

## **2.3. ВЛИЯНИЕ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ЛЮДЕЙ**

УДК 504.06

*Казаченок Н.Н.*

*Белорусско-Российский университет, г. Могилев, республика Беларусь*

### **ПРОБЛЕМЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ОТХОДОВ ЭЛЕКТРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ЖИВОЙ ОРГАНИЗМ**

*Аннотация.* Показано, что при оценке вредного влияния полиметаллических отходов на живой организм целесообразно использовать характер динамики «совокупного отклонения» группы показателей, полученного по методу двойного контроля. Пиковое значение динамики соответствует максимальному напряжению компенсаторно-защитных систем.

*Ключевые слова:* полиметаллические отходы, токсикометрическая оценка, вредное действие, защитно-компенсаторные реакции.

*Kazachonok N.N.*

*Belarusian-Russian University, Mogilev, Republic of Belarus*

### **PROBLEMS OF ASSESSING THE EFFECT OF WASTE FROM ELECTROMETALLURGICAL PRODUCTION ON THE LIVING ORGANISM**

*Abstract.* It is shown that when assessing the harmful effects of polymetallic wastes on a living organism, it is advisable to use the dynamics of the «cumulative deviation» of a group of indicators obtained by the double control method. The peak value of the dynamics corresponds to the maximum voltage of the compensatory protection systems.

*Keywords:* polymetallic waste, toxicometric assessment, harmful effect, protective and compensatory reactions

Полиметаллические отходы электрометаллургического производства отличаются разнообразным химическим составом, включают десятки химических элементов и их соединений. Так, при плавке чугуна и стали в электродуговых печах выделяется железо, легирующие компоненты, а также фториды, цианиды, оксиды серы. При плавке цветных металлов и их сплавов помимо самих металлов (цинка, кадмия, свинца, бериллия и других) и их оксидов выделяются оксиды азота и серы, хлор, хлорид

бария, фторид кальция. Отходы, образующиеся в процессе плавки, можно разделить на две основные группы – газообразные и твердые. Газообразные отходы, не уловленные газоочистными аппаратами, попадают в воздух, осаждаются на почву и смываются в поверхностные воды, и обуславливают дополнительные уровни заболеваемости и смертности в населенных пунктах.

По данным государственного доклада «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации в 2023 году» в России 13,6 дополнительных смертей на 100000 населения и 19,3 дополнительных случаев заболеваний на 1000 населения связано с загрязнением воздуха, воды и почвы.

Газообразные отходы довольно быстро ассимилируются в экосистемах и при сокращении выбросов обычно перестают создавать проблемы.

Аэрозоли распространяются в атмосферном воздухе подобно газообразным отходам на большие расстояния, но со временем оседают на поверхность почвы, в которой могут сохраняться неопределенное время.

В России регулярно проводится анализ выбросов тяжелых металлов (ванадий, свинец, кадмий, ртуть, марганец, медь, никель, хром, мышьяк) от стационарных источников. В 2023 г. по сравнению с 2014 г. сократились объемы выбросов пентаоксида диванадия, оксида кадмия, оксида меди, ртути и мышьяка. возросло количество выбросов марганца, никеля, свинца и хрома. В 2023 г. объем выбросов марганца и его соединений составил 930,8 т, никеля – 10,2 т, свинца и его неорганических соединений – 106,4 т, хрома – 131,5 т.

Твердые отходы – это пыли из очистных устройств (пылеосадительных камер, циклонов, фильтров) и шлаки. Несмотря на разрабатываемые технологии переработки отходов, значительная часть их до сих пор содержится в отвалах. Часть пылей в процессе мокрой очистки

пылегазовоздушной смеси переходит в состояние шлама и складируется в шламонакопителях. В промышленные отвалы попадают и отходы электродного производства.

Твердые отходы сохраняются на месте складирования неопределенно долгое время. Растворимые соединения могут постепенно просачиваться в грунтовые воды, если на полигоне нет эффективной гидроизоляции. Нерастворимые – подвергаются выветриванию, как и первичные минералы.

В целом, влияние полиметаллических отходов на фитосоставляющую экосистем не является критичным. Непосредственно на отвалах способны расти многие виды растений. Исследование продуктивности сельскохозяйственных культур и накопление ими тяжелых металлов в товарной части урожая при добавлении в почву отходов производства ферросплавов показало, что растения способны переносить весьма высокие дозы отходов без статистически значимых отличий от контроля [1, 2].

Настоящей проблемой становится поиск критериев оценки действия полиметаллических смесей на организм животных и человека.

