

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЕВОЙ ФОЛЬГИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ**

**В.А. Тамазян**

*Национальный политехнический университет Армении*

Городская среда представляет собой сложную систему, включающую во взаимосвязи два основных компонента - природный и антропогенный. В условиях интенсивного развития городов антропогенные факторы начинают доминировать над природными, что неизбежно приводит к нарушению экологического баланса. Такое изменение структуры городской среды становится одной из ключевых проблем современного урбанизма, особенно в контексте сохранения качества жизни населения.

Исторически города изначально формировались и развивались как центры экономической и социальной активности. Промышленные предприятия строились преимущественно вблизи крупных городов, что объяснялось наличием рабочей силы, транспортной инфраструктуры, близостью рынков сбыта и другими социально-экономическими факторами. Однако в результате расширения городов, роста численности населения и территориального уплотнения многие промышленные объекты оказались в пределах городской застройки. В современных условиях это обуславливает особую актуальность изучения их воздействия на окружающую среду и здоровье населения.

В подобной ситуации в Армении оказалась деятельность ЗАО "РУСАЛ Арменал", расположенного в одном из густонаселённых районов города Еревана. Данное предприятие специализируется исключительно на производстве алюминиевой фольги. Основной технологический цикл включает в себя плавку, литьё и прокатку первичных алюминиевых слитков, что формирует ряд характерных воздействий на окружающую среду.

В статье рассматриваются актуальные проблемы, связанные с газовыми выбросами. Представлена технологическая схема очистки выбросов.

**Ключевые слова:** городская среда, антропогенное воздействие, экологический баланс, промышленное предприятие, алюминиевая фольга, выбросы в атмосферу.

**Введение.** Структура предприятия ЗАО "РУСАЛ Арменал" представлена несколькими основными производственными подразделениями: цехом плавки, цехом прокатки фольги, цехом резки и окончательного отжига,

а также рядом вспомогательных производств [1, 2]. Каждое из этих подразделений обладает собственной спецификой и оказывает определённое отрицательное воздействие на экологическое состояние территории. В первую очередь речь идёт о загрязнении атмосферного воздуха, образовании пылевых и газообразных выбросов, тепловом воздействии, а также о шумовом загрязнении и проблемах, связанных с обращением с отходами.

Таким образом, исследование экологических последствий функционирования предприятий по производству алюминиевой фольги в условиях плотной городской застройки приобретает особую значимость. Это позволяет оценить масштабы воздействия на окружающую среду, выявить потенциальные риски для здоровья населения и определить направления для минимизации отрицательных факторов.

Анализ экологического состояния завода показывает, что литейный цех является основной зоной экологического риска. В этой производственной зоне отсутствуют установки очистки атмосферных выбросов, в результате чего выделяемые пары и газы напрямую поступают в окружающую среду. Хотя завод и лабораторные исследования подтверждают, что выбросы не превышают предельно допустимые нормы, установленные законодательством Республики Армения, отсутствие очистки повышает вероятность долгосрочного накопления загрязняющих веществ, локального загрязнения и постепенного ухудшения качества воздуха [3].

В отличие от литейного цеха, цех прокатки алюминиевой фольги оснащён современными системами вытяжной вентиляции, которые, согласно технической документации, обеспечивают 98% очистку воздуха до его выброса в окружающую среду.

С другой стороны, вспомогательные подразделения, хотя и не являются основными источниками прямых выбросов, оказывают косвенное воздействие, например, в виде промышленного шума и распространения пыли.

Учитывая вышеуказанные условия, возникает необходимость проведения комплексной экологической оценки, основанной как на анализе технологических процессов, так и на лабораторных исследованиях, с целью выявления количественных и качественных показателей загрязняющих веществ в воздухе, почве и других средах.

**Цель данного исследования** - проанализировать влияние различных этапов производства алюминиевой фольги на городскую среду, используя в качестве кейса завод “РУСАЛ Арменал”. Особое внимание уделяется уязвимости литейного цеха. Рассматриваются возможные технологические

решения, необходимость внедрения систем очистки и пути совершенствования экологического мониторинга. В плавильной печи перерабатывается сырьё, состоящее из 70% первичного алюминия и 30% алюминиевого лома, фольгового шлака и легирующих добавок. Содержание смазывающей жидкости в фольговом шлаке составляет 13%.

**Методы исследования.** Для оценки экологической ситуации применялись как полевые наблюдения, так и лабораторные исследования на предварительном этапе. На их основе были оценены количество выбросов, их состав и ареалы распространения.

