложения хлористого калия в 2006 г. обострился в результате повышенного спроса на фоне неожиданного сокращения поставок в четвертом квартале. Оживление экспорта хлористого калия в 2005 г. привело к массивному использованию переходящих инвентарных запасов в Китае и Индии, что способствовало отсрочке подписания контрактов на 2006 г. до конца июля 2006 г. Задержки импортных поставок в первой половине 2006 г. вызвали временные остановки производств в нескольких странах-экспортёрах. По мере укрепления спроса во второй половине этого года происходило ограничение поставок в цепочке распределения хлористого калия, в результате чего увеличился спрос на импорт в четвертом квартале 2006 г. В Китае и Индии потребление хлористого калия как удобрения оставалось на относительно стабильном уровне и слегка улучшилось в Бразилии. В США и Западной Европе были отмечены вялые продажи в течение первой половины 2006 г.

Мировое производство хлористого калия снизилось на 10% до 48,8 млн.т. Основными производителями хлористого калия были: Канада, Россия, Беларусь и Германия, чья доля со-

ставляла 76% от мирового производства.росло производство хлористого калия в Бразилии и Китае для внутренних рынков. В большинстве странах-экспортёрах был отмечен спад производства и продаж, особенно в Беларуси, Канаде и России. Мировые средние темпы производства в 2006 г. составили 76% по сравнению с 85% в 2005 г.

В 2006 г. мировой спрос на хлористый калий оставался стабильным. Согласно статистическим данным ИФА, мировое производство хлористого калия в 2006 г. превысило поставки, что вызвало небольшое накопление запасов у некоторых экспортёрах на конец года. Мировые поставки хлористого калия снизились на 7% до 48,6% млн.т.

Доля внутренних продаж составила 21% от суммарных поставок. Поставки хлористого калия отличались стабильностью на уровне 10,1 млн.т при большой реализации объёмов продукции в Китае, России и Бразилии, компенсируя снижение продаж в Западной Европе и Северной Америке. По подсчётам ИФА, мировой экспорт хлористого калия в 2006 г. составил 38,5 млн.т, что на 8% меньше, чем в 2005 г. Тем не менее, основное уменьшение экспорта пришлось на первую половину 2006 г.

Существенное сокращение импорта было зарегистрировано в Китае, США и Западной Европе, в то время как импортные поставки в Бразилию немного выросли. Суммарный импорт в эти пять регионов мира, доля импорта которых составляла 72% от мирового, снизился на 12% по сравнению с 2005 г. Слегка возросли импортные поставки в ЮАР и некоторые страны Латинской Америки.

Что касается производства, то следует сказать, что немного дополнительных мощностей было введено в эксплуатацию, в основном, это произошло в Канаде и Китае. В конце 2006 г. мировой рынок хлористого калия ощутил внезапные недопоставки продукции после затопления одной российской шахты в Березняках.

### Мировое производство хлористого калия

Мировое производство хлористого калия, по прогнозам, должно увеличиться с 65,6 млн.т в 2006 г. до 76,3 млн.т в 2011 г. Дополнительный прирост производства на 10,7 млн.т будет иметь место в Канаде, России и Китае наряду с дополнительными объёмами в Иордании и Аргентине. Все дополнительно произведённые объёмы хлористого калия составят 16% по сравнению с 2006 г. Годовой прирост производства в среднем составит 2 млн.т хлористого калия до 2009 г. К 2010 г. основные дополнительные мощности будут работать в Аргентине. На региональном базисе большинство этих новых производств будет ориентировано на экспорт, за исключением Китая. Что касается производственной стороны, то основное количество дополнительных мощностей будет выпускать хлористый калий, особенно гранулированных сортов. Увеличение производства другой калийной продукции, в основном, будет происходить в Китае.

#### Северная Америка

В Канаде компании Mozaic и Agrium недавно расширили свои мощности и намерены наращивать темпы производства в течение 2010 -2012 гг. По прогнозам, суммарное производство хлористого калия в Канаде должно возрасти на 2,9 млн.т и достигнуть 25,1 млн.т в 2011 г.

В США компания «Intrepid Mining» продолжает работать над своим горнодобывающим проектом в Carlsbad и разрабатывает программу постепенного расширения других мощностей. Это позволит дополнительно произвести 0,2 млн.т хлористого калия с 2009 по 2010 г.

#### Страны СНГ

Главным событием, которое произошло в промышленности по производству хлористого калия в 2006 г., явилось затопление одной шахты российской компании «Уралкалий». Закрытие

одной шахты влияет на работу компании по добыче калийной руды, но имеется перерабатывающая установка мощностью 14 млн.т, которая будет перерабатывать калийную руду с других шахт. Прогнозируется, что к 2011 г. суммарное производство хлористого калия компанией «Уралкалий» достигнет 7,3 млн.т.

**В России** в течение 2006 г. компания «Сильвинит» показала высокие производственные темпы. Компания продолжает разработку своей программы «1-Мт», включая новую установку по производству гранулированного хлористого калия и строительству нового ствола шахты на второй шахте. «Сильвинит» планирует постепенное расширение производства с 2007 по 2009 г. и, согласно прогнозам, производство хлористого калия компанией достигнет 6 млн.т к 2009 г.