Во-первых, многие металлы являются реакционными центрами ферментов, то есть, в определенных дозах необходимы организму. Принято выделять несколько диапазонов доз: зона дефицита, зона фармакологических доз, зона недействующих доз, зона токсических доз. Однако, на практике определение границ этих зон даже для одного металла является весьма затруднительным.

Во-вторых, недостаточно изучено комбинированное действие даже для двухкомпонентных смесей соединений металлов. Было выявлено несколько типов взаимодействия вредных веществ: аддитивное действие, antagonизм и потенцирование. По нашему мнению, аддитивное действие различных веществ – это некорректное понятие. Химические

элементы и их соединения различаются и по химическим свойствам, и по биологическому действию. Общеизвестно, что кальций стимулирует сердечную деятельность и мышечные сокращения, а калий тормозит. Натрий и калий настолько различаются, что разница их концентраций создает на мембране потенциал действия, формирующий нервный импульс и его передачу. Различаются также параметры материальной и функциональной кумуляции, механизмы выведения или метаболического преобразования различных соединений [5].

В-третьих, было показано, что при действии вредного вещества физиологические функции изменяются нелинейно. Меньшие дозы способны вызвать серьезные отклонения измеряемых параметров, а дозы, близкие к летальным, показывают «стабилизацию» [7].

Нами были исследованы 54 параметра состояния организма теплокровных животных (крыс «Вистар») при ингаляционном и внутрибрюшинном введении полиметаллических отходов (пылей, шлаков и шламов) металлургического производства [3] и выбраны наиболее информативные показатели [5, 6]. Однако, эти показатели также изменялись нелинейно и не позволяли однозначно определить момент срыва адаптации, то есть проявление собственно вредного действия введенного вещества. Поэтому нами была предложена интегральная оценка состояния животного в виде совокупного отклонения (СО) относительных значений показателей с использованием методов «двойного контроля» [3, 4].

При исследовании 7 образцов отходов производства феррохрома и силикокальция оказалось, что и при однократном, и при многократном введении динамика СО имеет характерные пики, после которых наступает «стабилизация», которую мы определили, как состояние срыва адаптационных процессов, угнетение защитно-компенсаторных реакций. Характерная динамика СО представлена на рис. 1.

На рис. 1 представлены значения СО при однократном внутрибрюшинном введении пыли, образующейся при выплавке феррохрома ФХ015 в печи № 34 Челябинского электрометаллургического комбината. Доза указана в долях от ранее установленной ЛД<sub>50</sub>. СО – в относительных единицах по методу «двойного контроля» [7].

