

УДК504.54+504.3.054

ПРОБЛЕМА РТУТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Т.В Стружкова

Рассмотрено негативное влияние ртути на компоненты окружающей среды, возникающее при использовании и утилизации стоматологической амальгамы. Основной вклад в загрязнение атмосферы вносят выбросы ртути из крематориев.

Ключевые слова: ртуть; окружающая среда; загрязнение; амальгама; отходы первого класса опасности; кремация.

Ртутное загрязнение окружающей среды является одной из наиболее актуальных проблем современности. Одним из источников поступления ртути в компоненты окружающей среды является амальгама для зубных пломб.

Амальгама – это сплав ртути с одним или несколькими металлами. В стоматологической практике амальгамы (серебряную и медную) применяют в качестве пломбировочного материала с 1819 года. В настоящее время использование металлической ртути для изготовления амальгамных пломб составляет 10 % от общего мирового потребления этого металла [1].

К достоинствам амальгам можно отнести большую прочность (достигает 400 МПа через 24 часа после пломбирования), хорошую пластичность, позволяющую легко восстанавливать анатомическую форму зуба, устойчивость к влаге, длительный срок функционирования пломбы, невысокую стоимость и простоту работы [2].

Отрицательными свойствами амальгам являются: серебристый цвет, высокая теплопроводность, коррозия и потускнение пломбы со временем, возможность разрушения зуба после постановки пломбы. Основным недостатком является токсическое действие ртути на организм человека и загрязнение окружающей среды, возникающее при работе с амальгамными пломбами и их утилизации.

В 1971 году Минздравом СССР был запрещен выпуск медной амальгамы, содержащей до 65 % ртути. Токсическое действие ртути на организм человека явилось основной причиной отказа от применения медных пломб. Серебряная амальгама по-прежнему широко используется в качестве пломбировочного материала во многих странах мира [3]. Так, 78 % американцев и 90 % населения Германии имеют амальгамные пломбы, поскольку медицинская страховка покрывает расходы по постановке только металлических пломб [4].

Согласно международным стандартам амальгамный сплав должен содержать не менее 65 % серебра, максимально 29 % олова, максимально 6 % меди и 2 % цинка; присутствие серебра и олова обязательно [5]. Функции компонентов сплава следующие:

- серебро увеличивает прочность и уменьшает текучесть амальгамы, повышает коррозионную стойкость;
- олово необходимо для ускорения процесса амальгамирования;
- медь способствует расширению амальгамы, увеличивает прочность и твердость, снижает текучесть;
- цинк улучшает обрабатываемость амальгам в процессе растирания и уплотнения, увеличивает пластичность и повышает смачиваемость ртутью исходных компонентов в ходе приготовления амальгамы.

Металлическая ртуть является обязательным компонентом амальгамы, ее окончательное содержание составляет 37–48 %.

Процесс образования амальгамы состоит в смачивании металлов ртутью, после чего они взаимно проникают друг в друга (диффундируют), образуя сплав [5]. В ходе амальгамирования компоненты вступают в химические реакции, сопровождающиеся образованием интерметаллидов, обеспечивающих твердение амальгамы. Затвердевшая амальгама состоит из нескольких фаз (табл. 1), каждая из которых имеет свои определенные свойства [6].

Таблица 1

Фазы амальгамы

Фазы	Химический состав	Формула	Свойства
Гамма	Серебро-олово	Ag_3Sn	Устойчивость, прочность
Гамма-1	Серебро-ртуть	Ag_2Hg_3	Устойчивость к коррозии
Гамма-2	Олово-ртуть	Sn_7Hg	Пониженная прочность, неустойчивость к коррозии
Эпсилон	Медь-олово	Cu_6Sn_5	Антисептические свойства, устойчивость к истиранию

Фаза гамма-2 уменьшает механическую прочность общей структуры и снижает коррозионную устойчивость амальгамы из-за высокого содержания олова. При коррозии, которая начинается в щели между зубом и амальгамной пломбой, олово фазы гамма-2 окисляется, а металлическая ртуть диффундирует в амальгаму, в результате чего в области контакта пломбы с тканями зуба происходит расширение называемое ртутным. Следствием ртутного расширения является уменьшение объема пломбы, появление щелей и отломов, что увеличивает вероятность испарения металлической ртути в ротовую полость с последующей интоксикацией пациентов.

При работе с амальгамными пломбами образуются отходы 1 класса опасности (чрезвычайно опасные), степень вредного воздействия которых на окружающую среду оценивается как очень высокая: нарушения являются необратимыми, период восстановления экологических систем отсутствует.