В республике **Беларусь** «Беларуськалий» строит две подземные шахты, чтобы заменить истощающуюся руду с работающих шахт, с которых она направляется на установки в Солигорск 1 и 2. В ближайшее время не предвидится существенных изменений в производстве. Производительность мощностей компании «Беларуськалий» сейчас составляет 5,5 млн.т  $K_2O$  или 9 млн.т хлористого калия.

#### Азия

В 2006 г. производство хлористого калия в Китае выросло на 8% по сравнению с 2005 г. По подсчётам производство составило около 2,6 млн.т на базе ассортимента калийных продуктов, таких как хлористый калий, основной сульфат калия и сульфат калия-магния ( $KMgSO_4$ ). В течение пяти лет несколько мелких производителей планируют расширение своих предприятий, а крупные производители введут в эксплуатацию два крупных проекта по выпуску сульфата калия (1,2 млн.т/год) и сульфата калия – магния (0,8 млн.т/год) в 2009/2010 г. Вероятно, что появятся новые предприятия по выпуску хлористого калия в течение двух следующих лет, принимая во внимание, что китайские власти продолжают стимулировать строительство новых мощностей, чтобы уменьшить зависимость Китая от импорта хлористого калия. По прогнозам, в 2011 г. его производство в Китае возрастёт до 3,6 млн.т.

#### Латинская Америка

Суммарное производство хлористого калия в Чили и Бразилии до 2011 г. останется на стабильном уровне в 1,6 млн.т.

Наиболее значимым событием станет разработка нового месторождения калийных руд в Аргентине в южной части провинции Мендоса (Mendoza). Запасы калийной руды достаточны, чтобы перерабатывать сильвинит высокого ка-



чества на протяжении многих десятилетий на мощностях производительностью 2,4 млн.т.

#### Другие регионы мира

Не ожидается строительства новых мощностей в Западной Европе.

**В Иордании** «Арабская калийная компания» продолжает работать над проектом производительностью 0,45 млн.т KCL, завершение которого намечено на конец 2008 г. В настоящее время изучается возможность расширения другого производства, которое будет давать дополнительно 0,5 млн. KCL.

#### Долгосрочные проекты

**В Канаде** несколько компаний занимаются геологической разведкой месторождений в провинциях Саскатчеван и Манитоба.

В республике **Конго** компания «MagMinerals» планирует построить и эксплуатировать мощностю по производству хлористого калия.

**В России** компания «Еврохим» начнёт разведывательные работы по экономической оценке Гремячинского калийного месторождения в Волгоградской области. Планируется начать строительство комбината по переработке калийных солей мощностью 2 млн.т в 2007 г. с вводом его в эксплуатацию после 2012 г.

**В Таиланде**, по информации компании APPC, не отмечено существенных изменений. APPC планировало начать разработку месторождений Udon South и Udon North и достичь производства на уровне 1 млн.т хлористого калия с последующим удвоением мощности на следующей стадии.

#### Мировой баланс спроса-предложения хлористого калия

Принимая во внимание производительность заводов и прогнозируемое производство, по оценкам ИФА, мировые поставки хлористого калия возрастут с 38,3 млн.т K<sub>2</sub>O в 2007 г. до 43,2 млн.т K<sub>2</sub>O в 2011 г., что равняется годовому приросту на 1,2 млн.т K<sub>2</sub>O или 3,2% в год. Согласно прогнозам Комитета ИФА по сельскому хозяйству, мировое потребление калийных удобрений существенно увеличится в течение следующих пяти лет. Мировое потребление калийных удобрений возрастёт с 28,2 млн.т K<sub>2</sub>O в 2007 г. до 31,9 млн.т K<sub>2</sub>O в 2011 г., что равняется совокупным темпам годового роста на уровне 3,1% по сравнению с 2007 г. Во всемирном масштабе, использование хлористого калия не как удобрения составит 1% в год и достигнет 3,2 млн.т K<sub>2</sub>O в 2011 г.

С учётом потерь, которые имеют место в дистрибьюторской сети, мировой спрос на хлористый калий оценивается порядка 32,4 млн.т в

2007 г. и 36,4 млн.т в 2011 г. Это равняется среднему приросту на 3% в год или 1 млн.т K<sub>2</sub>O.

#### Баланс спроса-предложения

По прогнозам ИФА, мировой баланс спроса-предложения станет более напряжённым в ближайшем будущем. Однако в среднесрочный период рост совокупного производства слегка превысит увеличение спроса. Согласно расчётам балансов спроса-предложения, с 2007 г. по 2011 г. будет иметь место снижение избытков с 6 млн.т K<sub>2</sub>O в 2006 г. до 5,1 млн.т в 2008 г. В течение этого периода, повышенный спрос поглотит произведённые объёмы на новых мощностях. По существу, чтобы удовлетворить растущий спрос на калийные удобрения, калийная промышленность должна будет производить около 1,7 млн.т KCl в год, что равносильно вводу в эксплуатацию по одной новой установке каждый год.

#### Мировые и региональные торговые балансы

На региональном уровне, по прогнозам специалистов, в 2007 г. ожидается увеличение спроса на импортный хлористый калий во всех странах-потребителях, особенно в США, Китае и Индии. Увеличится спрос на хлористый калий в Бразилии и в Юго-Восточной Азии.

