



IPEN

INTERNATIONAL POPS
ELIMINATION NETWORK



Ртутное загрязнение - введение в проблему для НПО

Джек Вейнберг
Старший политический консультант
Международная сеть по ликвидации СОЗ



Международная сеть по ликвидации СОЗ (IPEN) - это глобальная сеть организаций, работающих в области охраны окружающей среды и здоровья в более, чем 100 странах. Первоначально сеть была создана для продвижения переговоров по глобальному соглашению, направленному на защиту здоровья людей и окружающей среды от класса токсичных химических веществ, называемых стойкими органическими загрязнителями (СОЗ). Затем, после принятия правительствами Стокгольмской конвенции о СОЗ, IPEN расширила свою миссию и теперь поддерживает местные, национальные и международные усилия по защите здоровья человека и окружающей среды от ущерба, вызванного воздействием токсичных химических веществ.

Ртутное загрязнение - введение в проблему для НПО

Джек Вейнберг
Старший политический консультант
Международная сеть по ликвидации СОЗ

Перевод «Эко-Согласия»

Этот буклет может быть использован только с некоммерческими целями
и с разрешения IPEN.

Фотографии на обложке сверху вниз: 1) Shutterstock Images, 2) Shutterstock Images, 3) iStockphoto ,
4) Global Mercury Project, 2007, 5) iStockphoto , 6) iStockphoto

Сокращения

AAP		Американская академия педиатрии
ALMR		Ассоциация предприятий по утилизации ламп и ртути
APCD	ОГ	Оборудование газоочистки
ASGM	АМДЗ	Артельная и малотоннажная добыча золота
BAT	НДТ	Наилучшая доступная технология
BPMO		Агентство по контролю качества продуктов питания и лекарственных препаратов Индонезии
CDC		Центры по контролю и профилактике заболеваний США
CFL	КФЛ	Компактная флуоресцентная лампа
COP	КС	Конференция Сторон
CSO	ОГО	Организация гражданского общества
EMA		Европейское агентство по оценке лекарственных средств
EPA		Агентство по охране окружающей среды США
EPR		Расширенная ответственность производителя
FAO	ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН
FDA		Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств США
FGD	СОГ	Системы обессеривания дымовых газов
GAIA		Global Alliance for Incinerator Alternatives
GC	РС	Руководящий совет ЮНЕП
GEM	ГЭР	Газообразная элементарная ртуть
HCWH		Health Care Without Harm
HID		Газоразрядная лампа высокой интенсивности
IARC	МАИР	Международное агентство по изучению рака
IPEN		Международная сеть по ликвидации СОЗ
LCD		Жидкокристаллические мониторы
LED	СИД	Светоизлучающие диоды
LNG	СПГ	Сжиженный природный газ
AMDE	ИАР	Истощение атмосферной ртути
MSDS		Паспорт безопасности материала
NGO	НПО	Неправительственная организация
PAN		Сеть действий по пестицидам
POP	СОЗ	Стойкий органический загрязнитель
PTWI	УДНП	Условно допустимое недельное потребление
PVC	ПВХ	Поливинилхлорид
RGM	АГР	Активная газообразная ртуть
RoHS		Ограничения на применение опасных веществ
S/S		Отверждение/стабилизация
SCR		Селективное каталитическое восстановление
TGM	ОГР	Общая газообразная ртуть

Содержание

1. Предисловие.....	6
2. Ртуть в окружающей среде - введение в проблему	9
3. Токсикологические эффекты ртути и метилртути	14
3.1 Элементарная ртуть и неорганические соли ртути	15
3.2 Метилртуть	16
3.3 Экологические эффекты метилртути	19
4. Ртутное загрязнение.....	21
4.1 Острое ртутное загрязнение и болезнь Минамата.....	21
4.2 Ртутное загрязнение рыбы.....	23
4.3 Ртутное загрязнение риса	28
5. Как ртуть попадает в окружающую среду.....	31
6. Предложение ртути	38
6.1 Добыча ртути	38
6.2 Производство элементарной ртути в качестве побочного продукта при очистке цветных металлов	40
6.3 Элементарная ртуть из природного газа	41
6.4 Вторичное извлечение и утилизация ртути	42
6.5 Необходимость сокращения предложения ртути.....	43
7. Предумышленные источники: ртуть в продуктах	47
7.1 Ртуть в медицинском оборудовании.....	47
7.2 Ртутные переключатели	49
7.3 Ртуть в химических источниках тока.....	52
7.4 Ртуть во флуоресцентных лампах.....	55
7.5 Другие ртутьсодержащие лампы	61
7.6 Ртуть в измерительных приборах.....	64
7.7 Ртуть в стоматологических амальгамах	65
7.8 Ртутьсодержащие пестициды и биоциды.....	68
7.9 Ртуть в лабораториях и в школах.....	70
7.10 Ртуть в косметике	72
7.11 Ртуть в медицине.....	74
7.12 Ртуть в предметах культуры, традиционных лекарствах и в ювелирных изделиях	81

8. Преднамеренные источники: ртуть при добыче полезных ископаемых и в промышленных процессах	87
8.1 Применение ртути в артельной и малотоннажной добыче золота	87
8.2 Ртуть в производстве хлора и щелочи	91
8.3 Применение ртутных катализаторов в химической промышленности.....	96
9. Непреднамеренные источники ртути	101
9.1 Угольные тепловые электростанции	99
9.2 Сжигание других видов ископаемого топлива.....	113
9.3 Производство цемента	116
9.4 Добыча и переработка металлических руд.....	119
10. Ртутные отходы и загрязненные участки	125
10.1 Отходы продуктов.....	125
10.2 Отходы и побочные продукты процессов с применением ртути.....	128
10.3 Ртуть в почвах и в воде	128
10.4 Долгосрочное хранение элементарной ртути.....	131
11. На пути к глобальному соглашению по контролю ртути.....	138
11.1 Доклад по глобальной оценке ртути	138
11.2 Решение приступить к переговорам о соглашении по контролю ртути.....	140
12. Участие в переговорах, чтобы добиться эффективного глобального соглашения по контролю ртути	143
13. Взгляды IPEN на глобальное соглашение по ртути	146
14. Заключение.....	153

1. Предисловие

Этот буклет посвящен ртути - токсичному загрязнителю окружающей среды. В нем приводится информация о ртутном загрязнении и о его негативном воздействии на окружающую среду и на здоровье человека. Кроме того, в буклете рассматриваются основные источники ртутного загрязнения и звучит призыв к гражданскому обществу предпринять усилия на местном, национальном и глобальном уровнях, чтобы обеспечить контроль за деятельностью человека, которая приводит к выделению ртути в окружающую среду. Особое внимание в буклете уделяется текущим межправительственным дискуссиям и переговорам, посвященным созданию глобального соглашения по контролю ртути, и мы рекомендуем неправительственным организациям (НПО) и другим организациям гражданского общества (ОГО) принять участие в процессе подготовки этого соглашения.

Ртуть - это глобальный загрязнитель. Когда ртуть попадает в окружающую среду, она испаряется, переносится воздушными потоками, а затем выпадает на землю, иногда неподалеку от первичного источника, а иногда очень далеко от него. Когда ртуть попадает в водные экосистемы, микроорганизмы превращают ее в метилртуть - соединение ртути, которое в малых дозах гораздо токсичнее элементарной ртути.

Метилртуть в окружающей среде становится одним из компонентов пищевых цепей. Малые водные организмы поглощают метилртуть непосредственно из среды своего обитания. Они, в свою очередь, поедаются рыбой и более крупными обитателями водной стихии. В результате метилртуть накапливается в живых организмах и ее концентрации растут по мере продвижения по пищевым цепям. Морские млекопитающие, птицы и другие животные, которые питаются рыбой, накапливают высокие концентрации метилртути. Более высокие концентрации обычно обнаруживаются в более крупных и старых животных. Люди, которые регулярно питаются рыбой или питающимися рыбой животными, накапливают настолько высокие уровни загрязнения метилртутью, что она уже наносит вред их здоровью. Мать передает накопившуюся в ее организме метилртуть развивающемуся плоду. Плод человека, младенцы и дети особенно уязвимы для негативного воздействия ртути.

Со временем, объем научных данных о негативном воздействии ртутной экспозиции на здоровье человека и на окружающую среду существенно вырос, и правительства многих стран уже предприняли некоторые шаги, чтобы контролировать - в пределах своей юрисдикции - промышленную и другую деятельность, приводящую к выбросам ртути в окружающую среду. Но поскольку

ртуть - это глобальный загрязнитель, ни одно национальное правительство не может, действуя в одиночку, защитить свое население и окружающую среду от вреда, вызываемого ртутным загрязнением. Осознавая эти обстоятельства, в 2009 г. правительства договорились приступить к межправительственным переговорам с целью подготовки глобального, юридически обязательного соглашения по контролю ртути. Первая встреча Межправительственного переговорного комитета по подготовке глобального юридически обязательного инструмента по ртути состоялась в Стокгольме (Швеция) в июне 2010 г. Целью переговоров является достижение согласия по окончательному варианту текста соглашения в такие сроки, чтобы новое глобальное соглашение по ртути можно было принять на дипломатической конференции, которая будет проводиться в 2013 г.

Этот буклет был подготовлен с целью повысить заинтересованность организаций гражданского общества и помочь им принять участие в действиях на местном, национальном и международном уровнях, направленных на обеспечение контроля за ртутным загрязнением. В буклете приводится информация, которой НПО могут воспользоваться в своих программах и кампаниях, направленных на повышение уровня информированности о ртути своих сторонников и широкой общественности. Определяются источники ртутного загрязнения и предлагаются возможные методы для контроля этих источников. Кроме того, в буклете рассматриваются положения, которые обязательно должны присутствовать в глобальном соглашении по контролю ртути, если мы хотим, чтобы оно стало успешным инструментом для достаточного сокращения ртутного загрязнения, чтобы обеспечить защиту здоровья человека и окружающей среды. Организациям гражданского общества всех стран рекомендуется принять участие в действиях по лоббированию, чтобы обеспечить, что их правительства примут, ратифицируют и в полной мере реализуют эффективное соглашение по контролю ртути, обеспечивающее должный уровень защиты.

Буклет рассчитан на руководителей и членов НПО и ОГО, для которых защита здоровья человека и окружающей среды от угрозы ртутного загрязнения является (или должна являться) одной из актуальных проблем. К ним относятся правозащитные организации, занимающиеся медицинской и экологической проблематикой, организации профессиональных медиков, организации сообществ или групп, потенциально подверженных ртутной экспозиции, профсоюзы и т.д. Данный буклет - четвертый из серии буклетов по вопросам химической безопасности для НПО.¹ Другие буклеты этой серии включают:

- *Руководство для НПО по СПМРХВ: Стратегическому подходу к международному регулированию химических веществ,*
- *Руководство для НПО по стойким органическим загрязнителям,*
- *Руководство для НПО по СПМРХВ и опасным пестицидам*

Все эти буклеты разрабатывались, чтобы способствовать вовлечению НПО и ОГО в кампании, программы и проекты, направленные на достижение такого мира, в котором экспозиция по токсичным химическим веществам не будет более существенным источником опасности для здоровья человека и для экосистем.

Данный буклет и другие буклеты этой серии были подготовлены Международной сетью по ликвидации СОЗ (IPEN). IPEN - это глобальная сеть, включающая более 700 организаций, защищающих общественные интересы, экологических неправительственных организаций и организаций защиты здоровья населения, работающих в более чем 100 странах. Первоначально эта сеть создавалась, чтобы способствовать продвижению переговоров по глобальному соглашению для защиты здоровья человека и окружающей среды от особого класса токсичных химических веществ, известных как стойкие органические загрязнители (СОЗ). Впоследствии, после принятия правительствами Стокгольмской конвенции о СОЗ, IPEN расширила свою миссию за пределы проблематики СОЗ и сейчас эта сеть поддерживает местные, национальные, региональные и международные усилия, направленные на защиту здоровья человека и окружающей среды от опасности, вызванной экспозицией по всем видам токсичных химических веществ.

Мы благодарим Агентство охраны окружающей среды Швеции и Федеральное бюро по охране окружающей среды Швейцарии, а также других доноров IPEN за финансовую помощь, которая сделала возможной публикацию этого буклета. В то же время, представленные в буклете мнения не обязательно отражают точки зрения доноров IPEN.

Мы также благодарим всех, кто не пожалел времени на предоставление информации для данного буклета или на редактирование его отдельных частей и публикации в целом. Мы выражаем особую благодарность Эрику Ураму, Джо ди Ганди, Алану Ватсону и Питеру Оррису. Свой вклад внесли также Бьорн Билер, Мариам Ллойд Смит, Ольга Сперанская, Ричард Гутиеррес, Фернандо Бехарано, Ева Круммель, Фе де Леон, Манни Колонзо, Шахриар Хуссейн, Такеши Ясума, Лилиан Корра, Юун Исмавати, Ахмед Джаафари, Гилберт Куепуоу, Валери Денни и другие. Если же в буклете и имеются какие-либо ошибки, то за них несет ответственность только автор.

Джек Вейнберг

Октябрь 2010 г.

Примечания

¹ Эти буклеты на различных языках можно найти на сайте IPEN <http://www.ipen.org/campaign/education.html>.