Из плавильной печи в основном выделяются  $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ :

✓ годовой выброс  $\text{CO}_2$  от сжигания смазывающей жидкости составляет 3,574 *t/год*;

✓ годовой выброс  $\text{NO}_2$  от производственного процесса составляет 4,38 *t/год*.

С учетом того, что в течение года в цехе функционируют 6 печей из 8, соответствующие годовые выбросы составляют:

✓  $\text{CO}_2$ :  $3,574 \times 6 = 21,42$  *t/год*;

✓  $\text{NO}_2$ :  $4,38 \times 6 = 26,28$  *t/год*.

Кроме того, с воздушно-газовой смесью в атмосферу выбрасываются пары охлаждающей жидкости (13%) и взвешенные вещества (3,19 *t/год*). Поскольку выбросы происходят из различных источников, наиболее эффективным решением является их улавливание и последующая очистка.

В рамках исследований была разработана система, обеспечивающая очистку веществ, выбрасываемых из разных источников, что позволяет минимизировать негативное воздействие на окружающую среду.

Из всех работающих печей воздушно-газовая смесь удаляется с помощью аспирационной системы и через коллектор поступает в вертикальный дымоход, оборудованный необходимым очистным устройством, которое орошается водой (рис. 1, 2). В сооружение подается загрязнённая воздушно-газовая смесь со следующей концентрацией выбросов:  $\text{CO}_2$ :  $3,574 \times 6 = 21,42$  *t/год*,  $\text{NO}_2$ :  $4,38 \times 6 = 26,28$  *t/год*, пары и взвешенные вещества: 3,19 *t/год* (0,37 *кг/ч*). Данная система обеспечивает улавливание и очистку выбросов перед их выбросом в атмосферу, что позволяет значительно снизить воздействие загрязняющих веществ на окружающую среду [4, 5].