В среднесрочный период времени следующие регионы продолжат испытывать дефицит хлористого калия: Восточная Азия, Южная Азия, Латинская Америка, Центральная Европа, Африка и Океания. Возрастет спрос в Индии и Китае, несмотря на ожидаемый рост внутреннего производства. С 2007 г. по 2011 г. импорт хлористого калия в эти две страны составит около 3 млн.т. Дефицит хлористого калия в Латинской Америке уменьшится к 2010 г. после пуска новых мощностей в Аргентине. По оценкам экспертов, несмотря на работу новых мощностей, дефицит хлористого калия в этом регионе мира сохранится и после 2012 г. Не ожидается существенных перемен в Африке и Азии.

За последние шесть лет мировая торговля хлористым калием росла приблизительно на 3% в год, что равняется дополнительному производству 1,3 млн.т/год. По прогнозам, не менее чем на 7 млн.т увеличится импорт хлористого калия в пять основных регионов мира.

Имеющиеся излишки хлористого калия у стран-экспортёров будут расти с 2007 г. по 2011 г. В странах СНГ (+2 млн.т), в Северной Америке (+ 1 млн.т) и Западной Азии (+0,5 млн.т). Не прогнозируется изменений в Западной Европе. Аргентина (+2,6 млн.т) станет шестым крупнейшим мировым экспортёром к 2011/12 гг.

*(Источник: По материалам 75 Международной конференции IFA, Стамбул, 2007 г.)*

# МИРОВОЕ СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО И СПРОС НА УДОБРЕНИЯ. МИРОВОЕ ПРОИЗВОДСТВО И ТОРГОВЛЯ УДОБРЕНИЯМИ в 2006-2007 г.

## Мировая экономика и ситуация в сельском хозяйстве

Несмотря на рост цен на нефть, мировая экономика в 2006 г. оставалась очень устойчивой, рост валового внутреннего продукта был на уровне 5,1%. По прогнозу Международного Валютного Фонда, в 2007 г. он снизится до 4,9%, в основном, из-за ожидающегося сокращения темпов роста в развитых странах. Полагают, что в развивающейся Азии экономический рост будет довольно бурным.

Погодные условия в 2006 г. в ряде ключевых аграрных стран были неблагоприятные. Имела место засуха в Австралии, в ряде стран Юго-Западной Азии и Латинской Америке.

Политика поддержки, направленная на развитие производства биотоплива, охватывает все большее число стран. По данным Международного Агентства по энергетике (IEA), в 2005 г. было выпущено 37 млрд. л биотоплива, что потребовало обработки 14 млн. га земли. Ясно, что эта тенденция сохранится. В США имеет место резкий рост производства этанола, где основным сырьем является кукуруза, и в 2006 г. они стали самым крупным мировым производителем этанола. Производство биотоплива резко выросло также в Бразилии, ЕС, Китае и Индии. При переработке зерновых на биотопливо или биодизельное топливо образуется большое количество побочных продуктов, которые содержат азот, фосфор и калий. Значительная доля этих побочных продуктов возвращается в сельское хозяйство, что в некоторой степени способствует удовлетворению потребности в удобрениях. Это частично верно для фосфора и калия, но в процессе переработки имеют место большие потери азота.

Не ожидается, что переговоры в рамках Доха-рунда и переговоры о вступлении России и Украины в ВТО прямо повлияют на ситуацию в 2007 г. Однако продолжающаяся стагнация или неудачи в переговорах Доха-рунда могли бы вполне привести к отсрочке проведения в жизнь реформ, касающихся национальной аграрной политики или сделать ее менее амбициозной, к

распространению двусторонних торговых соглашений и к увеличению числа спорных процедур урегулирования в ВТО. Расширение ЕС за счет вступления в него Болгарии и Румынии с 1 января 2007 г. положительно сказались бы на ситуации в аграрном секторе этих двух стран.

### Ситуация в сельском хозяйстве

Условия на сельскохозяйственном рынке во 2 половине 2006 г. улучшились. Предполагается, что мировое производство зерновых в 2006 г. снова снизится после рекордно урожайного 2004 г., но все-таки, по данным FAO, оно составит около 2 млрд.т. Производство низкосортных зерновых и пшеницы сокращается, в то время как урожайность риса постоянно увеличивается.

При этом мировой спрос на зерно растет, особенно в связи с восстановлением уровня мирового производства мяса и роста выпуска этанола в США.

В результате, мировые запасы зерновых сократились до самого низкого уровня за последние два десятилетия. По прогнозам, в 2006/07 г. соотношение объема запасов к объему использования зерна составит лишь 12%, при этом запасы кукурузы в США снизятся более чем на 50%. Запасы зерновых в Китае стабилизировались, по крайней мере, временно, после многих лет очень резкого сокращения. Запасы у "основных экспортеров", по прогнозу, значительно уменьшатся из-за низкой урожайности в Австралии и значительного спроса в США.

Как следствие, мировые цены на зерно – высокие. Производство масличных, сахара и хлопка растет благодаря увеличивающемуся на них спросу, но их запасы относительно велики, что и удерживает цены на умеренном уровне.