2. Ртуть в окружающей среде - введение в проблему

Ртуть - это природный элемент, химическое обозначение - Hg. Это обозначение происходит от греческого слова *гидраргирум*, означающего жидкое серебро. В чистом виде ртуть представляет собой серебристо-белый металл; существующий в жидком виде при нормальной температуре и давлении. В зависимости от контекста чистую ртуть часто называют металлической ртутью или жидкой ртутью. Но чаще всего ее все же называют элементарной ртутью.

Поскольку элементарная ртуть обладает высоким поверхностным натяжением, во внешней среде она образует небольшие компактные сферические капли. Хотя сами по себе эти капли стабильны, но высокое давление пара ртути по сравнению с другими металлами приводит к ее испарению. При разливе в помещениях ртуть может быстро создать опасность проникновения в организм человека при вдыхании. Вне помещений элементарная ртуть испаряется и попадает в атмосферу.²

Ртуть - это химический элемент и человек не может ни создать, ни уничтожить ее. Ртуть попадает в окружающую среду при извержениях вулканов и встречается в земной коре, часто в виде солей, таких как сульфид ртути. В незагрязненных почвах ртуть встречается в крайне малых количествах, со средней концентрацией порядка 100 частей на миллиард. В скальных породах концентрация ртути может составлять от 10 до 20.000 частей на миллиард.³ Многие различные виды человеческой деятельности приводят к извлечению ртути из земной коры для тех или иных целей, а это приводит к выбросам ртути в глобальную окружающую среду.

Элементарную ртуть для применения человеком могут производить из руды известной под названием киноварь, которая содержит высокую концентрацию сульфида ртути. Элементарная ртуть может также производиться в качестве побочного продукта при добыче и очистке таких металлов как медь, золото, свинец и цинк. Кроме того, ртуть может извлекаться из вторичных источников, а иногда ее извлекают при очистке природного газа или из других видов ископаемого топлива.

По оценкам, примерно треть всей ртути, циркулирующей в глобальной окружающей среде, имеет естественное происхождение, а примерно две трети связаны с выбросами в результате промышленной деятельности или другой деятельности человека.⁴ Помимо вулканических извержений, к естественным

источникам ртути относится также выветривание горных пород и почвы. Объем ртути, циркулирующей в атмосфере, почвах, озерах, водотоках и океанах планеты с начала промышленной эры увеличился в два - четыре раза.⁵ В результате этого концентрации ртути в окружающей среде достигли опасно высокого уровня.

Различные виды деятельности человека приводят к выбросу ртути в окружающую среду. Ртуть присутствует в ископаемом топливе, в рудах металлов и в других минералах. При сжигании угля большая часть содержащейся в угле ртути выделяется в окружающую среду. Ртуть выделяется в окружающую среду также при добыче и обогащении рудного сырья и при производстве цемента. При любом целенаправленном производстве и применении ртути большая ее часть рано или поздно испаряется и попадает в атмосферу. В настоящее время наиболее масштабным целевым применением ртути является малотоннажная добыча золота. Иногда ртуть также используется в качестве катализатора или исходного сырья в химической промышленности или в других отраслях. И наконец, ртуть и ее соединения присутствуют в самых разнообразных промышленных и потребительских продуктах.

После попадания ртути в атмосферу она переносится с ветром и в конечном итоге выпадает на землю. Находясь в воздухе, ртуть до выпадения на землю может перемещаться на короткие или на очень большие расстояния, она может даже обогнуть весь земной шар. Часть ртути, выпадающей на поверхность воды или на землю, впоследствии может испаряться, снова переноситься с воздушными массами и выпадать в других местах. Ртуть, которая выпадает на землю и не испаряется, скорее всего будет связываться органическими соединениями. Некоторая часть ртути связывается торфом или почвой. Остальная ртуть в конечном итоге переносится ручьями и реками в озера и океаны. В водной среде элементарная ртуть вероятнее всего будет связываться взвешенными частицами и переноситься реками и океаническими течениями. Часть ртути остается в растворенном состоянии в водной толще. В водных экосистемах микроорганизмы могут превращать элементарную ртуть в метилртуть - металлорганическое соединение, которое в малых дозах гораздо токсичнее чистой ртути. Метилртуть попадает в пищевые цепи водных экосистем, она подвергается биоаккумуляции и биоконцентрации и переносится мигрирующими видами.

Ртуть в атмосфере

Большая часть ртути в атмосфере существует в газообразном виде, но некоторая ее часть связана аэрозолями. Газообразная ртуть существует в основном в виде элементарной ртути, но небольшая ее часть может окисляться с образованием окислов или хлоридов ртути.

Пары чистой ртути, которые часто называют газообразной элементарной ртутью (ГЭР), практически не растворяются в воде и весьма стабильны в атмосфере, для них расчетное время пребывания в атмосфере составляет от полугода до двух лет. Такая стабильность позволяет элементарной ртути перемещаться на большие расстояния и приводит к тому, что концентрации ГЭР в атмосфере планеты практически одинаковы. Впрочем, в промышленно развитом Северном полушарии концентрации ГЭР в атмосфере выше чем в Южном полушарии.

Присутствующие в атмосфере газообразные соединения ртути часто называют активной газообразной ртутью или АГР. Компоненты АГР химически более активны чем ГЭР и в большинстве своем водорастворимы. АГР отличается гораздо меньшей стабильностью в атмосфере чем ГЭР и может удаляться из воздуха с дождем и другими осадками. Этот процесс называют мокрым осаждением. АГР может также удаляться из атмосферы и в отсутствие осадков (процесс сухого осаждения).

АГР существует в атмосфере в течение довольно короткого времени. Относительно недолго сохраняется в атмосфере и связанная аэрозолями ртуть, она довольно быстро удаляется за счет мокрого и сухого осаждения.

Поскольку ГЭР малорастворима в воде, осадки не могут эффективно удалить ее из атмосферы. Впрочем, существуют различные механизмы, приводящие к осаждению ГЭР и они являются предметом исследований. В некоторых исследованиях осаждение ГЭР связывают с фотохимическими реакциями в поверхностных слоях атмосферы. Некоторые указывают, что сухое осаждение ГЭР может происходить в кронах деревьев и что этот путь является важным способом поглощения ГЭР из атмосферы. В других исследованиях установлено, что при определенных условиях ГЭР может удаляться из атмосферы на границе раздела сред на океанской поверхности.^{6,7,8}

В литературе появились данные об относительно новом явлении, которое называют истощением атмосферной ртути (ИАР). В ходе исследований в высоких широтах Канадской Арктики было установлено, что каждую весну, с началом полярного дня, концентрация ртути в атмосфере резко снижается и одновременно с этим сокращается уровень озона в приземном слое атмосферы. Наличие ИАР установили в Арктике и в Антарктике. Это скорее всего вызывается фотохимической реакцией между озоном и соединениями галогенов преимущественно морского происхождения, особенно оксидов брома. При этом озон разрушается, а присутствующая в атмосфере

элементарная ртуть окисляется и превращается в более активные газообразные соединения ртути. Расчеты показывают, что благодаря ИАР в Арктике ежегодно осажается примерно 300 метрических тонн такой активной ртути. Похоже, что это примерно вдвое или даже больше превышает количество выпадающей в Арктике ртути за счет других процессов. Кроме того, похоже, что выпадающая в результате ИАР ртуть находится в виде окисленных соединений ртути, которые могут поглощаться живыми организмами.^{9,10,11} Открытие явления ИАР помогает объяснить непропорционально высокую экспозицию по метилртути жителей Арктического региона.

Продолжаются исследования механизмов при помощи которых находящаяся в атмосфере ГЭР осажается на землю и на поверхность воды.

Некоторые свойства элементарной ртути

Свойства	Показатели
Атомный вес	200,59
Атомный номер	80
Температура плавления	-38,87°С
Температура кипения	356,58°С
Давление пара при 25°С	2 x 10 ⁻³ мм рт. ст.
Растворимость в воде при 25°С	20–30 мкг/л
Ид. номер CAS	7439-97-6
Плотность	13,5336 г/см ³

Примечания

² "Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water," U.S. EPA Office of Superfund Remediation and Technology Innovation, 2007, <http://www.epa.gov/tio/download/remed/542r07003.pdf>.

³ "Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Mercury and Mercury Compounds," U.S. Environmental Protection Agency, 1997, <http://www.epa.gov/ttnchie1/le/mercury.pdf>.

⁴ U.S. Environmental Protection Agency, http://www.epa.gov/mercury/control_emissions/global.htm.

⁵ Health Canada, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/mercur/q1-q6_e.html.

⁶ X. W. Fu et al., "Atmospheric Gaseous Elemental Mercury (GEM) Concentrations and Mercury Depositions at a High-Altitude Mountain Peak in South China," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys.net/10/2425/2010/acp-10-2425-2010.pdf>

⁷ E.-G. Brunke et al., "Gaseous Elemental Mercury Depletion Events Observed at Cape Point During 2007–2008," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys.net/10/1121/2010/acp-10-1121-2010.pdf>.

⁸ "Fact Sheet: Mercury—A Priority Pollutant," Arctic Monitoring and Assessment Programme, 2005, <http://www.amap.no/documents/index.cfm?action=getfile&dirsub=/Fact%20Sheets%20-%20ACAP&FileName=FINAL%20-%20merc%20post%20corrections-101205%20screen.pdf>.

⁹ A. Steffen et al., "A Synthesis of Atmospheric Mercury Depletion Event Chemistry in the Atmosphere and Snow," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2008, <http://www.atmos-chem-phys.org/8/1445/2008/acp-8-1445-2008.pdf>.

¹⁰ Jens C. Hansen et al., "Exposure of Arctic Populations to Methylmercury from Consumption of Marine Food: An Updated Risk-Benefit Assessment," *International Journal of Circumpolar Health* 64:2, 2005.

¹¹ Laurier Poissant et al., "Critical Review of Mercury Fates and Contamination in the Arctic Tundra Ecosystem," *Science of the Total Environment* 400, 2008, 173-211.

3. Токсикологические эффекты ртути и метилртути

Токсичность ртути была известна уже по меньшей мере с первого столетия нашей эры, когда римский ученый Плиний описал ртутное отравление как болезнь рабов, отмечая при этом, что загрязненные ртутными парами шахты считались слишком опасными, чтобы там могли работать римские граждане.¹²

В обыденном культурном контексте отравление ртутью связывают с широко известным Безумным шляпником - одним из персонажей *Алисы в стране чудес*. В девятнадцатом веке у работников английских шляпных мастерских часто проявлялись такие неврологические симптомы как раздражительность, страх, депрессия, тремор и нарушения речи. Эти симптомы вызывались воздействием нитрата ртути, который широко использовался при выделке фетра. По мнению многих, именно такие страдающие ртутным отравлением работники и привели к распространенному в английском языке выражению "ненормальный как шляпник", которое и стало источником вдохновения для создания такого персонажа как Безумный шляпник.¹³

Производственная экспозиция по ртути - это далеко не только проблема прошлого. Она остается проблемой и сейчас для рабочих во многих отраслях промышленности, таких как добыча ртутной руды, производство хлора и щелочи, производство термометров, флуоресцентных ламп, химических источников тока и других ртуть-содержащих товаров; добыча и очистка золота, серебра, свинца, меди и никеля, а также для стоматологов. Наиболее значительной экспозиции по ртути подвергаются миллионы занятых в артельной и малотоннажной добыче золота. Они используют элементарную ртуть для отделения золота от пустой породы, обычно в неконтролируемых или в неадекватно контролируемых условиях. А в результате, сильному воздействию ртути подвергаются они сами, члены их семей и местных сообществ.

Нервная система исключительно чувствительна к воздействию всех форм ртути. Особенно опасны метилртуть и пары металлической ртути, поскольку в таком виде ртуть легче всего достигает мозга. Экспозиция по высоким уровням металлической, неорганической или органической ртути может привести к необратимому повреждению мозга и почек. Доказано, что ртуть может воздействовать на развивающийся плод даже через несколько месяцев после экспозиции матери. Опасные последствия внутриутробного воздействия ртути включают поражение мозга, умственную отсталость, слепоту, припадки и

нарушение речевой функции. У детей со ртутным отравлением могут возникнуть расстройства нервной и пищеварительной систем, а также повреждение почек. У подверженных ртутной экспозиции взрослых могут проявляться такие симптомы как раздражительность, страх, тремор, нарушения зрения и слуха, а также проблемы с памятью. Кратковременная экспозиция по высоким уровням паров металлической ртути может вызывать поражение легких, тошноту, рвоту, понос, повышение кровяного давления или учащение сердцебиения, раздражение кожи и глаз.¹⁴

В инструктивном документе, который был подготовлен совместно Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) и Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП), указывается:

"Основными мишенями для токсического воздействия ртути и ее соединений являются нервная система, почки и сердечно-сосудистая система. Общепринято, что развивающиеся системы организма (такие как нервная система плода) наиболее чувствительны к токсичному воздействию ртути. Как представляется, концентрации ртути в мозгу плода значительно выше ее концентрации в крови матери, а развивающаяся нервная система плода в настоящее время вызывает самую серьезную озабоченность, поскольку она проявляет наиболее высокую чувствительность. К другим системам, которые могут пострадать, относятся респираторная, желудочно-кишечная, кроветворная и репродуктивная системы."¹⁵

3.1 Элементарная ртуть и неорганические соли ртути

Человек может отравиться чистой элементарной ртутью при вдыхании ее паров. Примерно 80 процентов вдыхаемой ртути поглощается дыхательной системой, а затем поступает в кровеносную систему и разносится по всему организму.¹⁶ Установлено, что хроническая ингаляционная экспозиция, даже при низких концентрациях вызывает такие последствия как тремор, нарушения познавательной деятельности и нарушения сна у работающих.¹⁷ Пары элементарной ртути можно обнаружить на многих производствах, а также в больницах, стоматологических клиниках, школах и даже в домах, где используются ртутьсодержащие товары. Экспозиция за счет вдыхания таких паров ртути создает значительный риск.