Чаще всего ртутьсодержащие отходы стоматологических кабинетов не утилизируются должным образом, поскольку:

а) твердые отходы (остатки пломб, экстрагированные зубы, капсулы для амальгамы) поступают в общие контейнеры с мусором, затем оказываются на свалках. По оценке [7] за один год в окружающую среду с экстрагированными зубами может поступать до 6,3 т ртути.

б) попадают в канализацию (металлическая ртуть, мелкие частицы амальгамы) и загрязняют сточные воды. Так, по данным [8] в США ежегодно в виде амальгамы используется 32 тонны ртути, из которых 27 (!) тонн сбрасывается во внутренние системы сточных вод стоматологических клиник. После отделения части ртути в соответствующих устройствах (сифоны, вакуумные фильтры, сепараторы для амальгамы) около 6 тонн ртути попадает в муниципальные системы очистки сточных вод. Если стоматологические клиники не оборудованы фильтрами, то в сточные воды в среднем выбрасывается 2 г металлической ртути на врача-стоматолога в день.

Эмиссия ртути в атмосферу

Зубная амальгама является основным фактором, определяющим выбросы ртути в воздух из крематориев. На второй сессии Межправительственного комитета по подготовке имеющего обязательную юридическую силу глобального документа по ртути было отмечено, что доля ртути, попадающей в атмосферу из стоматологической амальгамы при кремации, составляет 1 % (27 т в год) от общего объема глобальных антропогенных выбросов металлической ртути в атмосферу [9].

Практика кремации широко распространена во многих странах, однако точные статистические данные по выбросам ртути в атмосферу при сжигании человеческих тел отсутствуют. Ниже приведены результаты некоторых исследований, проведенных в рамках подготовки международного документа [10], предназначенного в помощь странам по созданию реестров выбросов ртути на национальном уровне.

Дания. Типичная амальгамная пломба содержит 0,2–0,6 г ртути. Среднее содержание металла в зубных пломбах одного покойника оценено в 4,1 г ртути на тело. Общее содержание ртути в 41 тысяче кремированных за один год тел составило 170 кг, при этом практически все 100 % ртути оказались выброшенными в атмосферу, поскольку крематории не были оснащены улавливающими устройствами.

Великобритания. Амальгамные пломбы в среднем содержат 0,6 г ртути. Установлено, что выделение ртути при кремации одного покойника постепенно увеличивалось с 0,49 г (1968 год) до 1,92 г (2003 год) из-за увеличения количества амальгамных пломб и снижения числа беззубых людей. Тенденция к росту объемов выброса ртути при кремации продолжается и даются оценки, что общие выбросы от крематориев увеличатся с 0,78 т (1999 год) до 1,3 т (2020 год).

По данным Британской Федерации специалистов по ритуальным услугам и кремации (FBCA), крематории несут ответственность за 16 % общих выбросов ртути в Великобритании.

Нидерланды. Исследования показывают, что среднее количество амальгамных пломб увеличится в 1,6 раза за период с 1995 года по 2020 год. Это значит, что выбросы ртути от кремаций в Нидерландах удвоятся, если не будут приняты меры по их сокращению.

Швеция. Население страны составляет 8,5 миллионов человек с накоплением 40–100 т металлической ртути в зубных пломбах и объемом кремации около 65 %. В обзорах, представленных учеными, выбросы ртути из шведских крематориев оцениваются величиной, равной 280 кг в год.

Учитывая, что крематории вносят серьезный вклад в загрязнение атмосферы ртутью, правительство Швеции запретило кремировать покойников с амальгамными пломбами (они подлежат обязательному удалению перед кремацией). Однако практика удаления зубов у трупов сталкивается с трудностями этического характера.

Министр культуры Швеции Лена Адельсон Лильерот заявила, что будет добиваться законодательного разрешения на внедрение нового метода захоронения, названного промессия (криогенная кремация).

Метод был разработан и запатентован шведским биологом Сюзанной Виих-Масак [11] с целью снижения выбросов ртути (и других токсинов) в окружающую среду при кремации. Технология промессии следующая: гроб с телом покойного охлаждают, затем замораживают в жидком азоте, вследствие чего труп становится хрупким как стекло: после механического дробления (или звукового удара) он рассыпается в мелкий порошок. Полученную массу высушивают в вакууме, затем с помощью магнита из нее удаляют все металлические предметы (амальгамные пломбы собирают и отправляют на утилизацию); после чего останки человека помещают в урну, изготовленную из картофельного или кукурузного крахмала. Через 6–12 месяцев после захоронения урна со всем содержимым превращаются в компост.