## Мировой спрос на удобрения

Мировое потребление удобрений в 2005/06 г. составило 153,1 млн.т питательных веществ. Спрос на N вырос, а потребление P и K сократилось. В разных странах наблюдались различные тенденции. Там, где существуют дотации на удобрения, имел место рост потребления, что "смягчало" влияние высоких цен на удобрения и

низких цен на сельскохозяйственную продукцию. В Южной Азии наблюдались высокие темпы роста потребления (7,5%). Рост в Восточной Азии составил 4,5%, в Западной Азии и Северо-Восточной Африке – по 4,0%. В то же время в Океании произошло сокращение спроса на 8,2%, в Африке – на 8,0%, в Латинской Америке и Карибском бассейне – на 7,4%, в Северной Америке – на 7,0% и в Западной Европе – на 6,8%.

Ожидается, что в 2006/07 г., когда цены на зерновые превысят уровень цен 2004 г., спрос на удобрения возрастет. По прогнозам, мировое потребление достигнет 160,0 млн.т, т.е. увеличится на 4,5%. Спрос на Р растет быстрее (5,0%), чем на К (4,7%) и N (4,2%). В таком благоприятном контексте ожидается рост потребления удобрений во всех регионах, за исключением Северо-Восточной Азии (-7,9%) и Океании (-6,7%). Самый относительно высокий рост предполагается в Северной Америке (8,4%) и Южной Азии (8,0%). Потребление в Восточной Азии вырастет на 4,3%.

Прогнозы на 2007/08 г. указывают на снижение темпов роста спроса на удобрения. Мировое потребление, по оценкам, увеличится на 3%, до 164,7 млн.т, в том числе, К – на 4,1%, Р – на 3,3% и N – на 2,6%. И вновь самый высокий рост будет иметь место в Южной Азии и Восточной Азии. На эти два региона в период с 2005 г. по 2007 г. пришлось почти 70% рынка мирового потребления удобрений.

## Мировое производство удобрений

Возросший спрос на удобрения в 2006 г. положительно сказался на их производстве, в частности, карбамида и других азотных продуктов. Спрос на фосфорсодержащие и калийные удобрения был твердым, в то время как торговля была нестабильной и зависела от вида удобрений.

### Азот

Ситуация в области спроса/предложения азота в 2006 г. была напряженнее, чем предполагалось, в связи с устойчивым потреблением азотных удобрений в Азии и Бразилии. Мировой объем выпуска аммиака в 2006 г. оценивается в 150 млн.т  $\text{NH}_3$ , что на 3% выше уровня 2005 г. Положение в сфере морских перевозок аммиака продолжало оставаться напряженным из-за ограничения роста мощности, которая в 2006 г. увеличилась лишь до 166 млн.т  $\text{NH}_3$ . Несмотря на рост азотной мощности мировая ситуация со спросом/предложением останется относительно сбалансированной и в 2007 г.

Мировой рынок карбамида в 2006 г. неожиданно укрепился: вырос объем торговли, по-

ставки были ограничены и относительно стабилизировался спрос. Мировое производство карбамида составило 133,5 млн.т. Несмотря на возросшие поставки из Египта и Саудовской Аравии, в целом, предложение карбамида было напряженным из-за отсутствия Китая и Индонезии в мировой торговле.

В 2006 г. в Индии спрос удовлетворялся за счет увеличения импорта. Крупными импортерами также были Пакистан, Бангладеш и Западная Европа. К тому же, карбамид все больше вытесняет с рынка другие азотные удобрения.

В 2006 г. было введено в строй почти 6,0 млн.т мощности производства карбамида, и в 2007 г. расширение мощности продолжится. В 1 половине 2007 г. мировой рынок карбамида может остаться напряженным при укреплении спроса на импортный продукт во всем мире. Во второй половине года войдут в строй новые мощности, что приведет к росту избыточного предложения карбамида.

### Калий

В 2006 г. мировой спрос на калий был значительным, но при этом мировая торговля сократилась и неожиданно упало предложение. Затянувшиеся переговоры между поставщиками и двумя основными импортерами повлияли на объем мировой торговли. Мировое производство калия снизилось более чем на 9%, составив ~50 млн.т  $\text{KCl}$ .

Потребление калийных удобрений в Китае и Индии было относительно твердым, в Бразилии оно восстановилось до умеренного уровня. В первой половине 2006 г. продажи сократились и в США, и в Западной Европе.

Мировая калийная мощность увеличилась до 39,8 млн.т  $\text{K}_2\text{O}$ , в основном, за счет Канады и Китая. В 2007 г. мощности возрастут незначительно, а выход из строя шахты в России будет и далее сказываться в краткосрочной перспективе на объемах предложения калия.

Мировой баланс спроса/предложения в 2006 г. и 2007 г. свидетельствует о напряженности в сфере предложения и о растущем спросе при постоянно сокращающемся избытке. По прогнозу, мировые продажи калийных продуктов в 2007 г., увеличатся, спрос на импортный калий упрочится во всех основных потребляющих странах.

