

СВИНЕЦ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА

Исполнитель работы – **Виноградов Александр** (11 кл.), средняя школа № 9, г. Гатчина

Руководитель работы – **Мирошкина С.М.**, руководитель программы «Школьная экологическая инициатива»

Вступление

Необходимость данной работы возникла в результате строительства в городе Гатчине завода по переработке свинцовых аккумуляторов. Работа преследует образовательные и исследовательские цели.

Неграмотность населения в вопросах опасности свинцового отравления влечет его пассивность при строительстве завода по переработке свинцовых аккумуляторов. А ведь одной из главнейших проблем является проблема безопасной работы завода, не несущей экологической угрозы населению.

Информирование населения поможет бороться за применение экологически чистых технологий утилизации свинца из аккумуляторных батарей и строительство свинцовоплавильных производств.

Свинец в истории

Свинец (англ. Lead, франц. Plomb, нем. Blei) известен с III – II тысячелетия до н.э. в Месопотамии, Египте и других древних странах, где из него изготовляли большие кирпичи (чушки), статуи богов и царей, печати и различные предметы быта. Из свинца делали бронзу, а также таблички для письма острым твердым предметом. В более позднее время римляне стали изготавливать из свинца трубы для водопроводов. В древности свинец сопоставлялся с планетой Сатурн и часто именовался сатурном. В средние века, благодаря своему тяжелому весу, свинец играл особую роль в алхимических операциях, ему приписывали способность легко превращаться в золото. Вплоть до XVII в. свинец нередко путали с оловом. На древнеславянских языках он именовался оловом; это название сохранилось в современном чешском языке (Olovo). Древнегреческое название свинца (Олово), вероятно, связано с какой-либо местностью. Некоторые филологи сопоставляют греческое название с латинским Plumbum и утверждают, что последнее слово образовалось из mlumbum. Другие указывают, что оба эти названия произошли от санскритского bahu-mala (очень грязный); в XVII в. различали Plumbum album (белый свинец, т. е. олово) и Plumbum nigrum

(черный свинец). В алхимической литературе свинец имел множество названий, часть которых принадлежала к тайным. Греческое название алхимика иногда переводили как *plumbago* – свинцовая руда. Немецкое *Blei* обычно производят не от лат. *Plumbum*, несмотря на явное созвучие, а от древнегерманского *blīo* (*blīw*) и связанного с ним литовского *bleivas* (свет, ясный), но это малодостоверно. С названием *Blei* связано англ. *Lead* и датское *Lood*. Неясно происхождение русского слова свинец (литовск. *scvīnas*). Автор этих строк в свое время предложил связывать это название со словом вино, так как у древних римлян (и на Кавказе) вино хранили в свинцовых сосудах, придававших ему своеобразный вкус; этот вкус ценили столь высоко, что не обращали внимания на возможность отравления ядовитыми веществами.

Химические свойства и область применения элемента

Свинец (*Plumbum*) Pb – элемент IV группы 6-го периода периодической системы Д. И. Менделеева, п. н. 82, атомная масса 207,19. Самородный свинец встречается редко, наиболее важный минерал – галенит (свинцовый блеск) PbS . Свинец – мягкий, ковкий и пластичный металл серого цвета. На воздухе быстро покрывается тонким слоем окиси, защищающим его от дальнейшего окисления. В электрохимическом ряду напряжений свинец стоит непосредственно перед водородом. Разбавленная соляная и серная кислоты почти не действуют на свинец вследствие малой растворимости $PbCl_2$ и $PbSO_4$. Легко растворяется в азотной кислоте. Свинец так же, как и гидроокись его, растворяется в щелочах, при этом образуются плюмбид-ионы. Все растворимые соединения свинца ядовиты. Свинец получают из сульфидных руд: свинцовый блеск обжигают до окиси свинца, которую восстанавливают углем до металла. Проявляет валентность $2+$, а также $4+$. Соединения четырехвалентного свинца значительно менее стойки.