С одной стороны, жидкая элементарная ртуть отличается от многих неорганических и органических соединений ртути тем, что она с трудом всасывается при приеме внутрь или при попадании на кожу. Данные для животных показывают, что в желудочно-кишечном тракте всасывается менее 0,01 процента попавшей внутрь элементарной ртути. Случаи отравления ртутью при попадании элементарной ртути в желудок встречаются редко.¹⁸

С другой стороны, неорганические соли ртути могут обладать высокой токсичностью и разъедающим действием. Острая экспозиция по неорганическим солям ртути может привести к повреждению желудка и кишечника, а также вызвать серьезное поражение почек. При приеме солей ртути внутрь или при их контакте с кожей, организм может всосать примерно 10 процентов поглощенного количества и при этом поражаются различные системы организма, включая центральную нервную систему. Степень всасывания организмом человека неорганических солей ртути намного выше чем для металлической ртути, но ниже чем для таких органических соединений ртути как метилртуть, которая, в случае приема внутрь всасывается в желудочно-кишечном тракте практически полностью.¹⁹

3.2 Метилртуть

Метилртуть (CH_3Hg^+) - это та форма ртути, с которой главным образом и связано загрязнение ртутью рыбы, моллюсков, а также птиц и млекопитающих, которые ими питаются. При попадании метилртути в организм человека с пищей она гораздо более активно всасывается в желудочно-кишечном тракте чем неорганические соединения ртути.²⁰

Как представляется, существует несколько различных путей превращения ртути в метилртуть в окружающей среде и они в настоящее время активно исследуются. Одним из важных процессов является биометилирование бактериями, которые обитают в воде с низким уровнем растворенного кислорода. В пресноводных и слабосоленых водоемах этот процесс может происходить в донных отложениях озер и лиманов.²¹ Метилртуть может также образовываться в океанах, когда ртуть выпадает из атмосферы на поверхность воды и переносится на большие глубины, где присутствующие бактерии разлагают органические вещества и одновременно превращают ртуть в метилртуть.²² Образовавшись в окружающей среде, метилртуть подвергается биоаккумуляции и биоконцентрации по мере того как мелкие организмы становятся пищей для более крупных.

В отличие от металлической ртути, метилртуть, содержащаяся в загрязненных пищевых продуктах, интенсивно всасывается в желудочно-кишечном тракте и попадает в кровоток. С кровью метилртуть быстро переносится в мозг взрослого человека, ребенка или в мозг развивающегося плода. В мозгу метилртуть накапливается и медленно разлагается, превращаясь в неорганическую (элементарную) ртуть.²³

В 2000 г. Агентство по охране окружающей среды США (EPA) обратилось к Национальному исследовательскому совету национальных академий науки и технологий с запросом на проведение исследований по токсикологическим

эффектам метилртути. Исследования показали, что к группе населения с наиболее высоким риском экспозиции по метилртути относятся дети женщин, употреблявших непосредственно перед беременностью или во время беременности большие количества рыбы и других морепродуктов. Было установлено, что уровень риска для этой группы населения достаточно высок, чтобы привести к повышению числа детей, которые будут сталкиваться с трудностями в школе и могут потребовать введения специализированных классов или особого режима обучения.²⁴ Следует отметить, что в этих исследованиях было установлено, что когда подверженные воздействию загрязнителей дети страдают неврологическими расстройствами, они как правило добиваются меньших успехов в последующей жизни, что оценивали по уровню доходов в течение жизни. Такие расстройства не только вредят самим подверженным экспозиции людям и их семьям, но они могут оказывать кумулятивное воздействие на общество в целом, приводя к повышению расходов на школьное образование и на медицинскую помощь для пострадавших и с падению продуктивности национальной экономики.²⁵

Неврологические эффекты:

Развивающаяся нервная система более чувствительна к токсическому воздействию метилртути чем развитая, хотя уязвимы и мозг взрослого человека, и мозг плода.²⁶ Пренатальная экспозиция нарушает рост развивающихся нейронов в мозгу и в других участках нервной системы и потенциально может привести к необратимому поражению развивающейся центральной нервной системы. После экспозиции, связанной с длительным потреблением матерью загрязненной рыбы, младенцы могут в первые несколько месяцев жизни казаться вполне нормальными, но впоследствии у них могут проявляться последствия неврологических расстройств, такие как низкий IQ; отклонения в мышечном тоне и в развитии двигательной функции, нарушения концентрации и внимания, а также визуально-пространственной ориентации.²⁷

Доказательства нейротоксического воздействия метилртути на развитие организма человека весьма убедительны. Имеются надежные данные многочисленных исследований для человека, экспериментальных исследований на животных и исследований *in vitro*. Исследования для человека включают оценку разовой высокодозовой экспозиции и хронической низкодозовой экспозиции.²⁸

Сердечно-сосудистые заболевания и повышение кровяного давления

В исследованиях была установлена корреляция между потреблением загрязненной метилртутью рыбы и риском сердечных приступов. В исследовании рыбаков было установлено, что потребление более 30 г. рыбы в день повышает риск сердечных приступов или смерти от сердечно-сосудистых заболеваний.

Повышенное кровяное давление наблюдали также у мужчин, подвергающихся экспозиции на рабочих местах.²⁹

Воздействие на иммунную систему:

Исследования профессиональных заболеваний показывают, что экспозиция по ртути может воздействовать на иммунную систему человека. Исследования *in vitro* и исследования на животных показали, что ртуть может оказывать токсическое воздействие на иммунную систему и что пренатальная экспозиция по метилртути может вызывать отдаленных последствия для развивающейся иммунной системы. Исследования указывают, что экспозиция по метилртути может повышать восприимчивость человека к инфекционным заболеваниям и аутоиммунными расстройствам из-за поражения иммунной системы³⁰

Рак

В двух исследованиях была установлена связь между экспозицией по ртути и острой лейкемией, но надежность этих результатов ограничивается из-за небольшого размера выборки и отсутствия контроля других факторов риска. Экспозицию по ртути связывали также с опухолями почек у самцов мышей и было показано, что ртуть вызывает повреждение хромосом. Основываясь на имеющихся данным для человека, исследованиях на животных и исследованиях *in vitro*, Международное агентство по исследованию рака (IARC) и EPA отнесли метилртуть к возможным канцерогенам для человека (класс С по классификации EPA).³¹

Репродуктивные эффекты

Репродуктивные эффекты экспозиции по метилртути для человека еще не были адекватно оценены. В то же время, оценка клинических симптомов и последствий для более чем 6000 человек, оказавшихся под воздействием метилртути во время инцидента с загрязнением пшеницы в Ираке, указывает на снижение числа беременностей (на 79 процентов), что может свидетельствовать о влиянии ртути на плодовитость. В исследованиях на животных, включая нечеловекообразных приматов, были зафиксированы репродуктивные проблемы, включая сокращение оплодотворяемости, раннее отторжение плода и мертворождения.³²

Воздействие на почки

Известно, что металлическая ртуть и метилртуть оказывают токсическое воздействие на почки. Поражение почек наблюдалось у людей, получавших с пищей органические соединения ртути при уровнях экспозиции, которые вызывают также и неврологические эффекты. В исследованиях на животных также указывали на токсичность метилртути для почек.³³

3.3 Экологические эффекты метилртути

Экологическое воздействие метилртути гораздо менее изучено чем ее токсичность для человека. Но тем не менее известно, что метилртуть накапливается в рыбе до таких концентраций, которые могут наносить вред самой рыбе и животным, которые этой рыбой питаются. Птицы и млекопитающие, которые питаются рыбой, обычно более подвержены воздействию метилртути чем другие животные в водных экосистемах. Точно так же, большому риску подвергаются хищники, которые охотятся на поедающих рыбу животных. По данным доклада EPA, метилртуть обнаруживается в орлах, выдрах и находящихся под угрозой исчезновения флоридских пантерах, а проведенный для этого доклада анализ свидетельствует, что высокая экспозиция по метилртути поражает некоторые виды диких животных. Воздействие метилртути может приводить к смерти, снижению плодовитости, замедлению роста и отклонениям в развитии и поведении, которые могут влиять на способность к выживанию. Кроме того, при тех концентрациях метилртути, которые обнаруживаются в окружающей среде, они могут воздействовать на эндокринную систему рыб, а это может повлиять на развитие и размножение рыбы.^{34,35}

В случае птиц, экспозиция по ртути может влиять на репродуктивную систему уже при таких низких концентрациях в яйцах как 0,05 мг - 2,0 мг на килограмм. Концентрации ртути в яйцах отдельных видов птиц в Канаде уже находятся в этом диапазоне, а для некоторых других видов птиц концентрации ртути в яйцах продолжают расти и приближаются к этому уровню. За последние 25 лет на некоторых территориях Канадской Арктики и Гренландии, уровни ртути в нерпах и белугах увеличились в два - четыре раза.³⁶ Имеются также и данные, что опасность может угрожать хищным морским млекопитающим в более теплых водах. В исследовании гонконгской популяции горбатых дельфинов установили, что ртуть представляет особую опасность для здоровья.³⁷

Недавно получены данные, свидетельствующие о том, что ртуть подавляет активность микроорганизмов, которые играют жизненно важную роль в почвенных пищевых цепях на значительных территориях в Европе и потенциально во многих других регионах мира с аналогичными почвами.³⁸

Повышение уровня воды, связанное с глобальным изменением климата, также может повлиять на метилирование ртути и на ее накопление в рыбе. В частности, имеются данные об усиленном образовании метилртути в небольших теплых озерах и на многих недавно подтопленных территориях.³⁹

Примечания

- ¹² Encyclopedia Britannica Online, February 20, 2010, <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/424257/occupational-disease>.
- ¹³ "NIOSH Backgrounder: Alice's Mad Hatter and Work-Related Illness," U.S. National Institute for Occupational Safety and Health, March 2010, <http://www.cdc.gov/niosh/updates/upd-03-04-10.html>.
- ¹⁴ "ToxFaOs for Mercury," Agency for Toxic Substances and Disease Registry, 1999, <http://www.atsdr.cdc.gov/tfacts46.html#bookmark05>.
- ¹⁵ "Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure," UNEP DTIE Chemicals Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses, and Foodborne Diseases, 2008, p.4., <http://www.unep.org/hazardoussubstances/Mercury/MercuryPublications/GuidanceTrainingmaterialToolkits/GuidanceforIdentifyingPopulationsatRisk/tabid/3616/language/en-US/Default.aspx>
- ¹⁶ Статья в Википедии по отравлению ртутью, M.G. Cherian, J.G. Hursh, and T.W. Clarkson, "Radioactive Mercury Distribution in Biological Fluids and Excretion in Human Subjects after Inhalation of Mercury Vapor," *Archives of Environmental Health* 33, 1978: 190-214.
- ¹⁷ Статья в Википедии по отравлению ртутью, C.H. Ngim, S.C. Foo, K.W. Boey, and J. Keyaratnam, "Chronic Neurobehavioral Effects of Elemental Mercury in Dentists," *British Journal of Industrial Medicine* 49 (11), 1992;
- and Y.X. Liang, R.K. Sun, Z.Q. Chen, and L.H. Li, "Psychological Effects of Low Exposure to Mercury Vapor: Application of Computer-Administered Neurobehavioral Evaluation System," *Environmental Research* 60 (2), 1993: 320–327.
- ¹⁸ Статья в Википедии по отравлению ртутью, T.W. Clarkson and L. Magos, The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds," *Critical Reviews in Toxicology* 36 (8), 2006: 609-62.
- ¹⁹ Barry M Diner et al., "Toxicity, Mercury," eMedicine, 2009, <http://emedicine.medscape.com/article/819872-overview>.
- ²⁰ Ibid.
- ²¹ Definition of methylmercury, U.S. Geological Survey, <http://toxics.usgs.gov/definitions/methylmercury.html>.
- ²² *A New Source of Methylmercury Entering the Pacific Ocean*, U.S. Geological Survey, http://toxics.usgs.gov/highlights/pacific_mercury.html.
- ²³ "Toxicological Effects of Methylmercury," The Committee on the Toxicological Effects of Methylmercury, the Board on Environmental Studies and Toxicology, and the National Research Council, 2000, p.4, http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=9899#toc.
- ²⁴ Ibid., p. 9.
- ²⁵ Philip Landrigan et al., "Environmental Pollutants and Disease in American Children," <http://ehp.niehs.nih.gov/members/2002/110p721-728landrigan/EHP110p721PDF.PDF>.
- ²⁶ *Toxicological Effects of Methylmercury*, p. 310.
- ²⁷ Ibid., p. 17.
- ²⁸ Ibid., p. 326.
- ²⁹ *Toxicological Effects of Methylmercury*, p.18, 309-10.
- ³⁰ Ibid., p. 308.
- ³¹ Ibid., p. 308.
- ³² Ibid., p. 309.
- ³³ Ibid., p. 18, 309.
- ³⁴ "Environmental Effects: Fate and Transport and Ecological Effects of Mercury," U.S. Environmental Protection Agency, <http://www.epa.gov/hg/eco.htm>.
- ³⁵ "Poisoning Wildlife: The Reality of Mercury Pollution," National Wildlife Federation, September 2006, <http://www.nwf.org/nwfwebadmin/binaryVault/PoisoningWildlifeMercuryPollution1.pdf>.
- ³⁶ F. Riget, D. Muir, M. Kwan, T. Savinova, M. Nyman, V. Woshner, and T. O'Hara, "Circumpolar Pattern of Mercury and Cadmium in Ringed Seals, *Science of the Total Environment*, 2005, p. 351-52, 312-22.
- ³⁷ "Global Mercury Assessment: Summary of the Report," chapter 5, UNEP, 2003, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/Summary%20of%20the%20report.htm#Chapter5>.
- ³⁸ Ibid.
- ³⁹ Ibid.