### Фосфаты

Мировая добыча фосфатного сырья в 2006 г. снизилась до 168 млн.т, а торговля им сократилась до 30 млн.т. Поставки фосфорной кислоты были ограничены из-за значительного внутреннего спроса, и объем торговли кислотой уменьшился до 4,9 млн.т  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Мощность производства фосфорной кислоты в 2006 г. была относительно стабильной, но в 2007 г. она снизится. Мировой баланс спроса/предложения кислоты свидетельствует о наличии небольшого избытка предложения в 2006 г. В 2007 г. ситуация будет относительно сбалансированной, а, возможно, и напряженной.

Производство фосфорсодержащих удобрений в 2006 г. увеличилось на 5%, составив 24 млн.т  $P_2O_5$ . Характер торговли несколько изменился: сильно возрос объем поставок в Индию, а импорт Бразилией, Китаем и Пакистаном сократился. Продолжалась реструктуризация от-

расли в США и Западной Европе. Мощность фосфатоперерабатывающего производства почти не увеличилась с 2005 г. по 2007 г. В 2007 г. предполагается расширение мирового рынка фосфорсодержащих удобрений, главным образом, благодаря росту поставок на внутренние рынки и повышению экспорта в основные потребляющие страны. Ожидается увеличение экспорта из Северной Америки и Китая.

*(Источник: По материалам 32 расширенной встречи Совета IFA, Буэнос-Айрес, декабрь 2006 г.)*

## ОБЗОР ЦЕН НА РЫНКЕ УДОБРЕНИЙ

### Аммиак

Спрос на аммиак в Персидском заливе оживил рынок. Региональные производители заняли твердую позицию и использовали спотовые сделки для повышения базовых цен на аммиак. Компания SABIC из Саудовской Аравии сообщила о поступивших запросах от трейдеров и производителей, но из инвентарных запасов на запланированном уровне компания отказывается продавать избытки аммиака по цене ниже \$240/т, фоб.

Ожидается, что Индия повлияет на дальнейший рост цен после того, как в Парадипе вновь заработает установка по выпуску ДАФ компании IFFCO мощностью 1,1 млн.т/год. Вероятно, этот фактор повлияет на цены на условиях каф во всей Азии. В Малайзии недавние сделки составили по \$240/т, фоб, в то время как в Таиланде компания Fertilizer Co. заплатила \$270-290/т, каф за октябрьские поставки. Ожидалось, что в Северной Азии произойдет небольшое повышение цен в результате остановки на ремонт индонезийских аммиачных установок.

На Черном море продолжилось послабление цен на аммиак и ожидалось, что во второй половине октября они должны были снизиться приблизительно до \$252-255/т, фоб с \$260 /т, фоб.

### Карбамид

Трейдеры карбамидом продолжают воздерживаться от заключения контрактов с черноморскими поставщиками в ожидании прояснения дальнейшей обстановки в отношении цен. Несмотря на сообщения о недавних продажах карбамида в Южном по \$330/т, фоб, предложения

на фондовых рынках на декабрь были на уровне \$322/т, фоб. Черноморские производители попытались получить прибыль от продаж карбамида в октябре по \$330 /т, фоб, но трейдеры нацелились на значительно меньшие цены. Фактически, в последнее время латиноамериканские рынки были единственной отдушиной для отгрузок карбамида из Южного, где последние сделки заключались, в среднем, по \$320/т, фоб. Хотя все ожидали, что украинское правительство увеличит экспортные цены с \$270 до \$285 -290/т, фоб на партии продукции во второй половине октября, всё равно это далеко от преобладающих ценовых значений.

На Балтике сильный спрос из Европы и Латинской Америке удерживал цены на стабильном уровне. Недавние продажи карбамида осуществлялись по \$320 /т, фоб, и европейские покупатели сделали запросы на поставку значительных объёмов карбамида в ноябре. Цены, предлагаемые продавцами, приблизительно были на уровне \$330/т, фоб, а покупателей – \$324-325/т, фоб. Карбамид из Санкт-Петербурга на стандартных условиях отгрузки продавали по \$ 320/т, фоб.

Египетские поставщики предлагали гранулированный карбамид по \$350/т фоб через местных торговцев, занимающих первые позиции по продажам продукции французским покупателям, с которыми были заключены контракты по \$440 /т, каф. Три поставщика из Саудовской Аравии предлагали карбамид по \$348-249/т, фоб компании IPL на тендере в Индии. Среди поставщиков компания SABIC полностью связала себя обязательствами по удовлетворению значительного внутреннего спроса на приллированный карбамид в объёме 250 тыс.т в течение первого квартала 2008 г. Экспорт приллированного карбами-

да этой компании в октябре составил более 125 тыс.т, а 150 тыс.т гранулированного было поставлено в США, Бразилию, ЮАР, Новую Зеландию и одному азиатскому покупателю. Запланированное на октябрь закрытие в Бахрейне установки по производству гранулированного карбамида компании GPIC повлияет на цены в Персидском заливе. Компания GPIC заключила контракты на поставку 165 тысяч гранулированного карбамида в США, Австралию, Индию и Таиланд.

В Китае увеличились опасения по поводу задержек партий товара в портах отгрузки, и трейдеры отказывались принимать предложения на приллированный карбамид по \$290 /т, фоб, а гранулированный - выше \$305/т, фоб, по причине риска выплаты неустоек за простои судов. В Бразилии клиенты продолжали покупать небольшие партии карбамида по \$392-295 /т, фоб.