Свинец широко используется для производства электрических кабелей, кислотных аккумуляторов, а также в военной промышленности. Он входит в состав многих сплавов: для подшипников (бabbitы), типографского сплава и др. Свинец хорошо поглощает гамма-лучи и используется для защиты от гамма-излучения при работе с радиоактивными веществами и рентгеновским излучением.

Свинец образует два простых окисла PbO и PbO_2 , отвечающих его двух- и четырехвалентному состоянию, и два смешанных окисла Pb_2O_3 и Pb_3O_4 , в которых одновременно проявляются обе валентности свинца. Желтый порошок окиси свинца (свинцовый глет) применяют

для заполнения ячеек аккумуляторных пластин, при выработке некоторых сортов свинцового стекла. Сурик Pb_3O_4 – вещество ярко-красного цвета, применяется для приготовления масляной красной краски, защищающей железные и стальные конструкции (напр., корпуса морских судов) от коррозии. Двоокись свинца PbO_2 – окислитель, применяется также в аккумуляторах.

Свинцовые белила – основной карбонат свинца $Pb_3(OH)_2(CO_3)_2$, растворим в кислотах и щелочах, устойчив к воздействию света и влаги. Применяют для окраски судов и др. От действия сероводорода свинцовые белила темнеют вследствие образования черного сульфида свинца (причина потемнения старинных картин, писанных масляными красками). Реставрировать такую картину можно при помощи разбавленной перекиси водорода: сульфид свинца переходит в белый сульфат свинца. Из-за ядовитости применение свинцовых белил ограничено.

В настоящее время можно перечислить очень много областей применения свинца: производство аккумуляторов, оцинковка внутренней поверхности химической аппаратуры, трубы для перекачки кислот, сточные трубы химических лабораторий, военная техника, производство электрических кабелей, свинцового стекла-хрустала, глазури – все это требует много чистого свинца.

Книги, журналы, газеты изготавливаются руками людей, которым приходится работать с типографским металлом, содержащим свинец. Свинцовая пыль ядовита. Максимальное содержание свинца в воздухе на промышленных предприятиях не должно превышать 0,00001 мг на литр.

Металлический свинец – очень хорошая защита от всех видов радиоактивного излучения и рентгеновских лучей. Попробуйте взвесить фартук врача-рентгенолога или его перчатки, и вас поразит их тяжесть. В резину фартука и защитных рукавиц введен свинец, он задерживает рентгеновские лучи и предохраняет организм рентгенологов от их губительного действия.

Растворимые соединения свинца применяются в медицине как вяжущие, болеутоляющие и противовоспалительные средства. Свинцовая примочка известна многим. Иногда ее называют «свинцовым сахаром» за сладковатый вкус. Не следует забывать о большой ядовитости свинцового сахара.

Как часто мы встречаем надпись на автомашине «бензин этилированный». Почти все автомашины работают на таком бензине и заметно отравляют воздух городов свинцом. Этилированный бензин содержит тетраэтилсвинец (ТЭС), который уменьшает детонацию топлива в моторе, но в виде летучих соединений поступает из глушителей в воздух, которым мы дышим.

Вредное воздействие свинца на здоровье человека

Свинец – это тяжелый металл, токсичен, токсичная доза 1–3 г, смертельная доза для человека 10 г, является канцерогеном. Попадает в организм через пищевод, дыхательные пути, кожу, накапливается в организме и трудно оттуда выводится, при постоянной работе с ним будут появляться различные заболевания, связанные с токсичностью свинца.

Во всем мире вредное воздействие свинца на здоровье человека в результате свинцового загрязнения окружающей среды, повышенных концентраций свинца на рабочем месте и в быту обходится человечеству невероятно дорого, вызывая распространение свинцовой интоксикации среди взрослых и детей, впоследствии долгие годы страдающих от тяжелых хронических заболеваний. Только в тех странах, где в силу специфических обстоятельств или действующего законодательства применение свинецосодержащих материалов было ограничено или находилось под контролем, проблема свинцового отравления может рассматриваться как имеющая второстепенное значение.

