

УДК 547.2

*Р.Н. Матакова, О.С. Холкин

Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

*E-mail: Rema.Matakova@kaznu.kz

Токсикологические последствия вредных выбросов Усть-Каменогорского металлургического комплекса Казцинк

В статье представлены токсикологические последствия выбросов сернистого газа металлургического комплекса Казцинк. Проведены расчеты летальных параметров действия диоксида серы, отсутствующие в литературе. Рассчитаны объемы сернистых выбросов за период с 1997 по 2012 г. Представлены рассчитанные токсикологические параметры металлургических составляющих пылей и сочных вод (As, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn).

Ключевые слова: токсикология, вредные выбросы, комплекс, канцерогены.

R.N. Matakova, O.S. Kholkin

Toxicological consequences of harmful emissions of Ust-Kamenogorsk metallurgical complex of Kazinc

The paper represents toxicological consequences of sulfur dioxide emissions from metallurgic complex of Kazinc. Calculations of lethal parameters of a sulfur dioxide action unavailable in the literature were carried out. Volumes of sulfur dioxide emissions between 1997 and 2012 were calculated. The calculated toxicological parameters of metal constituents of dusts and waste waters (As, Pb, Cd, Fe, Cu, Zn) are presented.

Keywords: toxicology, harmful emissions, complex, carcinogens.

Р.Н. Матакова, О.С. Холкин

Казцинк Өскемен металлургиялық комплексінің зиянды қалдықтарының токсикологиялық әсері

Мақалада Қазцинк металлургиялық комплексінің күкіртті газ қалдығының токсикологиялық әсері берілген. Әдебиеттерде қарастырылмаған күкірт диоксидінің зиянды параметрлері есептелген. 1997-2012 жылдар аралығындағы күкіртті қалдықтың әсері зерттелген. Ағынды сулар мен металлургиялық шандардың токсикологиялық параметрлері есептелген.

Түйін сөздер: токсикология, зиянды қалдықтар, жыйын, канцерогендер.

На пороге XXI века человечество столкнулось с одной из самых главных проблем цивилизации – усиливающимися противоречиями между обществом и природой. Среди проявлений такого противоречия – нарастающая техногенная нагрузка на здоровье человека. Объемы производства постоянно возрастают, что приводит к увеличению загрязнения окружающей среды, повышает опасность ежедневного воздействия среды обитания на человека [1-2].

Усть-Каменогорск – уникальная урбанизированная система, перенасыщенная промышленными предприятиями различной техногенной ориентации [3]. 65% загрязнений атмосферы Усть-Каменогорска дает Усть-Каменогорский металлургический комплекс, который состоит

из цинкового завода мощностью 190 000 тонн в год, свинцового завода мощностью 144 000 т/год и аффинажного производства, составляющих общую инфраструктуру. Наиболее значимыми вредными выбросами этого комплекса являются сернистый газ, твердые и пылевые отходы, сточные воды, содержащие целый комплекс соединений металлов (медь, кадмий, свинец, цинк, железо, мышьяк) [4].

Диоксид серы образуется при обжиге сульфидных цинковых концентратов Малевского рудника в обжиговых печах кипящего слоя с дутьем, обогащенным кислородом. Диоксид серы является ксенобиотиком третьей степени опасности, однако объемы его выбросов имеют негативные последствия на жителей города и окружающую

среду с ее растительностью и живностью. Рассчитанные нами выбросы сернистого газа и летальные гигиенические нормативы, отсутствующие в литературе (среднесмертельная концентрация, несовместимость с жизнью, порог острого действия), представлены в таблицах 1 и 2. Для расчетов использованы следующие уравнения [5]:

1. $LC_{50} = ПДКр.з./1,3$
2. $lgLC_{50} = (ПДКр.з. - 0,1 lgM)/0,91$
3. $lgLC_{50} = (ПДКс.с. + 1,6)/0,58$
4. $Lim\ a.c. = ПДКр.з./66$
5. $lg\ ПДКс.с. = 0,62lgПДКр.з. - 1,77$

Диоксид серы держится в атмосфере города в среднем две недели и затем мигрирует за его пределы, поэтому опасность этого ксенобиотика носит не только локальный, но и региональный характер. За исходные токсические параметры были взяты предельно-допустимые концентрации ксенобиотиков в воздухе рабочей зоны производства (ПДКр.з.), в воде водоемов (ПДКв) и среднесменная предельная концентрация [6-8]. Общие объемы газовых выбросов, указанные в

статистических данных металлургического комплекса [9, 10], следующие: 1997 г. – 69 000 т/год, 2004 г. – 34 000 т/год, плановое ожидание 2013 г. – 21 000 т/год.