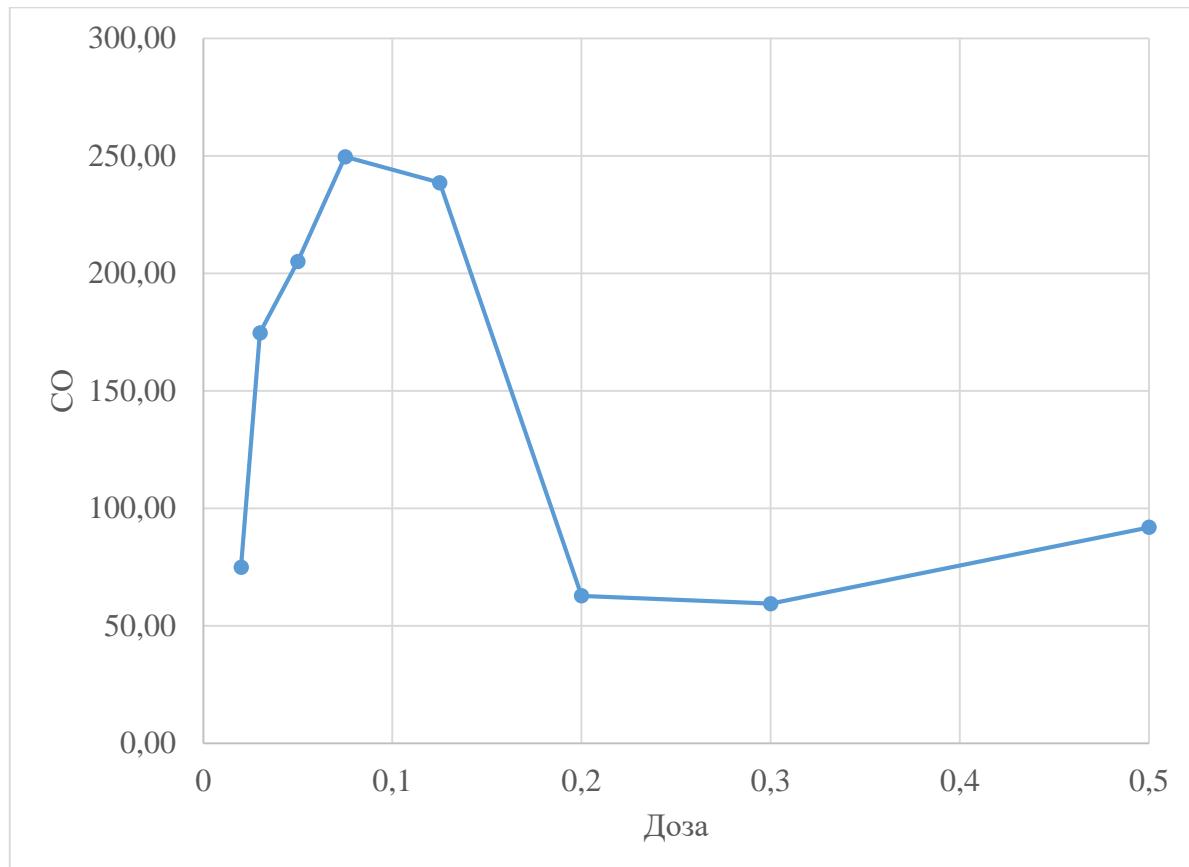


Рис. 1. Динамика совокупного отклонения показателей

Видно, что при дозах, близких к летальным, отклонение показателей такое же, как при дозе 0,02 от ЛД<sub>50</sub>. При дозах 0,075 и 0,125 напряжение защитно-компенсаторных систем максимальное. Возможно, дальнейшее увеличение интенсивности защитных реакций может быть более опасно, чем интоксикация и организм предпочитает направить ресурсы на поддержание стабильного состояния.

Таким образом, можно предполагать, что интегральная оценка состояния организма с помощью динамики СО позволяет провести

токсикометрическую оценку полиметаллических отходов электрометаллургического производства по комплексу параметров.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Дубинина А.С., Колинтеенкова Т.С., Казаченок Н.Н. Резистентность пшеницы к токсичным дозам микроэлементов // Проблемы экологии и экологического образования Челябинской области Челябинск: Изд. ЧГПУ «Факел», 1999. С. 23–26.
2. Захаров О.В., Казаченок Н.Н. Влияние отходов металлургического производства на развитие и продуктивность сельскохозяйственных растений // Проблемы экологии, экологического образования и просвещения в Челябинской области, Челябинск: Изд. ЧГПУ «Факел», 2002. С. 156–158.
3. Казаченок Н.Н., Костюченко В.А. Метод интегральной оценки токсичности отходов производства ферросплавов // Гигиена и санитария. 1996. № 5. С. 49–50.
4. Казаченок Н.Н., Костюченко В.А. Токсикометрическая оценка продуктов производства некоторых ферросплавов. Социально-экономические вопросы повышения безопасности труда в черной металлургии. М.: Металлургия, 1989. С. 50–55.
5. Казаченок Н.Н. Проблемы прогнозирования вредного действия полиметаллических аэрозолей в различных отраслях машиностроения // Вестник Белорусско-Российского университета. 2024. № 4. С. 85–93.
6. Казаченок Н.Н. Оценка действия полиметаллических аэрозолей при ингаляционном поступлении // Вестник Белорусско-Российского университета. 2025. № 1. С. 92–101.
7. Фомин Н.А., Казаченок Н.Н. Защитно-компенсаторные реакции организма теплокровных животных на воздействие промышленных ксенобиотиков // Вестник ЧГПУ. 1999. Серия 4, № 3. С. 187–195.

© Казаченок Н.Н., 2025

УДК 613.6

*Юльметова М.Э., Гилева З.В., Мусина С.А.*

*Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа, Российская Федерация*

## **ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ОПЕРАТОРА КОТЕЛЬНОЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «САЛАВАТСТЕКЛО»**

*Аннотация.* В статье рассмотрены основные факторы производственной среды, действующие на оператора котельной, и их влияние на его здоровье. Проанализированы такие вредные факторы, как загазованность, повышенный уровень шума, вибрации, высокая температура и запыленность. Приведены возможные профессиональные заболевания и меры по их профилактике. Особое внимание уделено требованиям охраны труда и способам минимизации негативного воздействия.

*Ключевые слова:* оператор котельной, профессиональные риски, вредные факторы, профессиональные заболевания