4. Ртутное загрязнение

Болезнь Минамата - это серьезное и часто смертельно опасное заболевание, которое вызывается экспозицией по высоким уровням метилртути. Она связана с горячими точками интенсивного ртутного загрязнения от определенных промышленных процессов и ртутьсодержащих отходов. Но ртутное загрязнение наносит вред здоровью человека и окружающей среде и в местах, расположенных вдали от промышленных или других локальных источников ртути. Во всех регионах мира рыба и моллюски из прудов, ручьев, рек, озер и океанов часто загрязнены метилртутью в таких концентрациях, что это может нанести серьезный ущерб здоровью людей, которые ими питаются, особенно людей, для которых рыба и моллюски являются основным источником белка.⁴⁰

4.1 Острое ртутное загрязнение и болезнь Минамата

Наиболее известным примером острого ртутного загрязнения стал случай с рыболовческими поселками на побережье залива Минамата в Японии. Chisso - химическая компания, располагающаяся неподалеку от залива, использовала сульфат и хлорид ртути качестве катализаторов при производстве ацетальдегида и винилхлорида. Сточные воды предприятия, которые сбрасывались а залив Минамата, содержали неорганическую ртуть и метилртуть. Метилртуть получалась главным образом в качестве побочного продукта в производстве ацетальдегида.⁴¹ Метилртуть накапливалась в рыбе и моллюсках залива, которыми питались местные жители. Результатом стало ртутное отравление, известное сейчас как болезнь Минамата.⁴²

Больные с болезнью Минамата жалуются на потерю чувствительности и онемение рук и ног. Они не могут двигаться не спотыкаясь и испытывают затруднения со зрением, слухом и глотанием. Значительная часть из них умерла. Впервые эту болезнь зарегистрировали в 1956 г. К 1959 г. были получены достаточно убедительные доказательства, что это заболевание было вызвано высокими концентрациями метилртути в рыбе и моллюсках в заливе.

Сброс ртути в залив со стоками предприятия компании Chisso происходил непрерывно со времени запуска технологического процесса производства ацетальдегида в 1932 г. и до 1968 г., когда на заводе от его применения оказались. Производство винилхлорида на предприятии с применением ртутного катализатора продолжалось до 1971 г., но после 1968 г. стоки отводили в специальный пруд.⁴³

По данным недавнего обзора в одном из журналов, посвященных вопросам гигиены окружающей среды, жертвам болезни Минамата пришлось преодолевать юридические и политические препятствия, требовавшие предоставления убедительной документации, прежде чем к их бедственному положению наконец отнеслись серьезно. Ситуацию еще более усугубило отношение к ситуации научного сообщества, которое не смогло адекватно выявить причины вызванных воздействием метилртути воздействий на здоровье людей, ученые полагались на узкие определения заболеваний и на ненадежные данные химического анализа. Авторы этой статьи отмечают, что хотя уже в 1952 г. было известно, что метилртуть может обладать нейротоксическим эффектом для развивающегося организма, исследователям потребовалось еще 50 лет, чтобы понять уязвимость развивающейся нервной системы к воздействию таких соединений тяжелых металлов как метилртуть. Кроме того, нормальные неопределенности такого рода, связанные с практически всеми новыми исследованиями в области гигиены окружающей среды, отложили на многие годы достижение учеными консенсуса по причине симптомов, проявляющихся у заболевших. Это, в свою очередь, привело к длительной задержке с окончательным закрытием источника загрязнения и к еще более длительной задержке с принятием решений о выплате компенсаций пострадавшим.⁴⁴

Хотя большинство пострадавших сначала сталкивались с серьезными трудностями в получении компенсаций, к концу 2009 г. 2271 пострадавших получили официально подтвержденный статус и денежные компенсации были выплачены более чем 10000 человек. Другие подвергнувшиеся ртутной экспозиции люди до сих пор борются за получение адекватной компенсации.⁴⁵ В мае 2010 г., более чем через 50 лет после первого диагностированного случая этого заболевания, правительство Японии предприняло дополнительные меры, чтобы помочь не подтвержденным официально пострадавшим от болезни Минамата и пообещало предпринять дальнейшие шаги. Впоследствии премьер Японии Юкио Хатаяма принял участие в 54-й ежегодной церемонии в память пострадавших от болезни Минамата и принес извинения на неспособность правительства предотвратить ее распространение в ходе самого опасного случая промышленного загрязнения в стране. В своей речи он высказал надежду, что Япония будет принимать активное участие в подготовке международного соглашения для предотвращения отравления ртутью в будущем и предложил назвать его Соглашением Минамата.⁴⁶ В июне 2010 г., на первой встрече Межправительственного переговорного комитета по подготовке глобального юридически обязывающего инструмента по ртути, делегация Японии повторила это предложение и предложила принять Дипломатическую конференцию, которая будет проводиться после завершения переговоров и примет это новое соглашение.⁴⁷

Вторая вспышка болезни Минамата произошла в 1965 г. также в Японии в бассейне р. Агано (префектура Ниигата). Другая химическая компания, производящая ацетальдегид с применением в качестве катализатора сульфата ртути и использующая аналогичную технологию, сбрасывала свои стоки в реку Агано. Японское правительство присвоило официальный статус пострадавших от этой вспышки заболевания 690 заболевшим.

Еще одна вспышка болезни Минамата произошла в начале 1970-х годов в Ираке, когда примерно 10 тыс. человек погибли и у еще примерно 100 тыс. человек наблюдалось острое и необратимое повреждение головного мозга после употребления в пищу пшеницы, обработанной метилртутью.⁴⁸ Другим примером является отравление представителей коренных народов в Канаде (Грасси Нерроуз), причиной которого стал сброс ртути со стоками предприятия по производству хлора и щелочи, а также целлюлозно-бумажного комбината в Драйдене (провинция Онтарио) в период 1962 - 1970 гг.⁴⁹

Менее известные и не столь драматичные случаи острого ртутного загрязнения продолжаются. По словам Масазуми Харады, ведущего мирового эксперта по болезни Минамата: "Реки Амазонии, Канады и Китая уже отравлены ртутью, но как и в случае болезни Минамата, имеется лишь несколько больных, тяжесть заболевания которых видна с первого взгляда. Люди явно пострадали от воздействия ртути, но ртуть в их телах обнаруживается в небольших количествах, или же они все еще находятся на ранних стадиях развития этого заболевания."⁵⁰

4.2 Ртутное загрязнение рыбы

Но острое ртутное загрязнение - это только часть гораздо более обширной картины. Широко распространенное ртутное загрязнение с концентрациями ртути, которые вызывают обеспокоенность, обнаруживается в океанах, озерах, реках, прудах и ручьях во всех регионах мира.

Как уже отмечалось ранее, ртуть попадает в водоемы главным образом путем непосредственного выпадения из атмосферного воздуха и при инфильтрации из загрязненных ртутью почв. При попадании в водную среду значительная часть ртути превращается в метилртуть микроорганизмами, которые присутствуют в этих экосистемах. Впоследствии эти микроорганизмы поглощаются малыми живыми организмами водных экосистем, а они, в свою очередь, служат пищей для рыбы и моллюсков. Ими же уже питаются более крупные рыбы, птицы, млекопитающие и человек.

Метилртуть образуется на самом дне пищевой пирамиды, а затем подвергается биоаккумуляции и биоконцентрации по мере поедания мелких организмов более

крупными. В результате такой биоконцентрации уровни метилртути в некоторых видах рыбы могут быть в миллионы раз выше (10^6) фоновых концентраций ртути в воде, в которой такая рыба обитает.⁵¹

Ртутное загрязнение водоемов - это крайне широко распространенное явление. Особенно высокие уровни ртутного загрязнения обнаруживаются в водоемах, расположенных ниже по течению или же с подветренной стороны от крупных источников ртутного загрязнения, таких как мощные угольные электростанции, цементные печи, шахты, свалки, предприятия по производству хлора и щелочи, целлюлозно-бумажные комбинаты и другие промышленные источники. Но в то же время, исследования показывают, что даже в Арктике, на весьма значительных расстояниях от каких-либо крупных источников ртутного загрязнения, во многих местных сообществах поступление ртути в организм человека с пищей превышает установленные национальные нормы и что это поступление оказывает негативное воздействие на развитие нервной системы у детей и сопровождается соответствующими отклонениями в поведении.⁵² В исследованиях, которые проводились Геологической службой США (USGS) отбирали образцы хищных видов рыбы в водотоках (291 точка отбора) по всей территории Соединенных Штатов. Было установлено, что ртуть присутствует во всех отобранных пробах рыбы, а в 27 процентах образцов уровни ртути превышали установленный EPA предел безопасности для человека (0,3 микрограмма метилртути на 1 грамм сырого веса).⁵³

Многие правительства издаю рекомендации, инструкции или устанавливают юридически обязательные предельно допустимые концентрации для содержания ртути и/или метилртути в рыбе, разрешенной для продажи на рынке. Но в то же время, не все такие инструкции реально исполняются, а по мнению многих НПО они слишком либеральны, чтобы обеспечить адекватную защиту здоровья людей. В некоторых случаях рыбная промышленность успешно отразила попытки правительственных агентств установить более жесткие стандарты, утверждая, что это приведет к падению продаж.

Комиссия "Кодекс алиментарус" - орган, созданный Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН и Всемирной организацией здравоохранения с целью установления международно признанных стандартов безопасности для продуктов питания - установила ориентировочные уровни в 0,5 микрограмма метилртути на 1 г для нехищных видов рыбы и 1 микрограмм метилртути на 1 г для хищных видов. Федеральное управление США по контролю качества продуктов питания, напитков и лекарственных препаратов (FDA) установило предельно допустимый уровень в 1 мкг метилртути на 1 г веса и для рыбы, и для моллюсков - т.е. значительно выше предела безопасности для здоровья человека EPA. Предельно допустимое содержание метилртути в

морепродуктах, установленное Европейской комиссией, составляет (с некоторыми исключениями) 0,5 мкг метилртути на 1 г веса. В Японии разрешено до 0,4 мкг на 1 г рыбы или 0,3 мкг метилртути на 1 г. рыбы.⁵⁴ Инструктивные указания Канадского агентства по контролю пищевых продуктов для коммерческой продажи рыбы устанавливают предел в 0,5 мкг общего содержания ртути на 1 г сырого веса, а Министерство здравоохранения Канады установило норматив в 0,2 мкг общего содержания ртути на 1 г сырого веса рыбы для людей, которые питаются рыбой часто.⁵⁵

В целом, наиболее высокие уровни метилртути наблюдаются в тканях крупной хищной рыбы; более крупные и старые особи обычно более интенсивно загрязнены чем более молодые особи меньшего размера. Метилртуть в рыбе в большей степени связана в белковых тканях, а не в жировых. Соответственно, разделка и снятие шкуры с загрязненной ртутью рыбы **не снижает** содержания ртути в готовом рыбном филе. Уровень метилртути в рыбе не снижается и при кулинарной обработке.⁵⁶

В инструктивном документе, совместно подготовленном EPA и FDA, отмечается, что следовые количества ртути содержатся практически во всех видах рыбы и моллюсков, а уровни ртути в некоторых видах рыбы и моллюсков могут нанести вред развивающейся нервной системе плода человека или детей младшего возраста. Естественно, что такой риск зависит от количества потребленной рыбы или моллюсков и содержания ртути в них. В инструктивном документе беременным женщинам, кормящим матерям, женщинам планирующим беременность и детям младшего возраста рекомендуется полностью отказаться от употребления в пищу тех видов рыбы, которые обычно содержат неприемлемо высокие концентрации ртути, таких как акула, меч-рыба, королевская макрель и кафельник. Рекомендуется также ограничить потребление рыбы и моллюсков с более низким содержанием ртути до не более 12 унций (340 г) в неделю. В среднем, это означает, что им не рекомендуется употреблять более двух рыбных блюд в неделю. И наконец, в этом инструктивном документе рекомендуется не принимать на веру рекламу о безопасности рыбы местного вылова и при отсутствии надежных данных ограничить потребление местной рыбы одним рыбным блюдом в неделю.⁵⁷

Впрочем, этот же инструктивный документ не рекомендует полностью отказываться от употребления рыбы и моллюсков. В нем отмечается, что несмотря на присутствие ртути рыба и моллюски являются ценным источником питательных веществ: они содержат высококачественный белок, в них низкое содержание насыщенных жирных кислот и высокое содержание полиненасыщенных (омега-3) кислот, которые обладают исключительно высокой питательной ценностью.⁵⁸ Эксперты в области медицины часто

рекомендуют выбирать рыбу таким образом, чтобы она содержала низкий уровень ртути и высокий уровень ненасыщенных жирных кислот.