Из-за широкого распространения свинцового загрязнения практически все население подвергается риску его воздействия независимо от социально-экономического статуса, расовой и этнической принадлежности или места проживания (сельская местность, город или пригород). Однако большинство случаев свинцового отравления остаются нераспознанными, поскольку при низких дозах интоксикации явные симптомы проявляются только у небольшого процента пострадавших. За исключением высоких доз свинцовое отравление очень трудно или невозможно диагностировать без данных анализов крови.

Дети дошкольного возраста наиболее восприимчивы к вредному воздействию свинца, поскольку их нервная система находится в стадии формирования.

Согласно современным медицинским представлениям, в организме ребенка вполне допустимо содержание свинца до 10 микрограммов на каждый децилитр крови. Однако, как показало исследование, проведенное специалистами из Детского Медицинского Центра в Цинциннати, эта цифра должна быть снижена как минимум в два раза. Когда ученые провели тестирование интеллекта свыше четырех тысяч школьников и сравнили полученные результаты с уровнями свинца в крови детей, оказалось, что даже 2,5 микрограмма/децилитр вполне может рассматриваться как токсическая доза.

Даже при низких дозах свинцовое отравление вызывает снижение интеллектуального развития, внимания и умения сосредоточиться, отстав-

ние в чтении, ведет к развитию агрессивности, гиперактивности и другим проблемам в поведении ребенка. Эти отклонения в развитии могут носить длительный характер и быть необратимыми. Низкий вес при рождении, отставание в росте и потеря слуха также являются результатом свинцового отравления. Высокие дозы интоксикации ведут к умственной отсталости, вызывают кому, конвульсии и смерть.

Вредное воздействие свинца на здоровье взрослых проявляется в повышении кровяного давления, нарушении деятельности нервной системы, печени, почек, снижении репродуктивной функции.

Большая часть свинца поступает в организм человека с продуктами питания, а также с водой и пылевыми аэрозолями. Основными источниками загрязнения окружающей среды свинцом являются автотранспорт, использующий свинецсодержащий бензин, и предприятия цветной металлургии, функционирующие во Владикавказе. Наиболее опасным является попадание свинца с пылевыми аэрозолями от загрязненных почв. Свинец, попадая в организм, через несколько минут проникает в клетки крови и быстро связывается с эритроцитами, в которых содержание свинца в 16 раз выше, чем в плазме крови. Депонируется в костной системе, включая зубы. Свинец является конкурентным биометаллом по отношению к кальцию и может его вытеснить из избирательных мест связывания с фосфатными, карбоксильными и сульфатными лигандами в тканях и на клеточных мембранах, реализуя его повреждающее действие через нарушение пассивного транспорта кальция. Поражает все внутренние органы, в том числе почки. На фоне длительного контакта со свинцом развиваются нарушения функционального состояния почек, заканчивающиеся необратимой хронической нефропатией.

Повышенные уровни свинца в крови представляют особую опасность для беременных женщин, поскольку свинец свободно проникает через плаценту, оказывая отравляющее действие на плод. Свинец, накопленный в костных тканях еще в детском возрасте, выделяется обратно в кровь во время беременности, угрожая здоровью матери и ребенка.

Исследователи из Института здоровья английского графства Девон обнаружили, что у так называемых «трудных детей» сильно повышено содержание в крови свинца. В медицине известно, что свинец негативно влияет на нервную систему человека и, в частности, на поведение, однако вред, нанесенный этим металлом, легко может быть исправлен. В кровь свинец попадает через дыхательные пути или же через слизистую оболочку рта. Долгое время врачи не могли понять, что же является причиной неадекватного поведения физически здоровых детей, и почему у них часто возникают проблемы с умственным развитием и успеваемостью в школе. Раньше

считалось, что причиной этих проблем является обстановка в семье, и таких «трудных детей» направляли на консультации к психологам и психоневропатологам.