## ДАФ

Цены на ДАФ и другие фосфорсодержащие удобрения окрепли в результате сильного спроса со стороны европейских и латиноамериканских покупателей. По этой причине компания ЕВРОХИМ установила цены на ДАФ на ноябрьские поставки в Европу в пределах \$465-475 /т, фоб и \$445-455 /т на МАФ, фоб. Компания «ФосАгро» также продавала свои ноябрьские/декабрьские партии по \$440 /т, фоб в страны Бенилюкса и по \$463-465/т, фоб в Германию. Такие продажи были сделаны после того, как североафриканские экспортёры объявили о повышении цен на \$20 /т до \$475 /т, фоб для покупателей в северо-западной Европе и средиземноморском регионе.

Компания ФОСХЕМ сделала попытку поднять цены на ДАФ до \$515-525/т, каф, но встретила сопротивление со стороны индийских покупателей, которые не согласны платить выше \$497 /т, каф.

Компания ФОСХЕМ поставила несколько партий товара в Мексику и Центральную Америку, что позволило консорциуму США по экспорту продукции поднять цены даже, не учитывая существенное увеличение спроса в Индии. На внутреннем рынке сохраняется сильный спрос на ДАФ, что способствовало росту цен до \$390 /т на поставки в октябре и до \$395 /т в декабре.

## Сера

В четвёртом квартале на международном рынке сохраняется устойчивый спрос на серу. По данным анализа рынка, восстановился спрос на серу со стороны промышленности по производству удобрений, а также увеличился спрос на серу для использования как исходного сырья

со стороны металлургической промышленности. С октября новая цена составляет \$220 /т, фоб (на \$20 больше, чем в сентябре), что вселяет уверенность в поставщиках и далее повышать цены. Компания ARAMCO из Саудовской Аравии подписала контракты на четвертый квартал по \$202-205 т, фоб. По этим контрактам будет поставлено 120 тысяч тонн серы.

Подписаны контракты на поставку серы в Европу во второй половине 2007 года. Цены выросли на \$42-49/т и достигли \$110-123 /т, срт для Северо-Западной Европы, а покупатели из Бенилюкса, в среднем, будут платить больше на \$22-23 при \$92-98 /т, каф. Бразильская компания FOSFERTIL согласовала свои контракты с канадскими поставщиками по цене около \$145-152, фоб, Ванкувер, ранее подписав новый контракт с компанией ARAMCO по цене около \$140-145/т, фоб на поставку в октябре 2007 – марте 2008.

## Калий

Покупателям хлористого калия пришлось переварить дальнейшее повышение цен. Цены продолжают свой рост, и тенденция повышения цен характеризует торговлю в основных потребительских регионах Европы, Юго-Восточной Азии и Бразилии. В Европе компания K+S увеличила цены на 5-10 евро/т до 215 евро/т на гранулированный хлористый калий на все новые поставки, встретив при этом незначительное сопротивление со стороны покупателей. Компании ВРС, BELARUS и CANNOTEX предложили поднять цены на \$40 и \$50/т за ноябрьские и декабрьские партии хлористого калия, при этом цены в ноябре достигли \$345-355/т, каф. Это вызвало шок на рынке, и на сегодняшний день не поступали сообщения о совершении новых сделок.

Российский УРАЛКАЛИЙ продал полную партию хлористого калия в объёме 8 тыс.т по 3620 рублей/т (\$145 А) на аукционе, впервые состоявшемся 28 сентября на универсальной торговой бирже Санкт-Петербурга. Ранее компания провела пять аукционов на московской торговой бирже в апреле 2007, заработав 124 миллиона рублей за проданные 34,5 тыс.т хлористого калия.

## Заметки

В октябре, вероятно, увеличатся отгрузки аммиака из Южного приблизительно до 285 тысяч тонн. Это зависит от того, как скоро возобновят свою работу установки в соответствии с графиком. Ожидается, что россосанский завод вновь запустит в работу аммиачную установку после 4-5 недельного простоя. Также начнёт

работать ОПЗ. Ожидается, что в октябре тольяттинский завод поставит в Южный около 120 тыс.т аммиака, из которых 65% уйдёт на экспорт в США. В октябре общие поставки аммиака в США составят 150 тыс.т.

Продолжающиеся опасения по поводу задержек, которые происходят в китайских портах, вынудили нескольких трейдеров послать туда своих представителей для обеспечения своевременной отгрузки партий продукции в октябре. Компания ТРАНСАММОНИЯ заключила контракты на поставку 175 тыс.т карбамида, компания КОНАГРА должна отгрузить 120 тыс.т гранулированного карбамида на панамское судно и компания АМЕРОПА 75 тыс.т гранулированного карбамида на три судна. Плохая погода, суровые условия работы, дефицит пространства для размещения продукции на складах и проведе-

ние погрузочных работ в медленном темпе отрицательно сказываются на программах поставки продукции. Несмотря на неудовлетворительное положение, сложившееся в порту, китайские производители карбамида продолжают увеличивать цены на условиях франко-завод до 1750 юаней/т, (\$290) фоб за ноябрьские поставки приллированного карбамида в мешках и навалом. Предложения на гранулированный карбамид превысили \$305/т, фоб. Покупатели неохотно принимают эти цены из-за боязни риска выплаты неустоек в результате простоя судов.