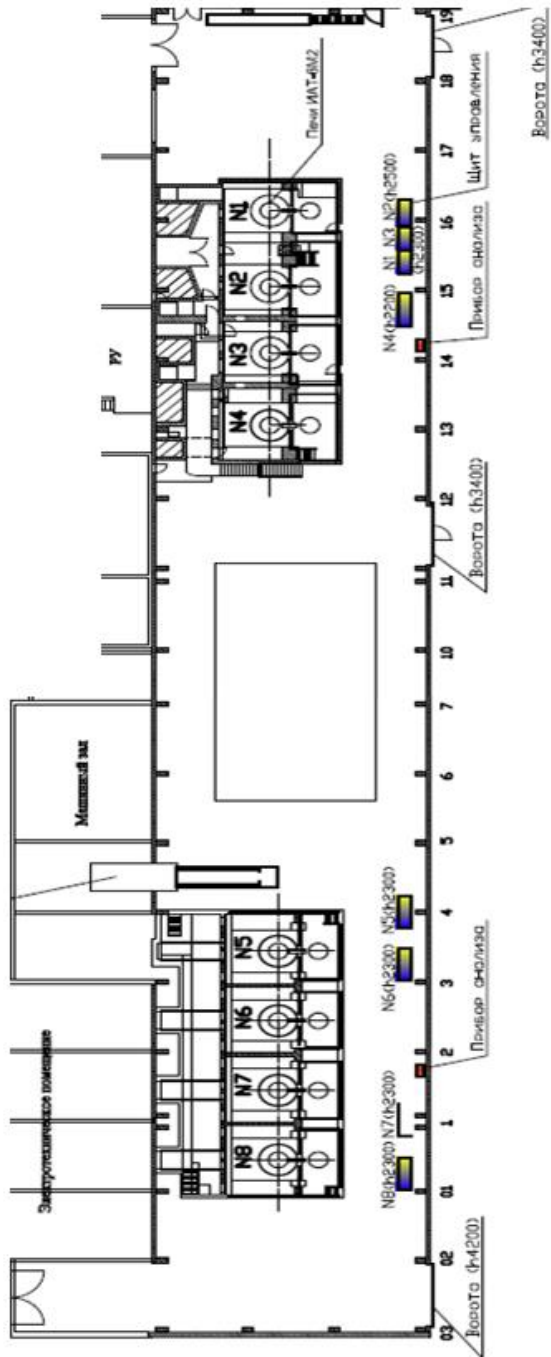


Рис. 1. Схема плавильного отделения

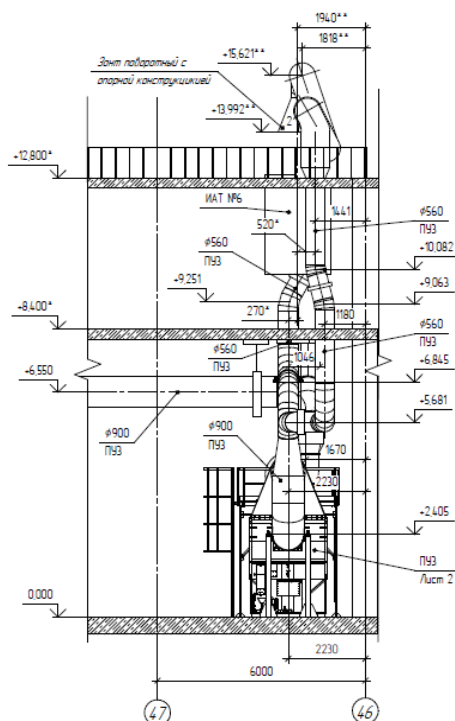


Рис. 2. Схема очистки газовых выбросов

Были проведены отборы проб атмосферного воздуха как внутри производственных цехов, так и на прилегающих территориях (см. табл.). Отбор проб выполнен в соответствии со стандартными методами контроля загрязнения воздуха [3, 6].

Таблица.

Отбор проб атмосферного воздуха внутри производственных цехов и на прилегающих территориях

№	Точка отбора пробы	Наименование определяемого компонента вещества	Результат исследования, (мг/м <sup>3</sup> )	Предельно допустимые концентрации химических веществ в соответствии с нормами ПД (мг/м <sup>3</sup> )	Разница (мг/м <sup>3</sup> )
1	Рядом с печкой ИАТ6-М2, номер 5	Содержание углерода (чистого)	1,4	6	4,6
		Количество углерода (чистого)	1,0	6	5
		Оксиды азота (суммарно NO, NO <sub>2</sub> )	0,034	6	6
		Монооксид углерода (угарный газ)	не обнаружено	20	20
2	Рядом с печкой ИАТ6-М2, номер 8	Содержание углерода (чистого)	1,3	6	4,7
		Количество углерода (чистого)	0,9	6	5,1
		Оксиды азота (суммарно NO, NO <sub>2</sub> )	0,031	6	6
		Монооксид углерода (угарный газ)	не обнаружено	20	20
3	Рядом с печкой ИАТ6-М2, номер 3	Содержание углерода (чистого)	1,5	6	4,5
		Количество углерода (чистого)	1,2	6	4,8
		Оксиды азота (суммарно NO, NO <sub>2</sub> )	0,039	6	6
		Монооксид углерода (угарный газ)	не обнаружено	20	20

**Заключение.** Проведённое исследование показало, что функционирование ЗАО «РУСАЛ Арменал», расположенного в условиях плотной городской застройки Еревана, оказывает заметное воздействие на экологическое состояние городской среды. Наибольший экологический риск связан с деятельностью литейного цеха, где отсутствуют системы очистки газовых выбросов. Несмотря на то, что лабораторные замеры подтверждают соответствие выбросов установленным нормативам, длительное и неконтролируемое поступление загрязняющих веществ в атмосферу может привести к локальному накоплению и ухудшению качества воздуха.

В то же время цех прокатки алюминиевой фольги оснащён современными системами очистки, обеспечивающими до 98% эффективности, что подтверждает возможность применения технических решений для минимизации воздействия на окружающую среду. Разработанная в рамках исследования схема улавливания и очистки выбросов из плавильных печей демонстрирует высокий потенциал для снижения негативного воздействия на атмосферный воздух.

Таким образом, внедрение систем аспирации и очистки выбросов, усиление экологического мониторинга и постепенное обновление технологий переработки алюминия являются ключевыми направлениями по снижению антропогенной нагрузки завода на городскую среду. Реализация этих мер позволит не только улучшить экологическую ситуацию в районе предприятия, но и повысить уровень социальной ответственности промышленного производства.

## Литература

1. Техническая документация Плавильного отделения ЗАО «РУСАЛ Арменал». - Ереван, внутренний документ предприятия.
2. Технологическая документация производства фольги ЗАО «РУСАЛ Арменал». - Ереван, внутренний документ предприятия.
3. **Сафарян А.А.** Урбанизация и экологические риски в Армении // Вестник экологии и устойчивого развития. - 2021. - №2. - С. 45–53.
4. The Aluminium Association. Environmental Profile Report for the European Aluminium Industry. - Brussels, 2018.
5. European Commission. Best Available Techniques (BAT) for the Non-Ferrous Metals Industries. - Brussels, 2016.