К сожалению, эти медицинские рекомендации могут запутывать и им трудно следовать. Уровни ртути в рыбе крайне существенно отличаются в зависимости от вида рыбы, места вылова, величины, времени года и множества других факторов. Ситуация еще более усугубляется тем, что в промышленно развитых странах рыба попадает на рынок или в рестораны издалека. И тем не менее, в богатых странах у большинства женщин и детей есть возможность выбора - если они хотят ограничить потребление рыбы максимум двумя рыбными блюдами в неделю, то они могут по-прежнему сохранить свой рацион питательным за счет употребления вместо рыбы других продуктов с высоким содержанием белка. Но для многих людей на планете ограничение потребления рыбы может быть нереалистичным вариантом.

В таких промышленно развитых странах как Соединенные Штаты, Канада и т.д. некоторые общины коренных народов и бедные группы населения самостоятельно добывают рыбу и моллюсков (а в некоторых случаях также и питающихся рыбой птиц или животных) и для них эти продукты являются основным источником белка. Они часто не могут себе позволить адекватных альтернативных продуктов питания или же могут попросту не иметь к ним доступа. В развивающихся странах от рыбы зависит куда дольше людей. Жители островов, прибрежных районов морей или континентальных водоемов, равно как и многие другие, часто традиционно питаются рыбой и рыба для них является критически важным продуктом питания. По оценке Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО)⁵⁹ рыба обеспечивает для более чем 2,9 миллиардов людей по меньшей мере 15 процентов среднелюдового потребления животного белка. Кроме того, за счет рыбы в среднем обеспечивается 50 или более процентов потребления животного белка в некоторых островных государствах из числа развивающихся стран, а также в Бангладеш, Камбодже, Экваториальной Гвинее, Французской Гвиане, Гамбии, Гане, Индонезии и в Сьерра-Леоне. По данным ФАО на долю рыбы приходится примерно 8 процентов потребления животного белка в странах Северной и Центральной Америки, более 11 процентов в Европе, около 19 процентов в Африке и почти 21 в Азии. (Общие данные по потреблению рыбы в Южной Америке в докладе ФАО не приводятся). В этом докладе также отмечается, что реальное потребление рыбы скорее всего существенно выше указанных данных, поскольку официальная статистика не охватывает вклада некоммерческого рыболовства.⁶⁰

Даже учитывая негативные последствия для здоровья, связанные с потреблением больших количеств загрязненной ртутью рыбы и моллюсков, существует немало

людей, для которых существенное ограничение потребления рыбы может оказаться плохим выходом или же вообще не выходом. Некоторые не могут сократить потребление рыбы поскольку иначе они попросту будут голодать. Для других основными доступными заменителями рыбы являются продукты с высоким содержанием углеводов и низким содержанием белка. Ограничение потребления рыбы в пользу этих продуктов может привести к повышению риска ожирения, диабета, сердечно-сосудистых и других заболеваний. Для некоторых сообществ с ограниченным доступом к альтернативным продуктам с высокой питательной ценностью, опасность для здоровья из-за ограничения потребления рыбы может в целом даже перевесить опасность ртутной экспозиции. Представители этих сообществ по-прежнему будут страдать от опасных последствий воздействия метилртути если не будут предприняты международные действия, которые смогут привести к существенному сокращению ртутного загрязнения рыбы. Это же, в свою очередь едва ли произойдет без принятия и эффективной реализации всестороннего соглашения по контролю ртути. Кроме того, многие коренные народы и другие группы могут придерживаться своего традиционного питания в силу важных для них культурных и социальных причин.

Воздействие ртути на жителей Арктики

Особой уязвимостью к воздействию ртути обладает население Арктического региона, особенно представители коренных народов. Суровый климат не позволяет выращивать зерновые или овощи, которые часто являются основными продуктами питания в других регионах мира. Поскольку они часто проживают в отдаленных местах, привозные продукты питания часто чрезмерно дороги для них, особенно полезные для здоровья быстропортящиеся продукты. В результате, у них нет особого выбора, кроме как полагаться для своего выживания на такой набор продуктов питания, который включает не только большие количества рыбы, но также животных и птиц, которые сами питаются рыбой. Жизнь коренных народов Арктики, проживающих на крайнем севере высокоразвитых стран, мало чем отличается от жизни многих жителей развивающихся стран.

Инuitы проживают на арктическом побережье Северной Канады, Гренландии, Аляски (США) и Чукотки (Россия). Основой их традиционного рациона являются морские млекопитающие. При исследовании ртутной экспозиции детей-инuitов дошкольного возраста, проживающих в Нунавуте (Канада), было установлено, что почти 60 процентов из них потребляют с пищей такое количество ртути, которое превышает условно допустимое недельное потребление (УДНП) для детей, установленный Всемирной организацией здравоохранения в 1998 г. Этот УДНП составляет 1,6 мкг метилртути на килограмм веса тела в неделю. Средний уровень потребления ртути для всех охваченных этим исследованием детей составлял 2,37 мкг на килограмм веса в неделю. Из всего этого объема потребления ртути, 33,37%

приходилось на муктук (пузырь и кожа) из белуги, 25,90% - муктук из нарвала, 14,71% - на печень нерпы, 10,60% - на рыбу, 6,02% на мясо оленя карibu, а 4,59% - на мясо нерпы. На долю этих источников в общей сложности приходится более 95 процентов всей потребляемой детьми инуитов ртути.⁶¹

Экспозиция по метилртути также непропорционально высока и для других коренных народов Арктики. Деревни атабасков, еще одного коренного народа, разбросаны по всему Арктическому региону Северной Америки, главным образом по берегам больших рек. Охота и рыболовство по-прежнему играют критически важную роль в обеспечении продуктами питания. Летом целые семьи часто покидают свои деревни и устраивают временные стоянки для рыболовного промысла.⁶² Традиционные занятия саамов, проживающих в Норвегии, Швеции, Финляндии и на Кольском полуострове России, включают полукочевое оленеводство, прибрежное рыболовство, охоту на пушного зверя и овцеводство.⁶³ Высказывались предположения, что истощение атмосферной ртути при наступлении полярного дня, которое приводит к выпадению в арктической тундре большого количества ртути в биоразстворимой форме, только усиливает присутствие ртути в местных пищевых цепях. В комплексе с загрязнением метилртутью морской среды, это приводит к значительному накоплению метилртути в традиционных продуктах питания этих и других народов Арктики.⁶⁴

4.3 Ртутное загрязнение риса

В ряде недавно проведенных исследований изучали ртутное загрязнение в некоторых континентальных районах Китая, большинство жителей которых потребляют мало рыбы, но проживают на территориях, где в окружающую среду выбрасываются значительные объемы ртути⁶⁵. Исследователи обратили внимание, что почва, на которой выращивается рис, является прекрасной средой обитания для бактерий, превращающих ртуть в метилртуть. Поэтому они рассмотрели возможность попадания метилртути в рис из почвы. В исследовании рассматривались сельские жители, которые питаются в основном сельскохозяйственными продуктами местного производства и пришли к выводу, что 95 процентов общей экспозиции по метилртути для этой группы населения приходится на долю риса.

Для большинства изученных экспозиция по метилртути за счет потребления риса была невысокой по сравнению с принятым в настоящее время допустимым недельным потреблением и исследователи пришли к выводу, что риск для этой группы, возможно, невелик. Впрочем, некоторые из охваченных исследованием

местных жителей проживали неподалеку от ртутных шахт. Для них экспозиция по метилртути за счет употребления риса заметно превышала допустимое недельное потребление и авторы исследования пришли к выводу, что это потенциально представляет опасность для их здоровья⁶⁶.

Авторы исследования отмечали, что в рисе не содержатся некоторые микроэлементы, встречающиеся в рыбе, которые могут способствовать развитию нервной системы и потенциально могут до некоторой степени нейтрализовать вредные последствия воздействия ртути. Авторы приходят к выводу, что нынешние инструктивные указания, основывающиеся на потреблении рыбы, могут оказаться неадекватными для случая людей, источником метилртути для которых является рис. В связи с этим они призывают провести дополнительные исследования по воздействию метилртути на беременных женщин, подвергающихся малодозовой экспозиции по этому соединению при потреблении риса.

Авторы исследования подчеркивают крайнюю серьезность проблемы, поскольку рис является основным продуктом питания для более чем половины населения мира. В одной лишь Азии, более 2 миллиардов людей покрывают до 70 процентов своей суточной потребности в энергии за счет употребления в пищу риса и продуктов на его основе. Авторы приходят к заключению, что такие исследования необходимо незамедлительно провести не только в Китае, но также и в других странах и регионах, таких как Индия, Индонезия, Бангладеш и Филиппины, на долю которых приходится значительная часть мирового производства риса и его потребления в качестве одного из основных продуктов питания.⁶⁷

Примечания

40

⁴¹ "Environmental costs of mercury pollution," Lars D. Hylander et al, *Science of the Total Environment*, 2006, http://www.elsevier.com/authoried_subject_sections/P09/misc/STOTENbestpaper.pdf.

⁴² "Minamata disease," Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Minamata_disease and "The Poisoning of Minamata," Douglas Allchin, <http://www1.umn.edu/ships/ethics/minamata.htm>

⁴³ Environmental costs of mercury pollution cited above

⁴⁴ Grandjean, P., Satoh, H., Murata, K. Eto, K., (2010). Adverse effects of methylmercury: environmental health research implications. *Environ Health Perspect* 118(8): 1137-1145, <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/fetchArticle.action?articleURI=info%3AAdoi%2F10.1289%2Fehp.0901757>.

⁴⁵ Информацию о болезни Минамата можно найти на сайте Poisoning of Minamata, Douglas Allchin, <http://www1.umn.edu/ships/ethics/minamata.htm>.

⁴⁶ "Hatoyama Apologizes for Minamata; At Memorial Service, Says Redress Not End of Matter," *The Japan Times*, May 2, 2010, <http://search.japantimes.co.jp/cgi-bin/nn20100502a1.html>.

47

⁴⁸ Arne Jernelov, "Iraq's Secret Environmental Disasters," <http://www.project-syndicate.org/commentary/jernelov3/English>.

⁴⁹ "Grassy Narrows Protests Mercury Poisoning," CBC News, April 7, 2010, <http://www.cbc.ca/canada/toronto/story/2010/04/07/tor-grassy-narrows.html>.

⁵⁰ Asahi Shimbun, "Interview with Masazumi Harada," Asia Network, http://www.asahi.com/english/asianet/hatsu/eng_hatsu020923f.html.

- ⁵¹ Health Canada, http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/contaminants/mercur/q47-q56_e.html.
- ⁵² Arctic Monitoring and Assessment Programme "Executive Summary to the Arctic Pollution 2002 Ministerial Report"; <http://www.amap.no/documents/index.cfm?dirsub=/AMAP%20Assessment%202002%20-%20Human%20Health%20in%20the%20Arctic>.
- ⁵³ Barbara C. Scudder et al., "Mercury in Fish, Bed Sediment, and Water from Streams Across the United States, 1998–2005," U.S. Geological Survey, 2009, <http://pubs.usgs.gov/sir/2009/5109/pdf/sir20095109.pdf>.
- ⁵⁴ "Guidance for Identifying Populations at Risk from Mercury Exposure," UNEP DTIE Chemicals Branch and WHO Department of Food Safety, Zoonoses, and Foodborne Diseases, 2008, p. 4, <http://www.who.int/foodsafety/publications/chem/mercuryexposure.pdf>.
- ⁵⁵ Lyndsay Marie Doetzel, "An Investigation of the Factors Affecting Mercury Accumulation in Lake Trout, Salvelinus Namaycush, in Northern Canada," <http://library2.usask.ca/theses/available/etd-01022007-094934/unrestricted/LyndsayThesis.pdf>.
- ⁵⁶ Ibid., p. 8.
- ⁵⁷ "What You Need to Know About Mercury in Fish and Shellfish: Advice for Women Who Might Become Pregnant, Women Who are Pregnant, Nursing Mothers, and Young Children," U.S. Department of Health and Human Services and U.S. Environmental Protection Agency, March 2004, <http://www.epa.gov/waterscience/fish/advice/advisory.pdf>.
- ⁵⁸ Ibid.
- ⁵⁹ "The State of World Fisheries and Aquaculture," Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2008, p. 9, 61, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0250e/i0250e.pdf>.
- ⁶⁰
- ⁶¹ "Mercury Hair Concentrations and Dietary Exposure Among Inuit Preschool Children in Nunavut, Canada," Tian W. et al. Environ Int. 2010, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20673686>
- ⁶² Tricia Brown, Athabaskan, LitSite Alaska, <http://www.litsite.org/index.cfm?section=Digital-Archives&page=People-of-the-North&cat=Native-Peoples&viewpost=2&ContentId=2648>.
- ⁶³ Статья в Википедии о саамах, http://en.wikipedia.org/wiki/Sami_people.
- ⁶⁴ "Critical Review of Mercury Fates and Contamination in the Arctic Tundra Ecosystem," (в цитируемой выше работе)..
- ⁶⁵ Hua Zhang et al., "In Inland China, Rice Rather Than Fish Is the Major Pathway for Methylmercury Exposure," *Environmental Health Perspectives*, April 2010, <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/action;jsessionid=F7154FD5C22DD646D5200FC587451A05?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.1001915>.
- ⁶⁶
- ⁶⁷ Ibid.