Главными источниками поступления свинца в организм для большинства детей являются пыль и почва, попадающие в организм ребенка через грязные руки. Даже небольшие количества свинца в пыли на игрушках и других предметах, с которыми играет ребенок и которые берет в рот, могут представлять серьезную опасность. Частицы почвы и пыли, содержащие свинец, могут служить источником интоксикации во время игры на улице или при попадании в дом на одежде, обуви или игрушках.

Госпитализация и дорогостоящее многоплановое лечение пациентов с высоким уровнем свинцовой интоксикации – вот та цена, которую сегодня платит общество за свинцовое загрязнение. Кроме того, дети, которые подверглись даже низким дозам воздействия, часто требуют специального обучения, поскольку не справляются с обычными школьными программами. Свинцовое отравление оказывает влияние на их будущее, поскольку отставание этих детей в умственном и физическом развитии ведет к сокращению возможностей реализации их индивидуальности, снижению образовательного уровня и возможности выполнения квалифицированной работы, что, в свою очередь, ведет к сокращению доходов и снижению благосостояния, как индивидуумов, так и нации в целом.

Несмотря на то, что применение медикаментозного метода лечения (так называемой хелатотерапии) способствует выведению свинца из организма, такие препараты дороги, имеют побочные эффекты, а само лечение – болезненно. Кроме того, они применимы только к пациентам с высокими дозами интоксикации и не вылечивают неврологические заболевания, развившиеся в результате предшествующего отравления свинцом. Единственно надежным лекарством против свинцовой интоксикации является её предотвращение – контроль источников свинцового загрязнения до того, как они произвели свое разрушительное действие на здоровье человека.

Источники свинцового загрязнения

Во всем мире к числу шести наиболее значительных источников свинцового воздействия на здоровье детей и населения в целом, относятся следующие виды свинецсодержащей продукции (необязательно в перечисленном порядке):

- 1) Свинецсодержащие добавки в автомобильном топливе;
- 2) Свинецсодержащие припой, применяющиеся в изготовлении консервных банок;

- 3) Свинцоводержащие краски;
- 4) Керамические глазури;
- 5) Свинцоводержащие материалы в водопроводных системах;
- 6) Косметические товары и продукция народных промыслов.

Для всех перечисленных видов продукции сегодня известны аналоги, не содержащие свинец.

Еще одним значительным источником является неадекватная практика природоохранных мероприятий, ведущая к неконтролируемым выбросам свинца в атмосферу от деятельности таких промышленных предприятий, как свинцово-плавильные производства, аккумуляторные заводы и др., которая ведет к загрязнению окружающей среды свинцом и свинцовым отравлениям рабочих, членов их семей и населения, проживающего вблизи таких производств.

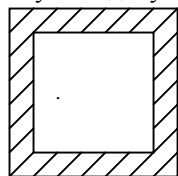
Снижение воздействия свинца на здоровье человека от всех перечисленных источников, а также от его накопившихся количеств в окружающей среде может быть достигнуто на основе скоординированных усилий. Решение проблемы при этом будет включать как запрещение производства свинцоводержащей продукции, так и проведение восстановительных мероприятий на территориях с повышенным содержанием свинца, накопившегося в результате его производства и применения в прошлые годы.

Ввиду трансграничного переноса свинца в воздушной и водной средах, а также торговли и транспортировки свинцоводержащих материалов и отходов, проблемы свинцового отравления выходят за рамки национальных интересов, и их решение требует совместных международных усилий. Последние представляют особую важность в свете реализации договоренностей Конференции ООН по Окружающей Среде и Развитию (Рио-де-Жанейро, 1992).