6. **Захаров В.М.** Экология и промышленное производство: современные вызовы и решения. – М.: Наука, 2020. - 310 с.

*Поступила в редакцию 30.07.2025.  
Принята к опубликованию 10.09.2025.*

## **ՓԱՅԼԱԹԻԹԵՂԻ ԱՐՏԱՂՈՒԹՅԱՆ՝ ՇՐՋԱԿԱ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ՎՐԱ ԱԶԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏԱԿԱՆԸ**

### **Վ.Ա. Թամազյան**

Քաղաքային միջավայրը բարդ համակարգ է, որը բաղկացած է երկու հիմնական բաղադրիչներից՝ բնական և մարդածին: Քաղաքների ինտենսիվ զարգացման պայմաններում մարդածին գործոնները սկսում են գերակշռել բնականների համեմատ, որն անխուսափելիորեն հանգեցնում է էկոլոգիական հավասարակշռության խախտմանը: Քաղաքային միջավայրի կառուցվածքի այս փոփոխությունը դառնում է ժամանակակից քաղաքաշինության հիմնական մարտահրավերներից մեկը, հատկապես՝ բնակչության կյանքի որակի պահպանման համատեքստում:

Պատմականորեն քաղաքները սկզբնապես ձևավորվել և զարգացել են որպես տնտեսական և սոցիալական գործունեության կենտրոններ: Արդյունաբերական ձեռնարկությունները կառուցվել են հիմնականում խոշոր քաղաքների մոտ՝ աշխատուժի, տրանսպորտային ենթակառուցվածքների, շուկաների և մոտ լինելու և այլ սոցիալ-տնտեսական գործոնների հաշվառմամբ: Այնուամենայնիվ, քաղաքների ընդլայնման, բնակչության աճի և տարածքային սեղմման արդյունքում, շատ արդյունաբերական ձեռնարկություններ հայտնվել են քաղաքային ենթակառուցվածքների շրջանակներում: Ժամանակակից պայմաններում հատկապես կարևորվում է շրջակա միջավայրի և հանրային առողջության վրա դրանց ազդեցության ուսումնասիրությունը:

Հայաստանում նմանատիպ իրավիճակում է հայտնվել նաև «ՌՌԻՍԱԼ Արմենալ» ՓԲԸ-ն, որը գտնվում է Երևանի խիտ բնակեցված շրջաններից մեկում: Այս ընկերությունը մասնագիտանում է բացառապես այլումինե փայլաթիթեղի արտադրության մեջ: Արտադրական հիմնական ցիկլը ներառում է առաջնային այլումինե ձուլակտորների հալեցում, ձուլում և գլանում, ինչն առաջացնում է մի շարք բնորոշ բնապահպանական ազդեցություններ:

Հոդվածում ուսումնասիրվել են զագային արտանետումների արդիական խնդիրները: Առաջարկվել է արտանետումներից մաքրման տեխնոլոգիական սխեմա:

**Առանցքային բաներ.** քաղաքային միջավայր, մարդածին ազդեցություն, էկոլոգիական հավասարակշռություն, արդյունաբերական ձեռնարկություն, այլումինե փայլաթիթեղ, մթնոլորտային արտանետումներ:

## ENVIRONMENTAL IMPACT ASSESSMENT OF ALUMINUM FOIL PRODUCTION

**V.A. Tamazyan**

The urban environment is a complex system comprising two main components: natural and anthropogenic. With intensive urban development, anthropogenic factors begin to dominate over natural ones, inevitably leading to an imbalance in the ecological balance. This change in the structure of the urban environment is becoming one of the key issues of modern urbanism, especially in the context of maintaining the people's quality of life.

Historically, cities were initially formed and developed as centers of economic and social activity. Industrial enterprises were built primarily near large cities, due to the availability of labor, transportation infrastructure, proximity to markets, and other socioeconomic factors. However, as a result of urban expansion, population growth, and territorial densification, nowadays many industrial facilities can be found within urban development. In today's environment, this makes studying their impact on the environment and public health particularly relevant.

RUSAL Armenal CJSC located in a densely populated area of Yerevan, is in a similar situation in Armenia. This company specializes exclusively in the production of aluminum foil. The main production cycle includes smelting, casting, and rolling of primary aluminum ingots, which generates a number of characteristic environmental impacts.

This article examines current issues related to gas emissions and presents a process flow diagram for treating emissions.

**Keywords:** urban environment, anthropogenic impact, ecological balance, industrial enterprise, aluminum foil, atmospheric emissions.