5. Как ртуть попадает в окружающую среду

Ртуть попадает в окружающую среду несколькими различными путями. Некоторая часть ртути выделяется в окружающую среду в ходе природных процессов, таких как извержения вулканов, геотермальные процессы и выветривание ртутьсодержащих горных пород. Впрочем, большая часть присутствующей в настоящее время ртути попала в глобальную окружающую среду в результате деятельности человека. Те виды деятельности человека, которые приводят к выделению ртути в окружающую среду, называют антропогенными источниками ртути. Если ртуть попадает на почву или в воду, она может испаряться и попадать в атмосферу.

Антропогенные источники ртути можно отнести к одной из трех общих категорий:

Преднамеренные источники: Появление этих источников связано с принятием преднамеренных решений об изготовлении ртутьсодержащих продуктов или об использовании производственного процесса с применением ртути. Примеры продуктов, содержащих ртуть или ее соединения, включают некоторые флуоресцентные лампы, некоторые термометры, химические источники тока и переключатели, или другие аналогичные продукты. Непромышленным процессом с применением ртути является ее использование в малотоннажной добыче золота, где элементарная ртуть используется для извлечения золота из измельченной породы, осадков, грунта и т.д. В качестве промышленных процессов можно указать химические производства, использующие ртуть в качестве катализатора (особенно производство мономера винилхлорида) и некоторые предприятия по производству хлора и щелочи, которые используют элементарную ртуть в качестве катода в электролизерах.

Непреднамеренные источники: Эти источники связаны с деятельностью, в ходе которой сжигают или перерабатывают ископаемое топливо, руды или минералы, содержащие ртуть в качестве нежелательной примеси. В качестве примеров можно указать угольные электростанции, цементные печи и крупные предприятия по добыче и производству металлов, а также добыча ископаемого топлива (уголь, нефть, горючий сланец и битуминозные пески). Мусоросжигательные установки и свалки, которые используются для удаления непригодных ртуть-содержащих продуктов и отходов, также относятся некоторыми к непреднамеренным источникам.

Вторичное высвобождение: Эти источники связаны с такой деятельностью человека как выжигание лесов или затопление больших территорий. Биомасса лесов и органические соединения поверхностного слоя почвы часто содержат ртуть, выпавшую ранее из атмосферы. При сжигании или вырубке леса - особенно в умеренном или тропическом климате - в воздух выделяется значительное количество ртути.⁶⁸ Гидротехнические проекты, включающие сооружение больших плотин, приводят к затоплению значительных территорий, а это облегчает превращение ртути из биомассы растений или из поверхностного слоя почвы в метилртуть, которая попадает в пищевые цепи водных экосистем.⁶⁹ Проблемы могут создавать и небольшие плотины, приводящие к колебаниям уровня воды в реке ниже по течению. Метилртуть могут производить бактерии, которые активно развиваются на берегах при периодическом затоплении и осушении, когда шлюзовые ворота небольших плотин открываются и закрываются.⁷⁰

Проводились исследования, чтобы оценить общий объем выбросов ртути в окружающую среду из различных категорий антропогенных источников. Но имеющиеся данные этих исследований отличаются неполнотой и неточностью. Особенно сложно разграничить природные источники ртути (т.е. поступление ртути в окружающую среду при извержениях вулканов и при выветривании горных пород) и вторичное высвобождение ртути, которая первоначально попала в окружающую среду из антропогенных источников, а впоследствии осела на воду или на почву.

В связи с этими трудностями, большинство опубликованных оценок для природных выбросов ртути в атмосферу на самом деле включают вторичное высвобождение ртути, первоначально выброшенной в окружающую среду в результате деятельности человека.⁷¹ Это приводит к завышению многих опубликованных оценок объема ртути в глобальной окружающей среде, выброшенной из природных источников, так что они непредумышленно создают впечатление, что выбросы ртути в атмосферу вулканами или при выветривании горных пород представляют собой более значительный источник поступления ртути в глобальную атмосферу чем на самом деле. Если бы вторичное высвобождение ртути, которая первоначально выбрасывалась в окружающую среду в результате деятельности человека, можно было бы учесть отдельно в общем объеме выбросов в атмосферу, то тогда оценки общих антропогенных выбросов ртути в атмосферу скорее всего были бы значительно выше чем те, которые публикуются в настоящее время.

Кроме того, трудно рассчитать и вклад различных антропогенных источников в глобальное ртутное загрязнение. "Глобальная оценка ртути в атмосфере" 2008 г., подготовленная Программой ООН по окружающей среде (ЮНЕП),⁷² определяет различные виды деятельности человека, которые приводят к выделению ртути в

окружающую среду и приводит данные о выбросах для многих из них. Эти данные о выбросах часто используются как индикативные для оценки доли таких различных источников в глобальном ртутном загрязнении. Так, например, часто повторяют, что сжигание ископаемого топлива (в первую очередь угля) является наиболее значительным источником ртутного загрязнения и на его долю приходится 45 процентов всех глобальных выбросов в атмосферу из антропогенных источников, что вторым по важности источником является артельная и малотоннажная добыча золота (АМДЗ), на долю которой приходится 18 процентов глобальных выбросов и т.д.⁷³

Но эти и другие оценки выбросов ртути из различных источников могут интерпретироваться неправильно. Это связано с тем, что указанные оценки выбросов ртути в атмосферу основываются исключительно на измерениях объема ртути, который выделяется непосредственно в атмосферу и не учитывают выделения ртути с отходами, сточными водами и ее поступления в почву (даже несмотря на то, что большая часть этой ртути впоследствии испаряется и попадает в атмосферу). Не во всех оценках выбросов ртути в атмосферу принимают во внимание другие неучтенные выбросы ртути, связанные с тем или иным источником. Фактические выбросы ртути на источнике могут намного превышать учтенные выбросы.

Данные оценок выбросов могут интерпретироваться неправильно

Заявленная доля глобальных выбросов в атмосферу, поступающих из отдельного источника, часто используется как показатель вклада этого источника в общемировое ртутное загрязнение. Например, когда мы читаем, что на долю сжигания ископаемого топлива приходится 45 процентов всех глобальных выбросов ртути в атмосферу, то вполне естественно приходим к выводу, что проблема глобального ртутного загрязнения на 45 процентов связана со сжиганием ископаемого топлива. Но такой вывод может быть неверным в силу ряда причин:

1. Существуют источники выбросов ртути в атмосферу, по которым мало данных или вообще нет никаких данных. Вклад этих источников в глобальные выбросы ртути могут серьезно недооценивать.
2. Объем выбросов ртути в атмосферу из одних источников оценить легче, чем из других. Вклад трудных для измерения источников в глобальные выбросы ртути могут недооценивать.
3. Некоторые источники ртути, например, ртутьсодержащие продукты, обладают

сложным жизненным циклом. Может быть трудно в полной мере учесть все выбросы ртути в атмосферу, которые происходят на всех этапах жизненного цикла продукта и включить их в расчеты выбросов, связанных с такими источниками.

4. Некоторые источники сбрасывают значительные объемы ртути в грунт, воду и отходы. Выделение ртути в эти компоненты окружающей среды обычно не учитывают как вклад в общие глобальные выбросы в атмосферу. В то же время, сброшенная в другие (помимо атмосферы) компоненты окружающей среды ртуть часто приводит к загрязнению водных экосистем и вносит свой вклад в общее глобальное ртутное загрязнение. Кроме того, большая часть такой ртути со временем испарится и впоследствии окажется в атмосфере. Может быть сложно в полной мере учесть такие вторичные выбросы ртути в расчетах глобальных выбросов ртути, связанных с их первоначальным источником.

Одним ярким примером недооцененного источника является производство винилхлорида. Похоже, что доступные данные по выбросам ртути в атмосферу при производстве винилхлорида отсутствуют. Соответственно, глобальные выбросы ртути в атмосферу, связанные с производством винилхлорида, считаются нулевыми в оценке ЮНЕП для общих антропогенных выбросов ртути в атмосферу в 1930 метрических тонн.⁷⁴ И в то же время, в производстве винилхлорида используется больше ртути чем в большинстве других преднамеренных источников ртути. Было бы вполне разумно предположить, что производство винилхлорида вносит существенный вклад в глобальное ртутное загрязнение. Но если использовать оценку ЮНЕП для глобальных выбросов в атмосферу, то можно сделать явно ошибочный вывод, что вклад производства винилхлорида в мировое ртутное загрязнение составляет ноль процентов.

Утверждение, что на долю артельной и малотоннажной добычи золота приходится 18 процентов антропогенных выбросов ртути в атмосферу, основывается на оценках ЮНЕП для общих антропогенных выбросов ртути в 1930 метрических тонн в год и для вклада АМДЗ в этот объем - 350 метрических тонн для всего мира. В то же время, в докладе, в котором эти данные приводятся, указывается также, что годовое мировое потребление ртути для целей АМДЗ составляет 806 метрических тонн.⁷⁵ Следовательно, можно было бы задаться вопросом о судьбе остальной ртути, которая потребляется в этом секторе (т.е. остальных 456 метрических тонн).

Какая-то часть этой ртути может рекуперироваться. (Но большую часть такой вторичной ртути снова использовали бы для добычи золота и это количество вряд ли учитывалось в объеме потребления ртути в секторе). Можно с высокой степенью вероятности утверждать, что в окружающей среде оказалась значительная часть тех 850 тонн ртути, которые использовались для целей АМДЗ. Большая часть выбросов ртути, которые не учитываются официальной статистикой выбросов в атмосферу, сбрасывается в водоемы, на землю и уходит в отходы (или же попросту не учитываются). Впоследствии большая часть этой ртути с поверхности земли или из

воды окажется в атмосфере, хотя в объеме выбросов в атмосферу она может не учитываться. Это означает, что реальная доля артельной и малотоннажной добычи золота в глобальном ртутном загрязнении скорее всего будет значительно выше часто используемого показателя в 18 процентов.

Аналогичным образом, ученные выбросы в атмосферу, связанные с большинством других преднамеренных источников ртути, относительно невелики по сравнению с объемами ртути, которые этими источниками потребляются - как это, например, показывает приведенная таблица из Технического информационного доклада ЮНЕП для глобальной оценки ртути в атмосфере (Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment):

Сравнительные расчетные данные для глобального потребления ртути и глобальных выбросов ртути в атмосферу по категориям источников⁷⁶

Категория источника	Расчетное глобальное потребление ртути (метрических тонн)	Расчетные глобальные выбросы ртути в атмосферу (метрических тонн)
АМДЗ	806	350
Производство мономера винилхлорида	770	00
Производство хлора и щелочи	492	60
Химические источники тока	370	20
Стоматологическая амальгама	362	26
Контрольно-измерительные приборы	350	33
Осветительные приборы	135	13
Электрооборудование	200	26
Другие	313	29
Всего	3798	557

Если ртуть потребляется, то разумно предположить, что она куда-то девается. Несомненно, в некоторых случаях, та или иная часть ртути после употребления рекуперирована, утилизируется или же удаляется ответственным образом. Эти количества можно и нужно определять. Но в целом, следует исходить из того, что потребленная и неучтенная впоследствии ртуть становится частью глобального ртутного загрязнения.

Из тех 1930 метрических тонн, которые по расчетам ЮНЕП и составляют общие антропогенные выбросы ртути в атмосферу, примерно 65 процентов (т.е. около 1250

метрических тонн) поступают всего лишь из трех источников непредумышленных выбросов ртути: 45 процентов от сжигания ископаемого топлива, 10 процентов от производства металлов (исключая добычу золота) и 10 процентов от производства цемента.⁷⁷ С другой стороны, по расчетам ЮНЕП, предумышленное использование ртути приводит к выбросам в атмосферу всего лишь 557 метрических тонн. В то же время, ежегодное расчетное потребление ртути для продуктов и процессов, в которых она преднамеренно используется, составляет 3800 метрических тонн. Получается, что в атмосферу попадает всего лишь 15 процентов ртути, потребленной такими преднамеренными источниками. А что же происходит с остальными 85 процентами? Большая часть этой ртути несомненно попадает в окружающую среду и вносит свой вклад в глобальное ртутное загрязнение.

Например, когда батарея, флуоресцентная лампа или другой ртутьсодержащий продукт оказывается на свалке, то со временем большая часть присутствующей в нем ртути окажется в окружающей среде. При использовании сжигания отходов выделение ртути происходит гораздо быстрее. Предприятия по производству хлора и щелочи, равно как и производство мономера винилхлорида, явно выбрасывают в окружающую среду гораздо больше ртути чем на то указывают официальные данные о выбросах в атмосферу.