Для диоксида серы были нами рассчитаны средне-смертельная концентрация (LC_{50}), порог острого действия ($Lim\ a.c.$), несовместимость с жизнью ($1/LC_{50}$), общие выбросы сернистого газа по годам (таблица 1, 2). Расчет этих летальных параметров определяет степень вредности сернистой атмосферы для жителей города Усть-Каменогорска. В легких случаях диоксид серы вызывает постоянный кашель, чувство жжения и першения в носу и горле с последующими охрипелостью насморком, чиханием, в более острых случаях больших концентраций диоксида серы в атмосфере города газ вызывает у жителей постоянную головную боль, конъюнктивит, одышку, бронхит, цианоз, в самых крайних случаях – рефлекторный спазм голосовой щели, химический ожог дыхательных путей, в смертельных исходах – непрерывающуюся рвоту.

Таблица 1 – Токсикологические параметры сернистого газа

Гигиенические нормативы [8-10], мг/м ³			Рассчитанные летальные параметры, мг/м ³		
ПДКм.р.	ПДКс.с.	ПДКр.з.	LC_{50}	$1/LC_{50}$	$Lim\ a.c.$
0,50	0,05	10,00	7,96	0,13	0,15

Таблица 2 – Рассчитанные объемы выбросов сернистого газа, м³/ в год

Годы	Максимально разовые выбросы	Среднесуточные выбросы	Выбросы в воздухе рабочей зоны (в помещении)
1997	$1,38 \cdot 10^{14}$	$1,38 \cdot 10^{15}$	$6,9 \cdot 10^{12}$
2004	$6,8 \cdot 10^{13}$	$6,8 \cdot 10^{14}$	$3,4 \cdot 10^{12}$
2013 плановые	$4,2 \cdot 10^{13}$	$4,2 \cdot 10^{14}$	$2,1 \cdot 10^{12}$

Общая площадь г. Усть-Каменогорска составляет 55 000 га. Наш расчет показывает, что даже в рамках перспективных выбросов 2013 г. сернистого газа на каждый 1 м² площади города приходится 100 000 м³ газа в первый момент после максимально-разового выброса.

Пылевые выбросы, сопровождающие обжиг цинковых концентратов, состоят из твердых взвесей и солей металлов (Fe, Cu, Ca и др.). Объем пылевых выбросов, попадающих в окружающую среду, составил в 1997 г. 94,4 т/год, в 2011 г. – 15 т/год, в 2013 г. ожидается выброс в количестве 13,5

т/год. В перспективе пыль Усть-Каменогорского металлургического комплекса составит 4% от общей массы по городу [9, 10]. Из-за многокомпонентного состава пылевых выбросов расчеты их летальных токсических параметров не имели смысла. По ходу технологического процесса цинковый огарок и оставшаяся часть металлической пыли выщелачиваются раствором серной кислоты. При этом в раствор наряду со значительной частью цинка переходят соединения примесных металлов, которые в последствии оказываются в сточных водах производства. Для рассмотрения и

полной токсикологической оценки были выбраны следующие компоненты сточных вод: соединения металлов первого класса опасности (As, Pb, Cd), соединения металлов второго класса опасности, но содержащиеся в исходном цинковом концентрате в значительных количествах (Fe, Zn, Cu) [2, 11]. Исходя из гигиенических нормативов токсичности этих металлов (предельно-допустимых концентраций воды водоемов и воздуха рабочей зоны производства) [7, 8]. Были рассчитаны средне-суточные и средне-смертельные предельные концентрации (таблица 3).

Рассчитанные нами значения токсикологических параметров пополняют банк данных гигиенических нормативов. Из данных таблицы 3 видно, что наиболее опасными являются метал-

лические пыли и металлические сточные воды, содержащие мышьяк, кадмий и свинец.