Правительство Индонезии закупило девять партий жидкого природного газа, чтобы обеспечить непрерывное производство приллированного карбамида на установках компании PIM.

*(Источник: По материалам Fertilizer International № 421, ноябрь/декабрь 2007 г.)*

## Краткие новости

### «ФосАгро» выводит на биржу новые химические продукты

В ноябре компания «ФосАгро» планирует расширить номенклатуру товаров биржевой торговли. Помимо популярных марок минеральных удобрений и кормового монокальцийфосфата, которые уже в течение года реализуются на Московской фондовой бирже ([www.mse.ru](http://www.mse.ru)), принято решение выставить на торги серную кислоту (производства череповецкого ОАО «Аммофос») и экстракционную фосфорную кислоту (производства ООО «Балаковские минеральные удобрения»).

Для торговли серной и фосфорной кислотой будут организованы отдельные сессии, поскольку

данная продукция предназначена исключительно для химических предприятий.

В ближайшее время пройдут первые торги серной кислотой.

Доставку законтрактованной продукции, по желанию покупателя, может взять на себя предприятие-производитель.

С условиями поставки и ценами желающие могут познакомиться на сайтах МФБ или компании «ФосАгро».

*(Источник: [phosagro.biz](http://phosagro.biz))*

### В ОАО "Апатит" подведены производственные итоги за ноябрь 2007 года

Подразделения акционерного общества «Апатит» успешно выполнил производственную программу ноября. Все рудники справились с планом по добыче руды. В ноябре горняки добыли 2 млн. 456 тыс.т апатит-нефелиновой руды (ноябрь 2006 г. - 2 млн. 352 тыс.т).

Апатитового концентрата произведено 692,2 тыс.т (в ноябре 2006 г. – 730,4 тыс.т). Нефелинового концентрата выработано 83,6 тыс.т, что соответствует плановым цифрам месяца.

К настоящему моменту все цеха «Апатита» завершили мероприятия по подготовке к зимнему сезону.

На декабрь утверждена производственная программа выпуска апатитового концентрата в объеме 710,6 тыс.т, план по выработке нефелинового концентрата – 88,4 тыс.т, для этого горнякам предстоит добыть 2 млн. 403 тыс.т руды.

*(Источник: [phosagro.biz](http://phosagro.biz))*

## «Апатит» выставил на торги апатитовый концентрат марки «Стандарт»

**ОАО** «Апатит» выставит на биржевые торги апатитовый концентрат марки «Стандарт» производства ОАО «Апатит» с поставкой в 2008 г.

Торги концентратом пройдут 30 ноября и 4 декабря на Санкт-Петербургской бирже «Юмекс». На эти торги будет выставлено в общей сложности 429,42 тыс.т апатитового концентрата по цене 2232 рубля за тонну.

Кроме того, 3 декабря 2007 года начнутся торги концентратом на «Московской фондовой бирже». Всего на торгах на «МФБ» будет выставлена 61 тыс.т концентрата с поставкой в I кв. 2008 года, в том числе на торгах 3 декабря будет выставлено 20 тыс. тонн. Стартовая цена одной тонны концентрата составляет 2230 рублей.

(Источник: rccnews.ru)

## «Череповецкий Азот» выпустил 62,8 тыс. тонн аммиака

**Н**а ОАО «Череповецкий Азот» подведены итоги работы за ноябрь 2007 г. В ноябре ОАО «Череповецкий Азот» выпустило 62,8 тыс.т аммиака (ноябрь 2006 года — 53,3 тыс.т). Об этом сообщает пресс-служба компании.

Минеральных удобрений за указанный период выпущено 40,3 тыс.т (16,3 тыс.т).

За 11 месяцев производство аммиака достигло 870,5 тыс.т аммиака (11 месяцев 2006 г. - 839,9 тыс.т). Минеральных удобрений произведено 341,1 тыс.т (296,7 тыс.т).

(Источник: rccnews.ru)

## В ОАО «Аммофос» подведены итоги работы за октябрь и 10 месяцев 2007 г.

**З**адание октября ОАО «Аммофос» по производству минеральных удобрений реализовано на 100,1%. Выпущено 207,9 тыс.т удобрений в физической массе, на 17 тыс.т больше, чем за аналогичный период прошлого года.

С начала года получено 1943,9 тыс.т минеральных удобрений, что на 84,7 тыс.т больше аналогичного периода 2006 г.

(Источник: phosagro.biz)

## Подведены итоги работы ООО «БМУ» за ноябрь 2007 года

**В** ноябре предприятием выпущено 84 тыс.т фосфорсодержащей агрохимической продукции, что на 8 тыс.т превышает аналогичный показатель ноября 2006 г. (на 10,6%). Всего же с начала года произведено 874 тыс.т фосфорсодержащих удобрений и кор-

мовых фосфатов, что на 106 тыс.т превышает результат января-ноября 2006 г. (на 13,8%).

Все вышеперечисленные показатели соответствуют плану, разработанному Управляющей компанией ЗАО «ФосАгро АГ».