Данный метод признан в Швеции этичным (!), когда промессия будет окончательно легализована, в городе Йонкопинг планируется открыть первый в мире проматорий [12].

Россия. За год в России умирает до 2 млн человек, ежегодная эмиссия ртути в атмосферу при кремации может достигать 50 кг [7].

В последнее время услуги кремации в нашей стране становятся все более популярными. По данным [13] в Екатеринбурге за последние 15 лет доля кремационных процедур составила почти 65 % от общего числа захоронений. В 2005 году в России функционировало 4 крематория (кремировалось около 7 % умерших людей), в настоящее время крематории имеются в двенадцати городах РФ, однако природоохранные правила, требующие обязательного улавливания паров ртути, как правило, не выполняются. Так, проектом строительства крематория в Челябинске (открылся в 2007 году) не были предусмотрены специальные фильтры для улавливания металлической ртути [14].

Исследования последних лет опровергли утверждения о том, что амальгама является безопасным стоматологическим материалом. В России потребление ртути для изготовления зубных пломб сократилось с 6 т до 0,8 т [9], металлические пломбы составляют 7–8 % от общего числа пломбировочных материалов. Одной из основных причин сокращения использования ртути в стоматологической практике является ужесточение санитарных требований к организации стоматологических кабинетов [15] и отсутствие достаточно безопасных условий для работы медперсонала с ртутью.

В 2011 году Всемирная Организация Здравоохранения рассмотрела вопрос отказа от применения металлических пломб, в настоящее время использование амальгамы законодательно запрещено в Скандинавских странах. UNEP (Программа ООН по окружающей среде) рекомендует правительствам государств ускорить процесс перехода к более безопасным стоматологическим материалам, чтобы сократить выбросы ртути в окружающую среду, где она может циркулировать столетиями.

Библиографический список

1. Реальная цена использования ртути для амальгамной пломбы. – URL: <http://www.toxicteeth.org/pdf/Executive-Summary-in-russian.aspx>.
2. Грошиков, М.И. Профилактика и лечение кариеса зубов / М.И. Грошиков. – М.: Медицина, 1980. – 192 с.
3. Гарбер, Д.А. Эстетическая реставрация боковых зубов. Вкладки и накладки / Д.А. Гарбер, Р.Э. Голдштейн; пер. с нем. – М.: МЕДпресс-информ, 2009. – 152 с.
4. Нужна ли нам амальгама? – URL: <http://www.medline.uz/article/stomatology/803.htm>.
5. Кортуков, Е.В. Основы материаловедения: учебное пособие / Е.В. Кортуков, В.С. Воеводский, Ю.К. Павлов. – М.: Высш. шк, 1988. – 215 с.

6. Терапевтическая стоматология: национальное руководство / под ред. Л.А. Дмитриевой, Ю.М. Макашовского. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009. – 912 с.

7. Оценка поступлений ртути в окружающую среду с территории Российской Федерации / К. Лассен, Я. Мааг., Т. Ефимова. и др. – Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору РФ, Датское агентство по охране окружающей среды, 2005. – 312 с.

8. Руководство по снижению ртутных выбросов стоматологическими учреждениями. Проект «Демонстрация лучших методов и лучшей практики и содействие уменьшению медицинских отходов во избежание выбросов диоксинов и ртути в окружающую среду». – URL: http://www.lvif.gov.lv/?object_id=30358.

9. Программа ООН по окружающей среде. Доклад Межправительственного комитета для ведения переговоров по подготовке имеющего обязательную юридическую силу глобального документа по ртути о работе его второй сессии. Чиба, Япония, 2011.

10. Программа ООН по окружающей среде (подпрограмма ЮНЕП по химическим веществам). Руководство по определению и количественной оценке выбросов ртути (предварительный выпуск), Женева, Швейцария, 2005.

11. PROMESSA. – URL: <http://www.promessa.se/ru/>.

12. В Швеции – новый похоронный обычай. – URL: <http://www.portal-credo.ru/site/?act=monitor&id=6947>.

13. Услуги крематория, цены на кремацию в Екатеринбурге. – URL: <http://profritual.ru/ekonom/crematorium>.

14. Челябинский рабочий. – 1998. – 10 июля.

15. ГН 2.1.6.1338-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест. – Екатеринбург, ИД «Урал Юр Издат», 2008. – 91 с.

[К содержанию](#)