Эти металлы формируют канцерогенный риск Усть-Каменогорского металлургического комплекса. Именно поэтому Усть-Каменогорск неблагоприятен по уровню смертности от злокачественных новообразований. Доля смертности населения Усть-Каменогорска высока, от 28 до 48% в сравнении с республикой от 21 до 28% [12]. Остальные три рассматриваемых металла Cu, Fe, Zn обладают цитотоксичностью, вызывая при постоянном их многолетнем приеме некроз печени (Cu), некроз эпителия легочных альвеол (Zn), повреждение мембран клеток (Fe) основных органов (печени, поджелудочной железы, желез внутренней секреции и т.д.).

Таблица 3 – Токсикологические параметры соединений токсичных металлов в сточных водах

Токсикант	Класс опасности		Гигиенические нормативы		Рассчитанные токсикологические параметры	
	по р.з.	по воде	ПДКр.з., мг/м ³	ПДКв, мг/м ³	ПДКс.с., мг/м ³	LC ₅₀ , мг/м ³
Мышьяк	1	1	0,010	0,010	0,001	0,004
Свинец	1	2	0,050	0,100	0,003	0,026
Кадмий	1	2	0,010	0,001	0,001	0,004
Цинк	2	3	0,500	1,000	0,011	0,241
Железо	2	3	2,000	0,300	0,026	1,070
Медь	2	3	0,500	1,000	0,011	0,240

Водное окружение Усть-Каменогорска – это, прежде всего реки Иртыш, Бухтарма, в 500 м от металлургического комплекса протекает Ульба, Бухтарминское и Усть-Каменогорское водохранилища. Многие годы технологическая сточная вода заводов металлургического комплекса сбрасывалась в реку Бухтарму, Ульбу, Иртыш и далее в водохранилища без предварительной очистки за исключением их нейтрализации на известняковых фильтрах. В самое последнее время с целью уменьшения сброса сточной воды в реки и водохранилища предприняты попытки построить очистительные сооружения с целью возврата воды с хвостохранилища для водоснабжения обогатительной фабрики. Однако остается вопрос, в каком состоянии будут в перспективе сточные воды, сбрасываемые, в конечном счете, в реки и водохранилища. Этот жизненный вопрос в первую очередь касается канцерогенных металлов (As, Pb, Cd) [13, 14].

Из года в год металлургический комплекс наращивает темпы производства, вводя в эксплуатацию новые цеха и структурные единицы.

В связи с этим все острее стоит на повестке дня города Усть-Каменогорска крупная жизненная проблема исключения рабочего человека из зоны производства, резкого снижения вредных выбросов, оказывающих хроническое отравление на жителей города. Уже сегодня возникла безотлагательная необходимость полной автоматизации технологического процесса, компьютерного управления производством, введения нового современного оборудования с одновременной заменой старого и реконструкцией старых заводов комплекса. Только за последние три года государством выделено три миллиарда тенге [9] Усть-Каменогорскому металлургическому комплексу для снижения объема вредных выбросов. Однако вряд ли возможна кратковременная ликвидация всего набора негативных факторов окружающей среды, созданной производством, если учитывать ряд следующих факторов:

1. В г. Усть-Каменогорске кроме металлургического комплекса Казцинк находится крупный титаномагнийвый комбинат, обогатительные фабрики.

2. Большую лепту в напряженную экологическую ситуацию вносит многочисленный транспорт индустриального города.

3. Наконец, неблагоприятно само физико-географическое расположение города – 100 дней в году безветренны.

Проведенные нами расчеты объемов выбросов и их токсикологических параметров дают возможность заключить, что даже в условиях соблюдения норм ПДК реальные выбросы токсикантов составляют десятки тысяч тонн твердых веществ и десятки триллионов кубических метров газа. Кроме того, следует учитывать и тот фактор, что ориентация

экологов при снижении выбросов на предельно-допустимые концентрации не дает истинной «стрессовой» картины города. Следует учитывать способность значительной части выбросов комплекса, в частности тяжелых металлов, к кумуляции даже при их длительном малопорционном действии.

С другой стороны, индустриальный город испытывает вредное действие большого набора ксенобиотиков, способных при определенных качественных и количественных соотношениях вызывать многократно усиленное синергическое вредное действие, пока что мало изученное и не учтенное в гигиенических нормативах.