(Источник: phosagro.biz)

## «ЕвроХим» заключил три договора с белорусскими компаниями

**23** ноября 2007 г. в Минске состоялось открытие торгового представительства ОАО МХК «ЕвроХим». Оно создано для работы с Министерством сельского хозяйства и крупными предприятиями республики Беларусь (действующими и потенциальными партнерами компании) с целью развития долгосрочного сотрудничества в области поставок агрохимической продукции.

«Для нас стратегически важен рынок стран СНГ, в особенности белорусский рынок. Это единственное союзное государство, которое после распада СССР сохранило объем внесения удобрений в почву», — комментирует Валерий Рогальский, директор по продажам ОАО МХК «ЕвроХим».

В рамках прошедшего события МХК «ЕвроХим» заключила с белорусскими партнерами три рамочных контракта: с ЗАО «Белорусская калийная компания» о поставках хлористого калия на украинское дочернее предприятие ОАО МХК «ЕвроХим» — Агроцентр «ЕвроХим Краснодар» для расширения ассортимента, а также для производства тукосмесей. Планируемый объем поставок на 2008 г. — 50 тыс.т; с ОАО «Гомельский химический завод» — 1) о поставке их продукции на дочерние компании ОАО МХК «ЕвроХим» в Украину и РФ в объеме 100 тыс.т для реализации ее через дистрибьюторскую сеть Компании 2) о поставке «ЕвроХимом» сырья на 2008 г.

(Источник: rcc.ru)

# Цены на сырье и удобрения

(13 декабря 2007 г.),

дол./т

## ДАФ, fob, навалом

США Galf	590-597
Тунис	570
Марокко	570
Балтика	550-560
Китай (bgd)	510-530
Иордания	460-470 <sup>#</sup>
Бенелюкс fof/fob	630-640

## МАФ

Балтика, fob, навалом	570-585
-----------------------	---------

## ДВОЙНОЙ СУПЕРФОСФАТ, fob, навалом

Тунис	450
Марокко	440-450

## КАРБАМИД, прил., fob, навалом

Балтика	385-390
Южный	385-395
Болгария/Хорватия/Румыния	420-425
Персидский залив	400-410
Вьетнам, cfr, навал/затар. (20т)	

## КАРБАМИД, гран., fob, навалом

Персидский залив все netbacks	400-415
Персидский залив-США (netback)*	410-415
Египет	440-450
Венесуэла/Тринидад, fob	400-430
Индонезия/Малайзия	340-350
США Galf, за к.т., баржа	430-435
США Galf (cfr metric)	467-472

## КАРБАМИД, прил., fob, затар.

Персидский залив	410-420
Китай	340-345

## АММИАК, fob

Сев.-Зап. Европа/Вентспилс	348-353
Южный	340-345
Сев. Африка	340-350
Ближний Восток	300-335
США Gulf, за к.т., баржа	+303-309
Карибский залив	405-410

## АММИАК, с+f

С.-З. Европа (неопл. пошл.)	*388-393
С.-З. Европа (опл.пош./безпош.)	*409-415
Сев. Африка	376-387
Индия	**328-359
Дальний Восток (без Тайваня)	350-370
Тайвань	330-340
Тампа	+359

США Galf	438-445
----------	---------

## СУЛЬФАТ АММОНИЯ, fob, навалом

Черное море (капролактам)	255-260
Балтика (капролактам)	245-250
Херсон (марка стали)	205-210
Юго-Восточная Азия, cfr	230-265

## АММИАЧНАЯ СЕЛИТРА

Черное море, fob, навалом	320-330
Балтика, fob, навалом	295-300

## НРК 16-16-16, навалом

СНГ, fob, spot	425-430
Западная Европа, cfr	510-515
Китай, cfr	*520-530

## СЕРА, fob, твердая, навалом

Ванкувер	105-175
Ванкувер (Бразилия)***	145-152
Сауд. Аравия/Кувейт/ОАЭ	125-210
Карибский залив (от 15 тыс.т)	55-60
Китай	210-225
Черное море	75-80
Средиземноморье, cfr (10 тыс.т)	61-90
Сев. Африка, cfr, (20 тыс.т гран.)	107-170
Индия, cfr, гран.	235

## СЕРА, cfr, жидкая

Тампа/Центр. Флорида	109-112
Бенелюкс	92-98
Сев.-Зап. Европа+, cfr	116-123

## СЕРНАЯ КИСЛОТА, cfr

Сев.-Зап. Европа	€42-51
------------------	--------

## ФОСФОРНАЯ КИСЛОТА

США, fob	455-460
Европа, cfr	580-600
Индия, cfr	566,25

## ХЛОРИД КАЛИЯ, fob, навалом

Ванкувер (+\$10-15)	175-195
СНГ (+\$10-15)	165-195

## ФОССЫРЬЕ (70-73 ВРЛ), cfr

Индия, cfr	235-255**
------------	-----------

\* показательные цены;

\*\* нижний предельный уровень

\*\*\* внесезонные контракты Бразилии, заключенные в окт. - март 2008 г

# старые цены;

+ заплаченные на автомобильный транспорт

(Источник: FMB Weekly Fertilizer Report  
13 декабря 2007 г.)