

2. Капролактамы в России: ставок больше нет?

[//http://www.newchemistry.ru/item.php?n\\_id=138](http://www.newchemistry.ru/item.php?n_id=138)

3. Яновский В.А., Чуркин Р.А., Андропов М.Ю., Бобылев А.В., Галактионова Л.В., Сачков В.И. // Изв. вузов. Физика. – 2011. – № 12/2. – С. 9–14.

### УДК 504.3.054:54-31

**Т.М. ШЕВЧЕНКО**, доцент, канд. хим. наук  
(КузГТУ, г. Кемерово)

**Л.А. ШЕВЧЕНКО**, профессор, д-р техн. наук  
(КузГТУ, г. Кемерово)

**И.П. ГОРЮНОВА**, доцент, канд. хим. наук  
(КузГТУ, г. Кемерово)

## ХИМИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ И ПУТИ ИХ НЕЙТРАЛИЗАЦИИ

Состояние атмосферного воздуха Кемеровской области определяется в основном деятельностью химических производств, предприятий по добыче полезных ископаемых, производству кокса, передаче и распределению электроэнергии. Кроме того, значительную долю в загрязнение атмосферного воздуха вносит автомобильный транспорт.

Для регистрации уровня загрязнения атмосферы в городах существует 18 стационарных постов: в Кемерово – 8, в Новокузнецке – 8 и в Прокопьевске – 2. Мониторинг качества атмосферного воздуха не только констатирует содержание загрязняющих веществ, но и позволяет сделать прогноз его состояния, а при наличии твёрдой гражданской позиции и глубоких научно-технических знаний инженер-специалист найдёт технологическую возможность для сокращения выбросов в окружающую среду.

В Кузбасском государственном техническом университете имени Т.Ф. Горбачева уделяется большое внимание химико-экологической составляющей процесса обучения. Для студентов специальности «Безопасность технологических процессов и производств (в горной промышленности)» в рамках региональной компоненты предусмотрена дисциплина «Химия и окружающая среда», изучение которой в определённой степени способствует формированию экологической культуры выпускника вуза. Для студентов специальности «Химическая технология неорганических веществ» при изучении технологии неорганических производств обязательным является вопрос «экологическая безопасность и пути её реализации».

Студенты постоянно знакомятся с данными Государственного доклада «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области», далее делается анализ её качества, рассматривается влияние выбрасываемых

мых веществ на человека, животных и окружающую природу, а затем исследуются наиболее современные и эффективные пути улучшения экологической обстановки.

В таблице 1 представлены данные по выбросам загрязняющих атмосферу веществ за 2010 год.

Таблица 1 - Выбросы вредных веществ в атмосферу, тыс. тонн

Показатель	Всего	В том числе:	
		от стационарных источников	от передвижных источников
Выброшено в атмосферу всего, в том числе:	1670,924	1378,428	292,496
Твердые	158,457	157,499	0,958
Газообразные и жидкие, из них:	1512,467	1220,929	291,538
диоксид серы	115,260	111,907	3,533
оксид углерода	466,243,	270,401	195,842
оксиды азота (в пересчете на NO <sub>2</sub> )	130,808	71,323	59,485
углеводороды	748,925	748,925	–
летучие органические соединения (ЛОС)	36,836	3,978	32,858
прочие газообразные	14,395	14,395	–

Общая масса выброса вредных веществ в атмосферу области значительна и составила 1670,924 тыс. тонн, из них 82,5% приходится на стационарные источники. Следовательно, для уменьшения выбросов в атмосферу необходимо вводить определённые мероприятия на конкретных предприятиях.

Одними из основных загрязняющих веществ атмосферного воздуха являются диоксид серы, диоксид азота, оксиды углерода, твердые вещества и углеводороды. На долю диоксида серы приходится 115,260 тыс. тонн, из них 111,907 тыс. тонн – от *стационарных источников*, что составляет **82,5%**, и 3,533 тыс. тонны – от передвижных. Общая масса оксидов азота составляет 130,808 тыс. тонн, из них **54,53%** приходится на стационарные источники загрязнения и 45,47% - на передвижные источники. Оксидами серы атмосфера загрязняется в основном предприятиями химической промышленности и топливно-энергетического комплекса, а по оксидам азота, кроме указанных источников загрязнения, большой вклад приходится на транспорт.

Динамика выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух Кемеровской области за 2006 - 2010 годы по материалам к государственному докладу «О состоянии и охране окружающей среды Кемеровской области в 2010 году» представлена в таблице 2.

