

Оценка воздействия выбросов строящегося Тайшетского алюминиевого завода на окружающую среду

В.Л. Макухин¹, Н.И. Янченко², А.Н. Баранов^{2*}

¹ Лимнологический институт СО РАН
664033, г. Иркутск, ул. Улан-Баторская, 3

² Иркутский государственный технический университет
664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 83

Поступила в редакцию 22.04.2009 г.

Выполнены прогнозные оценки доли массы фтора, осевшего в районе строящегося алюминиевого завода, из всей выброшенной массы фтора. Получены прогностические карты-схемы, иллюстрирующие будущее влияние выбросов строящегося Тайшетского алюминиевого завода на подстилающую поверхность региона. Показано, что при выходе Тайшетского алюминиевого завода на проектную мощность его выбросы могут достигать Братска.

Ключевые слова: фтор, диоксид серы, осаждение, трансформация, моделирование.

На алюминиевых заводах при производстве 1 т алюминия расходуется 30–50 кг фтористых солей [1], при этом в атмосферу выбрасываются различные примеси, неблагоприятно влияющие на окружающую среду: фтористый водород, твердые фториды, диоксид серы, взвешенные вещества, оксид углерода, бенз(а)пирен и др. Некоторые вещества обладают мутагенной и канцерогенной активностью. Избыток фтора в организме человека вызывает костное заболевание флюороз, недостаток фтора – кариес [2]. Опасны биологически активные подвижные формы фтора, способные включаться в звенья трофической цепи, накапливаться в растениях [2–4].

В настоящее время в Байкальском регионе расположены Братский и Иркутский алюминиевые заводы, которые в течение более 40 лет производят свыше 1 млн т алюминия в год. С учетом пускового периода, отсутствия должного экологического законодательства в прошлом и других факторов выбросы фтористого водорода в этом регионе уже составили 80 тыс. т. К 2012 г. планируется, что на территории Восточной Сибири электролитическое производство первичного алюминия будет находиться уже в четырех городах: Братске (БрАЗ, 1 млн т алюминия в год), Шелехове (ИркАЗ, свыше 500 тыс. т/год), Тайшете (проектная мощность 500–600 тыс. т алюминия в год) и районе Богучан (БоАЗ, проектная мощность 600 тыс. т/год). Таким образом, в ближайшее время на территории Байкальского региона планируется выпускать свыше 2,5 млн т алюминия в год, при этом в атмосферу ежегодно будет поступать примерно 2500 т HF.

Для снижения выбросов фторидов возможно применение литиевых добавок, полученных из рассолов Восточной Сибири [5]. В 2002 г. по проекту Л 00 47 «Интеграция науки и производства» выполнена разработка технологии очистки газовых выбросов от HF при производстве алюминия [6].

В Тайшете ведется строительство нового алюминиевого завода мощностью 300–400 тыс. т алюминия в год. По предварительным оценкам, в период работы на полную мощность по выпуску алюминия выбросы фтора, возможно, составят 500 т/год, исходя из предположения, что не будет достигнута современная рекомендуемая в ЕС норма удельных выбросов 1 кг HF на 1 т Al [7]. Предусмотренная в проекте Тайшетского завода «сухая» газоочистка эффективна для фторидов, но практически не улавливает диоксид серы и карбонильный сульфид [8]. В этом случае возможный выброс серосодержащих соединений в атмосферу составит примерно 10–12 тыс. т в год [1].

Целью данной работы явились диагностические и прогностические исследования процессов распространения, трансформации и осаждения соединений серы и фтора в регионе Тайшет–Братск.

На первом этапе данного исследования были выполнены прогнозные оценки интенсивности осаждения фторидов на подстилающую поверхность региона строящегося Тайшетского алюминиевого завода. Мощность источника выбросов газообразных фторидов предполагалась равной 600 т/год.

Для моделирования распространения, трансформации и осаждения соединений фтора и серы использовалась пространственная численная модель, применявшаяся ранее при исследовании процессов распространения фтора, выбрасываемого в атмосферу Братским алюминиевым заводом [9, 10]. В районе строящегося Тайшетского алюминиевого

* Владимир Леонидович Макухин (aerosol@lin.irk.ru); Наталья Ивановна Янченко (fduecn@bk.ru); Анатолий Никитич Баранов (a_baranow@mail.ru).

завода была выбрана область площадью 120×120 км и высотой 2,5 км над подстилающей поверхностью. Рельеф подстилающей поверхности снимался с карт масштаба 1:100000. Расчеты проводились при следующих значениях параметров. Шаги по времени и горизонтали составляли 5 мин и 1 км соответственно; шаг по вертикали задавался следующим образом: до высоты 500 м он равнялся 50 м, до высоты 700 м – 100 м, далее 300, 500 и 1000 м. Скорость осаждения фторидов принималась равной 0,3 см/с.