Практическая работа

В Гатчинском районе (дер. Малые Колпаны), в непосредственной близости от Гатчины построен завод по переработке свинцовых аккумуляторов. Поэтому я решил обследовать прилегающий к заводу район на содержание свинца. Для этого были отобраны пробы грунта и воды в районе деятельности завода, а именно: проба воды отобрана из дренажной канавы, выходящей с территории завода, одна проба грунта отобрана с боковины этой канавы, другая проба – фоновая, в 200 метрах от территории завода, в месте взятия торфа огородниками. Далее были произведены смывы с бетонной ограды завода в трех точках. Эти смывы были проанализированы

мною в лаборатории охраны труда фотометрическим методом. Ниже привожу методику этого исследования.



На ровную поверхность в непосредственной близости от завода был наложен картонный квадрат с вырезом размером 15x15 см. (см. рис.). Далее участок поверхности вытирается тремя ватными тампонами: двумя, смоченными в дистиллированной воде, и одним сухим. Эти тампоны помещаются в пробирку и плотно закрываются пробкой. В лаборатории тампоны помещаются в стакан 50 мл, пробирки обмываются 15 мл 3% азотной кислоты. Далее стакан закрывается часовым стеклом и ставится на 20 минут на водяную баню. После этого содержимое стакана переносится на фильтр с пластинкой Шота №2 и отсасывается вода в колбу Бунзена емкостью 100 мл. Стаканчик и содержимое воронки промывают горячей водой (60–70 °С). Воду выливают в фарфоровую чашку. Фильтр в фарфоровой чашке ставят на песчаную баню и выпаривают до 10 – 15 мл. Далее в чашку прибавляют 2 – 3 капли концентрированной серной кислоты и продолжают выпаривать до удаления паров серной кислоты. Полученный таким образом сухой остаток растворяют в 5 мл 3% раствора ацетата аммония и трижды промывают чашку дистиллированной водой (по 5 мл). Раствор и промывные воды переносят в мерный цилиндр, и водой доводят объем до 20 мл. Если полученный раствор мутный, то его надо фильтровать. Для анализа берут 2,5 мл полученного раствора и переносят в колориметрическую пробирку емкостью 10–15 мл. Затем по очереди добавляют: 0,2 мл 10% раствора тиомочевины; 0,1 мл 1% раствора калия железистосинеродистого; 2 мл раствора 0,05М натрия тетраборнокислого; 0,5 мл 0,025% раствора сульфарсазена. Смесь фотометрируют через 30 минут при длине волны 540 нм в кювете с толщиной слоя 10 мм. Далее результат высчитывают по формуле:

$$X = a \cdot V_1 / V \cdot S \cdot 1000$$

- a – количество свинца, мкг
- V_1 – общий объем пробы (20 мл)
- V – объем пробы, взятой для анализа (2,5 мл)
- S – площадь смыва (225 см²)

Таким методом я производил анализ на наличие свинца в смывах. Мною были взяты три смыва по радиусу удаления от завода 50, 100 и 200 метров. Ни в одной пробе свинец обнаружен не был.

Вода и почва на содержание тяжелых металлов были проанализированы рентгено-флюоресцентным методом в лаборатории аналитического контроля ПИЯФ РАН. Для воды применялось концентрирование методом выпаривания с последующим анализом сухой пробы. Металлы в почве определялись непосредственно. Результаты анализов приведены в таблице.

Таблица 1

Результаты анализа воды и почвы

Название элемента	Проба № 1, вода, мг/л	Проба № 2, грунт, мг/кг	Проба № 3, грунт, мг/кг
K	<4,7	28	<9
Ca	264	155	180
Ti	0,245	2,8	–
V	0,145	–	–
Cr	<0,054	–	–
Mn	<0,038	0,397	0,408
Fe	0,305	15,1	9,8
Co	–	0,089	–
Ni	–	–	–
Cu	–	–	–
Zn	–	0,016	0,034
Ba	–	–	–
Pb	–	0,026	–

Примечание:

«–» – элемент отсутствует или уровень его обнаружения ниже предела обнаружения метода

Проба № 1 – проба воды из промстока

Проба № 2 – проба глиняного грунта в 100 метрах от завода

Проба № 3 – проба торфяного грунта в 200 метрах от завода

В пробе № 1 присутствует *не фоновое* (имеется в виду содержание элементов в поверхностных природных водах), а значительно большее содержание титана и ванадия. Свинец в пробе не обнаружен.