Таблица 2 - Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу, тыс. тонн

Годы	2006	2007	2008	2009	2010
Всего по области, в том числе:	1715,663	1771,088	1810,250	1733,628	1670,924
от стационарных источников	1342,393	1495,504	1515,411	1438,789	1378,428

Суммарные выбросы и выбросы от стационарных источников из года в год увеличиваются (исключением стал 2010 год).

Применяя современные технологии обезвреживания отходящих газов, можно уменьшить количество в атмосферу от стационарных источников, тем самым улучшить в целом экологическую ситуацию в регионе.

По количеству выбросов загрязняющих веществ от стационарных источников Новокузнецк по-прежнему остаётся на первом месте в области и на втором месте по России. Тревожными по экологическим параметрам остаются города области – Прокопьевск, Междуреченск и другие. В таблицах 3 и 4 представлены среднегодовые концентрации загрязняющих веществ по городам Кемерово и Новокузнецку.

Наибольшие превышения ПДК приходятся на бенз(а)пирен, формальдегид, фтористый водород и оксиды азота. В сочетании с другими загрязняющими веществами они представляют серьёзную угрозу здоровью населения промышленных городов.

*Диоксид азота* вызывает респираторные, астматические и сердечные заболевания. Оксиды азота являются соучастниками образования фотохимического тумана, который считается наиболее опасным для здоровья, так как содержит озон и пероксидные азотсодержащие соединения – вещества значительно более токсичные, чем исходные атмосферные загрязнения.

Сокращение загрязнения атмосферного воздуха оксидами азота должно идти в двух направлениях. Первый – это уменьшение выбросов от стационарных источников за счет применения эффективных современных технологий производства и очистки выхлопных газов. Второй - уменьшение выбросов в атмосферу от автотранспорта за счёт улучшения качества топливных средств, соответствующей работы двигателей внутреннего сгорания, использования каталитической очистки выхлопных газов и вывода транспортных магистралей для транзита за пределы городской черты.

Таблица 3 - Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в г. Кемерово, доли ПДК

Наименование загрязняющего вещества	2006	2007	2008	2009	2010
Бенз(а)пирен	2,700	2,500	2,600	2,900	3,400
Аммиак	2,500	1,700	0,700	0,700	0,900
Формальдегид	1,700	1,700	2,300	1,100	1,100
Азота диоксид	1,200	1,400	1,500	1,800	1,500
Сажа	0,600	0,800	1,000	1,100	1,100
Водород хлористый	0,700	0,500	0,600	0,600	0,600
Углерода оксид	0,400	0,500	0,600	0,600	0,600
Фенол	0,300	0,300	0,300	0,300	0,300
Взвешенные в-ва	0,200	0,100	0,200	0,300	0,300
Серы диоксид	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Спирт изопропиловый, мг/м <sup>3</sup>	0,068	0,024	0,062	0,086	0,082
Сероуглерод	0,200	–	0,400	0,400	0,200

Таблица 4 - Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в г. Новокузнецке, доли ПДК

Наименование загрязняющего вещества	2006	2007	2008	2009	2010
Бенз(а)пирен	3,500	5,000	5,000	4,600	6,700
Формальдегид	3,700	5,000	3,700	3,000	3,000
Взвешенные вещества	1,500	1,500	1,700	1,500	1,400
Азота диоксид	1,200	1,100	1,200	1,200	1,200
Фтористый водород	1,200	0,800	1,200	1,400	2,800
Фенол	0,700	0,700	0,700	0,700	0,700
Углерода оксид	0,200	0,400	0,400	0,500	0,400
Серы диоксид	0,200	0,200	0,300	0,300	0,300
Сажа	0,200	0,200	0,300	0,500	0,300
Цианистый водород	0,100	0,100	0,100	0,100	0,100
Сероводород, мг/м <sup>3</sup>	0,001	0,001	0,001	<0,001	<0,001
Спирт изопропиловый	0,100	–	–	–	–

ВЫЙ, МГ/М <sup>3</sup>					
------------------------	--	--	--	--	--

Для очистки газов от оксидов азота существует несколько принципиально отличающихся методов: сорбционные методы, каталитическое восстановление и восстановление без катализатора.

Основная сложность реализации абсорбционных методов связана с низкой химической активностью оксидов азота и плохой растворимостью их в воде.