По рассчитанным полям концентраций фторидов выполнена оценка значений интенсивности осадений аэрозолей на подстилающую поверхность. На рис. 1 и 2 показаны прогностические карты-схемы, иллюстрирующие распределение плотности массового расхода фторидов на подстилающей поверхности региона в январе и июле.

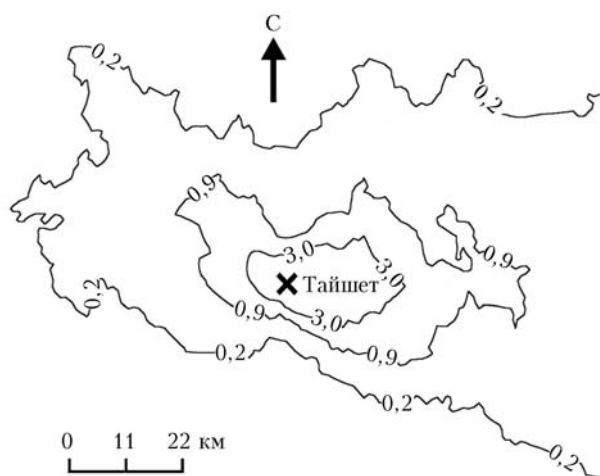


Рис. 1. Изолинии плотности осаждения фторидов на подстилающей поверхности региона Тайшетского алюминиевого завода в январе, $\text{кг}/(\text{км}^2 \cdot \text{мес})$

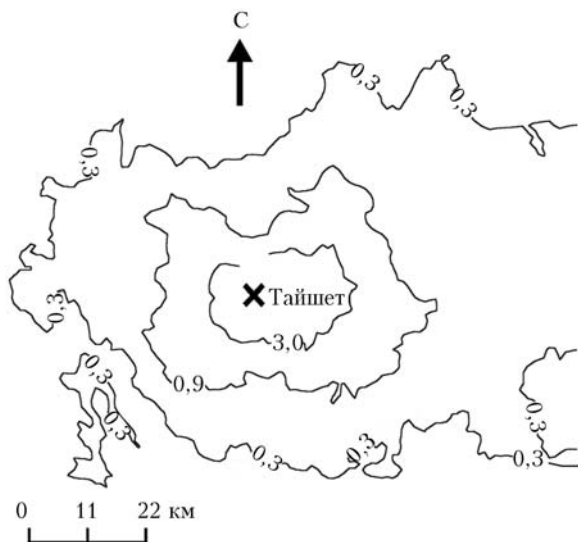


Рис. 2. Изолинии плотности осаждения фторидов на подстилающей поверхности региона Тайшетского алюминиевого завода в июле, $\text{кг}/(\text{км}^2 \cdot \text{мес})$

В январе преобладают ветры северо-западного направления, реже отмечаются юго-восточные ветровые потоки, поэтому изолинии интенсивности осаждения фторидов вытянуты на юго-восток и северо-запад. В июле больше наблюдаются западные потоки, их скорости меньше, чем в январе, примеси осаждаются более равномерно во всех направлениях.

Выполнены прогнозные оценки доли массы осевшего в исследуемом районе фтора из всей выброшенной массы фтора. Получено, что после выхода Тайшетского алюминиевого завода на полную мощность в районе его влияния на поверхность площадью 120×120 км за год оседет примерно 13% от выбросов HF. Результаты за отдельные месяцы (%) приведены ниже.

Январь	Апрель	Июль	Октябрь
12	11	16	12

Второй этап исследований проводился с целью прогностической оценки плотности массового расхода сульфатов на подстилающей поверхности региона Тайшет–Братск. Источниками выбросов являлись действующий в Братске алюминиевый завод и строящийся Тайшетский. Была выбрана область площадью 300×200 км и высотой 3 км над подстилающей поверхностью. Расчеты проводились при следующих значениях параметров. Шаги по времени и горизонтали составляли 5 мин и 2 км соответственно; шаг по вертикали до высоты 400 м равнялся 50 м, до высоты 600 м – 100 м, далее 400, 500, 800 и 1200 м. Предполагаемая интенсивность выбросов SO_2 Тайшетским алюминиевым заводом составила 12 тыс. т/год. Скорость осаждения сульфатов принималась равной 0,4 см/с.

По рассчитанным полям концентраций сульфатов выполнена оценка значений интенсивности осадений аэрозолей на подстилающую поверхность. На рис. 3 показаны изолинии интенсивности осаждения сульфатов на подстилающей поверхности региона Тайшет – Братск при учете выбросов только одного строящегося Тайшетского алюминиевого завода.

Воздействие соединений серы прослеживается на расстоянии до 200 км и более. Рис. 4 иллюстрирует распределение плотности массового расхода сульфатов на подстилающей поверхности региона Тайшет–Братск при действии двух источников выбросов.