В пробе № 2 наблюдаются следующие превышения фонового (т.е. среднее содержание элементов в глинистых грунтах Северо– Запада) содержания элементов:

Свинец – в 5–10 раз

Титан – в 4–5 раз

Марганец – в 5–10 раз

Кобальт – в 4–5 раз

Цинк – в 5–10 раз

Вполне возможно, что эти превышения обуславливаются прежним нахождением на месте свинцового завода химического завода.

В пробе № 3 обнаружено превышение по марганцу и цинку. Отсутствие или незначительное содержание остальных элементов может обуславливаться особенностью торфяной почвы не задерживать в себе элементы.

Таким образом, в ходе анализов было обнаружено превышение свинца в грунте (проба № 2), хоть и не очень значительное.

Выводы и предложения

1) Свинец является опасным токсикантом, который, попадая и накапливаясь в окружающей среде, надолго сохраняется в ней, не подвергаясь разрушению и не теряя своих токсичных свойств. Например, в течение длительного времени свинцовое загрязнение почвы (а значит, и пыли) будет представлять постоянную угрозу здоровью населения, в том числе и для будущих поколений, до тех пор, пока такие почвы не будут рекультивированы или перемещены и захоронены. Поэтому программа предотвращения свинцового отравления включает мероприятия по контролю уровней свинца в окружающей среде и её восстановлению (рекультивации).

2) Предотвращение свинцового загрязнения способствует созданию безопасных для жизни общества экологических условий и улучшению здоровья населения, ведет к повышению уровня жизни, росту образования, а поэтому способствует развитию производства и росту национального благосостояния.

3) Предотвращение свинцового отравления позволяет избежать затрат на медицинское лечение и реабилитацию населения, подвергшегося воздействию свинца, а для детей, кроме того, на специальные образовательные программы, включающие работу олигофренопедагогов и психологов.

4) Предотвращение свинцового отравления способствует росту главных экономических показателей жизни населения, благодаря созданию новых рабочих мест, требующих квалифицированного персонала, повышению уровня оплаты труда и улучшению жилищных условий.

5) Контроль ущерба от использования свинецсодержащих красок в жилищном строительстве позволяет значительно улучшить условия проживания, повысить культуру обслуживания жилого фонда, а также способствует вовлечению населения в реализацию программы.

6) В ходе анализов было обнаружено превышение свинца в грунте (проба № 2), хоть и не очень значительное. Это не очень высокое превышение можно объяснить тем, что завод произвел только одну пробную плавку.

Использованная литература

1. Ливанов П. А., Соболев М. Б., Ревич Б. А. Свинцовая опасность и здоровье населения. // Рос. Сем. Врач. 1999, № 2, с. 18–26.
2. Корбанова А. И., Сорокина Н. С., Молодкина Н. Н. и соавт. Свинец и его действие на организм. // Мед. труда и пром. экология. 2001, № 5, с. 29–34.
3. Изомеров И. Ф. К проблеме воздействия свинца на организм человека. // Мед. труда и пром. экология. 1998, № 2, с. 1–4.
4. Дракин С. И., Каракетьянц М. Х. Общая и неорганическая химия. // «Химия». Москва, 1981. С. 381
5. Энгельс З., Новак А. По следам элементов. // «Металлургия». Москва, 1983.
6. Рич В. В поисках элементов. // «Химия». Москва, 1985.
7. Гросс Э., Вайсмантель Х. Химия для любознательных. // «Химия». Ленинград, 1985. С. 77