Наиболее эффективным методом обезвреживания отходящих газов от оксидов азота является твердофазная каталитическая очистка. В настоящее время применяется высокотемпературное каталитическое восстановление, селективное каталитическое восстановление и разложение гетерогенными восстановителями. Выбор доступных по стоимости и эффективности восстановителя и катализатора лежит в основе современных исследований технологии очистки газов от оксидов азота.

Интересным и перспективным методом очистки отходящих газов от оксидов азота является разложение их гомогенными и гетерогенными восстановителями без катализатора. В качестве гомогенных восстановителей используются различные горючие газы, например, метан или водород. В качестве гетерогенного восстановителя предлагается использовать карбамид. Методы обезвреживания отходящих газов от оксидов азота постоянно совершенствуются. Целью современных исследований в области технологии очистки газов от оксидов азота является выбор эффективных и доступных по стоимости катализаторов.

*Оксиды серы* отрицательно влияют на здоровье человека. Кроме того, эти оксиды образуют в атмосфере кислотные дожди, которые понижают иммунитет живых организмов, вызывают заболевания дыхательных путей, а также приводят к преждевременному разрушению строительных и конструкционных материалов.

Для очистки отходящих газов от диоксида серы в литературе и в промышленной практике предлагается большое количество различных методов. Большинство методов основано на сорбционной способности тех или иных материалов.

Из хемосорбционных методов практическое применение нашли лишь некоторые. Это связано с тем, что объёмы газов велики, а концентрация в них диоксида серы мала. Кроме того, отходящие газы топливно-энергетического комплекса имеют высокую температуру и значительное содержание пыли.

В промышленном производстве широко применяется, так называемый, сульфит-бисульфитный метод. Этот метод постоянно совершенствуется, например, предложен процесс, по которому в отходящий газ, содержащий диоксид серы, добавляют газообразный аммиак. Непосредственно в трубе образуется аэрозоль сульфита и сульфата, который улавливают в электрофильтрах.

Наиболее перспективными считаются хемосорбционные методы на твёрдых поглотителях, вводимых в пылевидной форме непосредственно в топку или газоходы теплоэнергетических агрегатов. В качестве хемосорбентов могут быть использованы известняки, доломит, известь или оксиды некоторых металлов. Для увеличения активности сорбентов, подавления окисления диоксида и решения других задач вводят ряд специальных добавок. Известняковые и известковые абсорбционные методы являются эффективными и имеют следующие достоинства: простая технологическая схема, низкие эксплуатационные затраты, доступность и дешевизна сорбента, не требует предварительного охлаждения и очистки от пыли.

Сухие методы санитарной очистки газов от диоксида серы обеспечивают возможность проведения процесса при повышенных температурах и без увлажнения, что позволяет снизить коррозию аппаратуры, упрощает технологию газоочистки и сокращает экономические затраты на неё, кроме того, возможно циклическое использование поглотителя или утилизация продуктов реакции.

Среди сухих способов адсорбционного улавливания диоксида серы в наибольшей степени исследованы и опробованы в производственных условиях углеродистые поглотители, в основном это активные угли и полукоксы. Исследована поглотительная способность силикагелей по диоксиду серы. Даже при высоких температурах и низких концентрациях она существенна. В качестве поглотителя диоксида серы исследованы аниониты. Их сорбционная способность по  $SO_2$  практически не зависит от концентрации его в газе и влагосодержания. Кислотостойкие цеолиты зарекомендовали себя как эффективные поглотители диоксида серы при высоких температурах и низких концентрациях. Но остается нерешенной проблемой утилизация отработанных цеолитов.

Большинство сухих методов очистки газов от диоксида серы требует значительных затрат тепла на регенерацию, специальных дорогостоящих материалов для аппаратуры, что сдерживает внедрение их в промышленное производство.

Разработанная каталитическая очистка отходящих газов от диоксида серы основана на окислении  $SO_2$  в  $SO_3$ , которое используется в производстве серной кислоты (нитрозном либо контактном способом). В одном из вариантов контактного метода в окисленные на ванадиевом катализаторе газы вводят аммиак. Образующийся при этом аэрозоль сульфата аммония удаляют из обрабатываемых газов в электрофильтре. Затем обезвреженный газ через дымовую трубу выбрасывают в атмосферу.

Использование того или иного способа очистки отходящих газов зависит от мощности производства, от концентрации оксидов серы или азота в отходящем газе, от количественного и качественного состава сопутствующих его компонентов и от других факторов.