

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 складывается 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, антагонизм 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 ЛД₅₀. СО – в относительных единицах по методу «двойного контроля» [7].

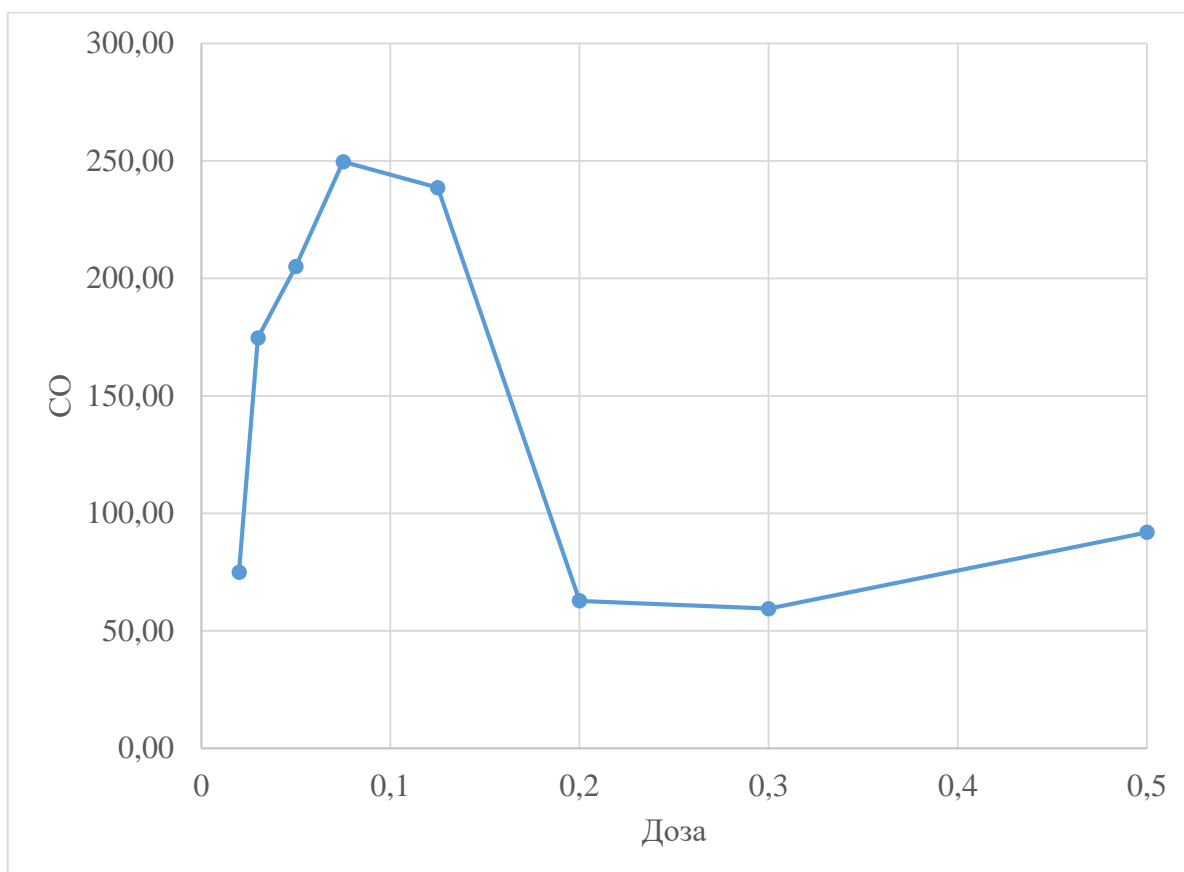


Рис. 1. Динамика совокупного отклонения показателей

Видно, что при дозах, близких к летальным, отклонение показателей такое же, как при дозе 0,02 от ЛД₅₀. 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, воздействующие 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