Большая часть потребляемой преднамеренными источниками ртути почти несомненно окажется в конце концов в окружающей среде, причем большая часть ее будет циркулировать в атмосфере планеты. Единственным разумным применением для приведенных данных об антропогенных выбросах ртути было бы сделать вывод, что выбросы из предумышленных источников вносят гораздо более значительный вклад в глобальное ртутное загрязнение чем можно было бы судить по данным ЮНЕП о выбросах. Кроме того, поскольку большая часть данных ЮНЕП поступает из правительственных источников и они отражают особенности сбора большинством правительств данных о выбросах ртути в атмосферу о другом выделении в окружающую среду, то НПО было бы желательно критически оценить данные о выбросах и удалении ртути, которые предоставляются их национальными правительствами.

Примечания

⁶⁸ "Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP, 2008, p. 7, http://www.chem.unep.ch/mercury/Atmospheric_Emissions/Technical_background_report.pdf.

⁶⁹ "James Bay Dam, Electricity, and Impacts," The Global Classroom, American University, <http://www1.american.edu/ted/james.htm>.

⁷⁰ Kristen Fountain, "Study Links Mercury to Local Dams, Plants," *Valley News*, 2007, <http://www.briloon.org/pub/media/ValleyNews1.10.07.pdf>.

⁷¹ N. Pirrone et al., "Global Mercury Emissions to the Atmosphere from Anthropogenic and Natural Sources," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys-discuss.net/10/4719/2010/acpd-10-4719-2010-print.pdf>.

⁷² "The Global Atmospheric Mercury Assessment: Sources, Emissions and Transfers," UNEP Chemicals Branch, 2008, http://www.chem.unep.ch/mercury/Atmospheric_Emissions/UNEP%20SUMMARY%20REPORT%20-%20CORRECTED%20May09%20%20final%20for%20WEB%202008.pdf.

⁷³ Ibid.

⁷⁴ Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment (см. ссылку выше)

⁷⁵ Ibid.

⁷⁶ Данные таблицы взяты из Технического информационного доклада (см. ссылку выше).

⁷⁷ "The Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP (см. ссылку выше).

6. Предложение ртути

Практически все продукты и процессы, содержащие или использующие ртуть или ее соединения, зависят от доступа к поставкам элементарной ртути.

6.1 Добыча ртути

Люди с древних времен добывали природную руду красного или красно-коричневого цвета, известную как киноварь, с высоким содержанием сульфида ртути. Первая известная крупная шахта по добыче киновари начала работать более 3000 лет тому назад в Перуанских Андах. Начиная с 1400 г. до нашей эры киноварь добывали в шахтах поблизости современного перуанского города Хуанкавелика. Руду измельчали для изготовления красного пигмента известного как вермильон. Добыча киновари на этом месторождении началась задолго до расцвета Инкской цивилизации и продолжалась в современную эпоху. Инки и представители других древних цивилизаций региона использовали вермильон для церемониальной окраски тела и для декоративного покрытия изделий из золота, таких как погребальные маски.⁷⁸ Вермильон на основе киновари был также известен в древнем Китае и Индии. В древнем Риме этот пигмент использовали как краску для лица для полководцев-триумфаторов.⁷⁹

Элементарную ртуть можно получить из киновари при нагревании руды в присутствии воздуха с последующей конденсацией паров ртути. Этот процесс был известен по меньшей мере во втором веке до нашей эры и древние греки, римляне, китайцы и индусы знали о возможности получения элементарной ртути таким способом.⁸⁰ Имеются данные, что этот метод производства элементарной ртути был известен инкам еще до их первого контакта с европейцами.⁸¹

Крупнейшее известное месторождение киновари расположено в Испании (Альмаден). Добыча руды и производство ртути в это районе начались более 2000 лет тому назад. Ртуть из Альмаденских рудников использовали древние финикийцы и карфагеняне, а впоследствии и римляне для амальгамации и концентрации золота и серебра. Римский автор Плиний первым подробно описал этот процесс в своей книге *Естественная история*.⁸² Данные о работе Альмаденских рудников и других шахт имеются за последние пять столетия. Начиная с 1500 г. из добытой в Альмадене и в других шахтах киновари и других руд произвели примерно 1 миллион метрических тонн элементарной ртути. Половину этого количества (500 тыс. тонн) произвели до 1925 г. Поставки ртути из Испании для использования на золотых или серебряных рудниках в испанских

колониях Америки продолжались 250 лет. Большая часть этой ртути поступала на рудники, расположенные на территории современной Мексики.⁸³

Добыча золота и серебра в предшествующие столетия

В шестнадцатом - восемнадцатом столетиях, наиболее масштабным видом применения ртути было ее использование для добычи золота и серебра в Латинской Америке, и это сопровождалось выделением колоссальных количеств ртути в глобальную окружающую среду. Большую часть добытого золота и серебра отправляли в Испанию и Португалию, что внесло существенный вклад в быстрое экономическое развитие Западной Европы.

В девятнадцатом веке, началась активная добыча ртути в Северной Америке, когда ее использовали старатели Калифорнии, а затем Северной Канады и Аляски во время "золотой лихорадки". Добыча золота внесла немалый вклад в экономическое развитие Северной Америки. Золотая лихорадка в девятнадцатом столетии охватила также Австралию и другие страны. Значительные количества ртути от добычи золота и серебра в предшествующие столетия по-прежнему остаются в окружающей среде и продолжают представлять опасность.^{84,85}

При добыче ртутных руд и при получении из них элементарной ртути в воздух попадает большое количество паров ртути, так что эта деятельность представляет собой непосредственный и значительный источник ртутного загрязнения. В одном исследовании было установлено, что концентрации ртути в атмосферном воздухе в районе заброшенной ртутной шахты в Китае на несколько порядков величины превышают фоновые концентрации в регионе.⁸⁶ В исследовании ртутной экспозиции человека за счет употребления риса, выращиваемого неподалеку от ртутных рудников и предприятий по производству ртути, была установлена высокая экспозиция, даже по сравнению с районами расположения цинковых производств и предприятий тяжелой промышленности, интенсивно использующих уголь.⁸⁷ Исследователи обнаружили в Калифорнии значительные объемы ртути, которая выщелачивается в небольшую реку, протекающую через давно заброшенный ртутный рудник. Эти данные и предварительные результаты для других объектов указывают, что неэксплуатируемые ртутных рудники являются серьезными источниками ртутного загрязнения водных объектов, которые, в свою очередь, остаются постоянным источником выделения ртути в атмосферу.⁸⁸

В последние годы большинство предприятий по добыче первичной ртутной руды в мире закрыли из-за падения спроса на элементарную руть. Шахты также

закрывали и по экологическим соображениям. Последний ртутный рудник в Соединенных Штатах закрыли в 1990 г., большой ртутный рудник в районе Идрии (Словения) закрыли в 1995 г., а на Альмаденском руднике в Испании добычу и переработку первичной руды прекратили в 2003 г. В настоящее время в Северной Америке или в Западной Европе не осталось действующих предприятий по добыче первичной ртути и не предполагается, что какое-нибудь из них будет вновь введено в эксплуатацию. Большинство других ртутных рудников в мире также закрыли, включая крупный рудник в Алжире, который был выведен из эксплуатации в конце 2004 г.^{89,90}

По данным USGS, большая часть добычи первичной ртутной руды приходится сейчас на долю всего лишь двух стран: Китая и Кыргызстана. В 2009 г. оценочные данные для добычи ртути в Китае составляли 800 метрических тонн, а для Кыргызстана - 250 метрических тонн.⁹¹ По данным правительства Китая, экспорт ртути из Китая крайне мал и большая часть произведенной ртути используется внутри страны.⁹² С другой стороны, Хайдарканский горно-добывающий комплекс Кыргызстана работает преимущественно на экспортный рынок.⁹³ По оценке USGS общая первичная добыча ртути в 2009 г. во всех остальных странах вместе взятых составляла 130 метрических тонн.⁹⁴

6.2 Производство элементарной ртути в качестве побочного продукта при очистке цветных металлов

Иногда элементарную ртуть производят также в качестве побочного продукта при переработке руд различных металлов. Следовые количества ртути встречаются в рудах большинства цветных металлов, таких как цинк, медь, свинец, золото, серебро и другие. До недавнего времени содержащуюся в таких рудах ртуть сбрасывали в окружающую среду с отходами добычи и переработки. Но в последние годы некоторые металлургические предприятия начали извлекать ртуть из своих отходов и производить элементарную ртуть для продажи на внутреннем или на международном рынках.⁹⁵

Многие производители, которые решили это сделать, были вынуждены на это пойти для соблюдения национального или провинциального законодательства. В других случаях от производителей могут требовать соблюдения законодательства, регулирующего удаление ртуть-содержащих отходов и для них выделение элементарной ртути из отходов и ее продажа может оказаться менее дорогостоящей альтернативой чем удаление ртуть-содержащих отходов в соответствии с утвержденными методами.

Например, сейчас в мире эксплуатируют около 35 систем очистки дымовых газов цинкового производства, позволяющих улавливать ртуть.⁹⁶ На нескольких

промышленных золотодобывающих предприятиях Южной и Северной Америки элементарную ртуть извлекают из отходов и продают. В соответствии с одной очень осторожной оценкой, в 2005 г. мировые производители цинка, золота, меди, свинца и серебра извлекли примерно от 300 до 400 метрических тонн ртути.⁹⁷ В этом докладе не учитывается крупное соглашение между Российской Федерацией и Хайрдарканским предприятием по добыче и переработке ртути в Кыргызстане. В соответствии с этим соглашением, для переработки в Кыргызстан предполагается отправить имеющиеся запасы загрязненных ртутью отходов крупного цинкового производства и других российских предприятий. По расчетам, из этих отходов для последующей продажи можно будет извлечь примерно 2000 метрических тонн элементарной ртути.⁹⁸

6.3 Элементарная ртуть из природного газа

Природный газ содержит следовые количества ртути, которая при его сжигании выделяется в окружающую среду. В некоторых регионах, включая прибрежные страны Северного моря, Алжир, Хорватию и другие, концентрации ртути в газе особенно высоки и при его переработке в этих регионах ртуть из газа часто извлекают. По расчетам, в странах Европейского Союза ежегодно извлекают из отходов переработки природного газа 20 - 30 метрических тонн ртути.⁹⁹ Похоже, что нет доступных данных по извлечению ртути из природного газа в других регионах.

Производители сжиженного природного газа (СПГ) извлекают из него ртуть перед охлаждением. В противном случае присутствующая в газе ртуть может повредить алюминиевые теплообменники, используемые на заводах по сжижению газа. Для очистки обычно требуется снизить концентрацию ртути в природном газе до уровня ниже 0,01 микрограмма ртути на 1 кубометр природного газа при нормальных условиях. Судя по обзору маркетинговых материалов производителей оборудования для извлечения ртути из природного газа, это оборудования покупают главным образом, чтобы защитить технологическое оборудование для сжижения и химической переработки газа. Похоже, что за пределами Западной Европы эти технологии не используются в широких масштабах для извлечения ртути из природного газа, предназначенного для применения в быту или в промышленных печах и бойлерах.¹⁰⁰ Мало что известно о воздействии этой ртути на обычных бытовых потребителей природного газа или о вкладе этого источника в общее глобальное ртутное загрязнение.

Один из поставщиков оборудования для извлечения ртути из природного газа с целью защиты технологических установок для его сжижения отмечает, что по его аналитическим данным уровни ртути в природном газе колеблется от показателей ниже предела обнаружения до 120 микрограмм ртути на кубометр газа при

нормальных условиях. В качестве типичного примера этот поставщик приводит неназванный завод, который явно находится за пределами Европейского Союза. На этом предприятии поступающий газ содержит от 25 до 50 микрограмм ртути на кубометр при нормальных условиях, а в выходящем газе уровень ртути ниже предела обнаружения. Ртуть извлекается из газа при помощи патентованных адсорбентов. Впоследствии эти адсорбенты подвергаются регенерации и элементарная ртуть удаляется в виде пригодном для продажи на рынке (как утверждает компания).¹⁰¹ Впрочем, как представляется, за пределами Западной Европы элементарная ртуть товарного качества, полученная при помощи такой технологии, не отражается в доступных международных данных о предложении ртути.

6.4 Вторичное извлечение и утилизация ртути

Источником большей части вторичной восстановленной элементарной ртути являются промышленные процессы, в который используется ртуть или ее соединения. В некоторых случаях вторичная ртуть используется на том же производстве. В других случаях она попадает на рынок. А в некоторых случаях в соответствии с заключенными соглашениями восстановленная ртуть изымается с рынка и поступает на длительное хранение.

Наиболее крупным источником вторичной или восстановленной ртути являются предприятия по производству хлора и щелочи. Эти предприятия производят газообразный хлор и щелочь (гидроксид натрия) путем электролиза раствора соли. Некоторые такие предприятия используют электролиз со ртутным катодом.¹⁰² Такие предприятия используют огромные количества ртути и создают высокое загрязнение. К счастью, в последние годы многие предприятия, использующие процесс со ртутным катодом, были выведены из эксплуатации и вместо этого стали использовать другие процессы, не требующие применения ртути.