Таким образом, получены прогностические карты-схемы, иллюстрирующие распределение плотности массового расхода фторидов на подстилающей поверхности в районе Тайшета. Выполнены прогнозные оценки доли массы осевшего в исследуемом районе фтора из всей выброшенной массы фтора. Получено, что после запуска первой очереди Тайшетского алюминиевого завода в районе его влияния на поверхность площадью 120×120 км за год оседет примерно 13% выбрасываемого фтора. Показано, что при выходе Тайшетского алюминие-

вого завода на проектную мощность его выбросы могут достигать Братска.



Рис. 3. Изолинии интенсивности осадения сульфатов на подстилающей поверхности региона Тайшет–Братск, $\text{кг}/(\text{км}^2 \cdot \text{мес})$, при одном действующем источнике выбросов (Тайшетский алюминиевый завод)

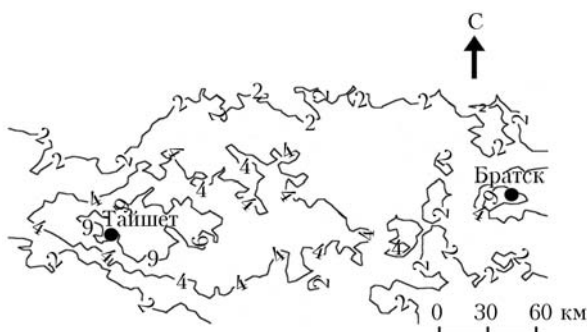


Рис. 4. Изолинии интенсивности осадения сульфатов на подстилающей поверхности региона Тайшет–Братск, $\text{кг}/(\text{км}^2 \cdot \text{мес})$, при двух действующих источниках выбросов (Тайшетский алюминиевый завод и БрАЗ)

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта 2.1.1/6468 Аналитической ведомственной целевой программы «Развитие научного потенциала высшей школы 2009–2010» Министерства образования и науки РФ.

V.L. Makukhin, N.I. Yanchenko, A.N. Baranov. The estimation of the influence of the emission of the Tayshet Aluminium Factory under construction on the media ambient.

Predictive assessment of a fraction of fluorine mass in the total fluorine mass settling in the region of Aluminum Plant under construction has been made. Schematic maps compiled illustrate an expected effect of the release from a building Tayshet Aluminum Plant on the surrounding areas. It is shown that when the planned production capacity of the Plant is obtained, its discharge would reach Bratsk and make hard ecological conditions in the city still worse.

1. Терентьев В.Г., Сысоев А.В., Гринберг И.С., Черных А.Е., Зельберг Б.И., Чалых В.И. Производство алюминия. М.: Металлургия, 1997. 350 с.
2. Савченков М.Ф., Юшков Н.Н., Горева Е.Л., Муратова Н.М., Макаров О.А., Ведерников В.А. Определение зависимости между загрязнением атмосферного воздуха фтористыми соединениями и содержанием фтора в организме // Охрана окружающей среды в муниципальных образованиях на современном этапе. Братск: БрГТУ, 2002. С. 285–290.
3. Михайлова Т.А., Бережная Н.С., Афанасьева Л.В. Воздействие фторсодержащих соединений на состояние хвойных лесов Предбайкалья // Лесоведение. 2005. № 2. С. 38–45.
4. Павлов И.Н. Изучение сорбции фтора в листьях древесных растений // Химия растительного сырья. 1998. № 2. С. 37–43.
5. Янченко Н.И. Ресурсосберегающая технология производства алюминия из криолитоглиноземных расплавов с добавками соединений лития: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Иркутск: ИрГТУ, 2002. 19 с.
6. Баранов А.Н., Вахромеев А.Г., Янченко Н.И., Кочупало Н.П., Рябцев А.Д. Получение литиевых продуктов из сибирских рассолов для экологизации производства алюминия. Иркутск: Изд-во ИрГТУ, 2004. 125 с.
7. Бузунов В.Ю., Куликов Б.П. Технические аспекты экологической безопасности алюминиевого производства // Техничко-экономический вестник РУСАЛа. 2005. № 11. С. 5–7.
8. *Changing knowledge and practices towards minimising fluoride and sulphur emissions from aluminium reduction cells* / Department of Chemistry, University of Auckland, Private Bag 92019, Auckland, New Zealand // *Light Metals: Proceedings of Sessions, TMS Annual Meeting (Warrendale, Pennsylvania)*. 2000. P. 333–338.
9. Янченко Н.И., Макухин В.Л., Баранов А.Н. Экспериментальные исследования и численное моделирование процессов распространения фтора в регионе г. Братск // Оптика атмосф. и океана. 2008. Т. 21. № 10. С. 841–843.
10. Янченко Н.И., Баранов А.Н., Макухин В.Л. Распределение фтора в зоне влияния алюминиевого завода // Экология и промышленность России. 2008. № 6. С. 22–25.