Литература

- 1 Маршал В. Основные опасности химических производств. – М.: Мир, 1989. – 329 с.
- 2 Токсикологическая химия / Под ред. Т.В. Плетневой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2005. – 512 с.
- 3 Вологодская Г. Город без права на будущее / Караван. – Алматы, 19 марта 2012.
- 4 Васильев С. Казцинк: опережая век / Независимая областная газета «Flash». – 21 апреля 2011.
- 5 Сердюк В.С., Стищенко Л.Г. Основы токсикологии. – Ханты-Мансийск: РИЦ ЮГУ, 2006. – 320 с.
- 6 Сборник санитарно-гигиенических нормативов и методов контроля вредных веществ в объектах окружающей среды. – М., 1991. – 200 с.
- 7 ГН 2.1.5.1315-03.2003г. ПДК химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
- 8 ГН 2.2.5.1313-03.2003 г. Гигиенические нормативы. ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
- 9 Васильев С. Казцинк: экологическая программа выполнена / Независимая областная газета ВКО «Flash». – 12 июня 2012.
- 10 Кратенко А. Новая металлургия – чистая металлургия / Ленинская смена. – № 242(17600). – 29 декабря 2012.
- 11 ГОСТ 1.2.1 007-76 ССБТ «Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности».
- 12 Федорова Н. Новый шаг в экологии / Караван. – № 52. – 27 декабря 2012.
- 13 Ситникова В.А., Осипова М.А. Влияние урбанизованных процессов на экологическое состояние реки Иртыш и ее притоков / Сб. Актуальные проблемы современной науки. – Т. 1. – № 3. – 2012. – 150 с.
- 14 Шевченко В. На финишной прямой. В ближайшие два-три года ТОО Казцинк обещает кардинально улучшить экологическую ситуацию / Казахстанская газета. – 22 апреля 2011.

References

- 1 Marshal V. Osnovnye opasnosti khimicheskikh proizvodstv. M.: Mir, 1989. – 329 s.
- 2 Toksikologicheskaya khimiya / Pod red. T.V. Pletnevoy. – M.: GEOTAR-Media, 2005. – 512 s.
- 3 Vologodskaya G. Gorod bez prava na budushchee / Karavan. – Almaty, 19 marta 2012.
- 4 Vasilev S. Kaztsink: operezhayaya vek / Nezavisimaya oblastnaya gazeta „Flash”. – 21 aprelya 2011.
- 5 Serdyuk V.S., Stishenko L.G. Osnovy toksikologii. – Khanty-Mansiysk: RITS YUGU, 2006. 320 s.
- 6 Sbornik sanitarno-gigienicheskikh normativov i metodov kontrolya vrednykh veshchestv v obektakh okruzhayushchey sredy. M., 1991. – 200 s.
- 7 GN 2.1.5.1315-03.2003g. PDK khimicheskikh veshchestv v vode vodnykh obektov khozyaystvenno-pitevogo i kulturno-bytovogo vodopolzovaniya.
- 8 GN 2.2.5.1313-03.2003g. Gigienicheskie normativy PDK vrednykh veshchestv v vozdukhke rabochey zony.
- 9 Vasilev S. Kaztsink: ekologicheskaya programma vypolnena / Nezavisimaya oblastnaya gazeta „Flash”. – 12 iyunya 2012.
- 10 Kratenko A. Novaya metallurgiya – chistaya metallurgiya / Leninskaya smena. № 242(17600). – 29 dekabrya 2012.
- 11 GOST 1.2. 007-76 SSBT “Vrednye veshchestva. Klassifikatsiya i obshchie trebovaniya bezopasnosti”.
- 12 Fedorov N. Novyy shag v ekologii / Karavan. – № 52. – 27 dekabrya 2012.
- 13 Sitnikova V.A., Osipova M.A. Vliyaniye urbanizovannykh protsessov na ekologicheskoye sostoyaniye reki Irtysh i ee pritokov / Sb. Aktualnye problemy sovremennoy nauki. – T. 1. – № 3. – 2012. – 150 s.
- 14 Shevchenko V. Na finishnoy pryamoy. V blizayshie dva-tri goda TOO Kaztsink obeshchaet kardinalno uluchshit ekologicheskuyu situatsiyu / Kazakhstanskaya gazeta. – 22 aprelya 2011.