Один завод, производящий хлор и щелочь с применением электролиза со ртутным катодом, может использовать в производстве сотни тонн элементарной ртути и хранить даже еще большие количества ртути на складах, чтобы восполнять потери. При выводе электролизера из эксплуатации большую часть ртути можно восстановить. В рамках добровольного соглашения предприятия по производству хлора и щелочи в Западной Европе постепенно выводятся из эксплуатации и должны полностью прекратить свое существование к согласованному сроку (в 2020 г.). В 2004 г. проводилось исследование вывода из эксплуатации европейских предприятий по производству хлора и щелочи и было установлено, что в период 1980 - 2000 гг., из выведенных из эксплуатации электролизеров было извлечено почти 6000 тонн ртути. По оценкам этого исследования, в 2004 г. действующие на

тот момент предприятия использовали в производстве примерно 25000 тонн ртути (примерно половина этого количества приходилась на долю Западной Европы).¹⁰³ В апреле 2010 г. одна из европейских промышленных ассоциаций заявила, что в 14 странах Европы в эксплуатации остаются 39 заводов по производству хлора и щелочи с применением ртутного катода и общее количество используемой ими элементарной ртути составляет 8200 метрических тонн.¹⁰⁴

Действующие предприятия по производству хлора и щелочи также иногда извлекают ртуть из своих отходов. Пор имеющимся оценкам, в 2005 г. во всем мире на действующих заводах по производству хлора и щелочи получили от 90 до 140 метрических тонн вторичной ртути.¹⁰⁵

Другим промышленным производством, в котором используется и рекуперирована большое количество ртути, является производство мономера винилхлорида (используется для получения поливинилхлорида), где хлорид ртути применяется в качестве катализатора. В большинстве стран это процесс не используется. В то же время, есть основания полагать, что четыре таких предприятия действуют в Российской Федерации и более 60 предприятий эксплуатируются в Китае. Не известно, действуют ли аналогичные предприятия в других странах.¹⁰⁶

На китайских предприятиях используемый в течение года катализатор содержит примерно 610 метрических тонн ртути. В 2004 г. по оценкам самих предприятий, они рекуперировали примерно половину ртути, первоначально содержащейся в катализаторе (290 тонн), но они не представили никакой информации о судьбе остальной ртути.¹⁰⁷

Элементарную ртуть можно извлекать при надлежащем обращении со ртутьсодержащими продуктами по истечению срока службы (например, в случае ртутных термометров, стоматологической амальгамы, переключателей, флуоресцентных ламп и т.д.) Кроме того, ее можно извлекать из загрязненных ртутью отходов, образующихся на предприятиях, которые производят ртутьсодержащие продукты, используют ртуть в производственном процессе, сжигают или перерабатывают загрязненное ртутью топливо или минеральное сырье.

6.5 Необходимость сокращения предложения ртути

В период 1991 - 2003 гг. цена на ртуть стабилизировалась на самом низком уровне за столетие (4 - 5 долларов США за 1 кг).¹⁰⁸ Несколько позднее цены на ртуть резко выросли. На время написания данного документа на Лондонском рынке цена баллона ртути с оплатой наличными и немедленной поставкой составляла от 1250 до 1450 долларов США.¹⁰⁹ Это соответствует цене в 36 - 42 долл. США за 1 кг - т.е.

по сравнению с предшествующими низкими ценами цена на ртуть существенно выросла. Причины такого повышения цен не совсем ясны. Этот рост может отражать снижение предложения ртути, связанное с закрытием ртутных рудников и действиями некоторых правительств, направленными на ограничение экспорта ртути. Это может отражать и рост спроса на ртуть со стороны старателей, занимающихся малотоннажной добычей золота, поскольку цены на золото достигли новых рекордно высоких величин. Это может также отражать оживление активности создающих запасы торговцев ртутью, которые предполагают, что вскоре будет принято новое глобальное соглашение по контролю ртути, которое приведет к сокращению предложения ртути в будущем. Скорее всего, свою роль сыграли все эти три фактора.

Высокие цены на ртуть будут сдерживать некоторые виды ее применения и облегчат внедрение заменителей и альтернатив, которые позволяют отказаться от ртути полностью или частично. Следовательно, сохранение цен на ртуть на достаточно высоком уровне, чтобы сдерживать спрос, будет наилучшим образом отвечать целям глобального соглашения по контролю ртути. В то же время, некоторые частные положения режима контроля ртути могут привести к созданию новых или к расширению существующих источников ртути. По мере того, как правительства начнут вводить более жесткий контроль за выбросами ртути в атмосферу, ртутьсодержащими продуктами и отходами, у производителей металлов, переработчиков вторичного сырья и других могут возникнуть стимулы для извлечения ртути из отходов и ископаемого топлива с целью продажи восстановленной ртути на рынке. Одновременно с этим, глобальное соглашение по контролю ртути может также внести свой вклад и в сокращение глобального спроса на ртуть путем полного или поэтапного отказа от некоторых видов ее применения, или же путем ограничения многочисленных видов применения ртути. И наконец, хотя в настоящее время может наблюдаться некоторое накопление запасов ртути торговцами в ожидании падения предложения ртути в будущем, это скорее всего будет не более чем кратковременным явлением. В силу всех этих причин цены на ртуть могут снова упасть в отсутствие конкретных мер, чтобы обеспечить, что предложение ртути остается ограниченным по сравнению с глобальным спросом.

Чтобы помочь в разрешении этой проблемы Европейский Союз принял регламент, который должен вступить в силу в марте 2011 г. В соответствии с этим регламентом запрещается экспорт из ЕС металлической ртути, ртутной руды (киноварь), хлорида ртути, оксида ртути, а также смесей металлической ртути с другими веществами. Кроме того, запрещается производство первичной элементарной ртути из руды во всех странах ЕС. В соответствии с регламентом к категории отходов относится вся вторичная металлическая ртуть, полученная при выводе из эксплуатации предприятий по производству хлора и щелочи, а также

ртути, полученная в производстве цветных металлов и извлеченная из природного газа. Классификация такой ртути как отходов означает, что полученная из этих источников в странах ЕС ртуть не может продаваться или использоваться, а должна удаляться безопасным для здоровья человека и окружающей среды способом.¹¹⁰

В Соединенных Штатах также было принято законодательство по экспорту ртути, которое вступит в силу в 2013 г. Будет введен запрет (с некоторыми исключениями) на экспорт элементарной ртути из США и потребуются создать специализированное предприятие для долгосрочного хранения и обращения со ртутью, произведенной на территории Соединенных Штатов.¹¹¹

Эти действия США и ЕС имеют исключительно позитивную направленность. Новое глобальное соглашение по контролю ртути должно основываться на таких мерах и постепенно вводить все более жесткие глобальные ограничения для предложения ртути относительно спроса. Это соглашение должно ввести полный запрет на добычу первичной ртути и на производство ртути из руды. Оно должно установить запрет или ограничения для коммерческих продаж ртути, извлеченной из выведенных из эксплуатации предприятий по производству хлора и щелочи, полученной при переработке руд и очистке других металлов, при переработке промышленных катализаторов, при очистке природного газа или полученной из других источников. Кроме того, это соглашение должно включать меры, предусматривающие предоставление финансовой и технической помощи для создания во всех регионах мира национальных или региональных хранилищ для длительного хранения или предприятий для экологически безопасного удаления элементарной ртути и ртутьсодержащих отходов.

Примечания

⁷⁸ John Roach, "Mercury Pollution's Oldest Traces Found in Peru," National Geographic News, May 18, 2009, <http://news.nationalgeographic.com/news/2009/05/090518-oldest-pollution-missions.html>.

⁷⁹ Wikipedia entry on vermilion, <http://en.wikipedia.org/wiki/Vermilion>.

* При этом протекает следующая химическая реакция $\text{HgS} + \text{O}_2 \rightarrow \text{Hg} + \text{SO}_2$.

⁸⁰ "Mercury: Element of the Ancients," Dartmouth Toxic Metals Research Program,

<http://www.dartmouth.edu/~toxmetal/metals/stories/mercury.html>.

⁸¹ "Mercury Pollution's Oldest Traces Found in Peru," (см. ссылку выше).

⁸² Luis D. deLarcera, "Mercury from gold and silver mining: a chemical time bomb?" Springer 1998

⁸³ Lars D. Hylander and Markus Meili, "500 Years of Mercury Production: Global Annual Inventory by Region Until 2000 and Associated Emissions," 2002,

http://www.zeromercury.org/library/Reports%20General/0202%20Hg500y_STE03Larsgleobalemissions.pdf.

⁸⁴ Charles N. Alpers et al., "Mercury Contamination from Historical Gold Mining in California," U.S. Geological Survey fact sheet, 2005, <http://pubs.usgs.gov/fs/2005/3014/>.

⁸⁵ B.M. Bycroft et al., "Mercury Contamination of the Lerderberg River, Victoria, Australia, from an Abandoned Gold Field," *Environmental Pollution, Series A, Ecological and Biological*, Volume 28, Issue 2, June 1982.

⁸⁶ "Mercury Pollution in a Mining Area of Guizhou, China," *Toxicological & Environmental Chemistry*, 1998, <http://www.informaworld.com/smpp/content-db=all-content=a902600843>.

- ⁸⁷ Hua Zhang et al., "In Inland China, Rice Rather Than Fish Is the Major Pathway for Methylmercury Exposure," *Environmental Health Perspectives*, April, 2010, <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/fetchArticle.action?sessionId=F7154FD5C22DD646D5200FC587451A05?articleURI=info%3Adoi%2F10.1289%2Fehp.1001915>.
- ⁸⁸ Tim Stevens, "Inoperative Mercury Mines Fingered as a Major Source of Mercury Contamination in California Waters," *U.C. Santa Cruz Currents*, 2000, <http://www.ucsc.edu/currents/00-01/11-06/pollution.html>.
- ⁸⁹ "500 Years of Mercury Production," (см. ссылку выше).
- ⁹⁰ "Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury," UNEP, 2006, <http://www.chem.unep.ch/mercury/HgSupplyTradeDemandJM.pdf>.
- ⁹¹ Mercury Statistics and Information, U.S. Geological Survey, 2010, <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/mercury/mcs-2010-mercu.pdf>.
- ⁹² "Mercury Situation in China," Chinese government submission to the UNEP Mercury Open-Ended Working Group, http://www.chem.unep.ch/Mercury/OEWG1/China_response.pdf.
- ⁹³ "Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, (см. ссылку выше).
- ⁹⁴ Mercury Statistics and Information, U.S. Geological Survey, (см. ссылку выше).
- ⁹⁵ "Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, (см. ссылку выше).
- ⁹⁶ Ibid.
- ⁹⁷ Ibid.
- ⁹⁸ Ibid.
- ⁹⁹ Ibid.
- ¹⁰⁰ Giacomo Corvini et al., "Mercury Removal from Natural Gas and Liquid Streams," UOP LLC, <http://www.uop.com/objects/87MercuryRemoval.pdf>.
- ¹⁰¹ Ibid.
- ¹⁰² Описание процесса можно найти в Википедии http://en.wikipedia.org/wiki/Castner-Kellner_process.
- ¹⁰³ "Mercury Flows in Europe and the World: The Impact of Decommissioned Chlor-Alkali Plants," European Commission Directorate General for Environment, 2004, <http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/report.pdf>.
- ¹⁰⁴ "Storage of Mercury: Euro Chlor View," Euro Chlor, April, 2010, <http://www.eurochlor.org/news/detail/index.asp?id=325&npage=1&archive=1>.
- ¹⁰⁵ "Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury," UNEP, 2006, p. 32, <http://www.chem.unep.ch/mercury/HgSupplyTradeDemandJM.pdf>.
- ¹⁰⁶ Ibid.
- ¹⁰⁷ Ibid.
- ¹⁰⁸ "Summary of Supply, Trade and Demand Information on Mercury," UNEP (см. ссылку выше).
- ¹⁰⁹ Minor Metal Prices, MinorMetals.com, September 21, 2010, <http://www.minormetals.com>.
- ¹¹⁰ Регламент (ЕК) № 1102/2008 Европейского парламента и Совета Европы от 22 октября 2008 г. о запрете на экспорт металлической ртути и определенных соединений и смесей ртути и о безопасном хранении металлической ртути; <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:304:0075:01:EN:HTML>.
- ¹¹¹ "Mercury Export Ban Act of 2008," Global Legal Information Network, <http://www.glin.gov/view.action?glinID=71491>.

7. Предумышленные источники: ртуть в продуктах

Ртуть или ее соединения входят в состав многих распространенных продуктов. В процессе изготовления этих продуктов ртуть часто попадает в воздух (как в производственных помещениях, так и за их пределами) и также часто удаляется с жидкими или твердыми отходами. В процессе использования ртутьсодержащие продукты часто разбиваются или же каким-либо иным образом выделяют ртуть в окружающую среду. Впоследствии, по истечению срока службы, только лишь небольшая часть всех ртутьсодержащих продуктов поступает на переработку для извлечения ртути. Вышедшие из строя ртутьсодержащие продукты часто оказываются на свалках или сжигаются на мусоросжигательных установках. При сжигании отходов ртуть из непригодных ртутьсодержащих продуктов быстро попадает в атмосферу (в зависимости от используемого оборудования газоочистки). На свалках большая часть содержащейся в таких продуктах ртути также попадает в атмосферу, но это процесс протекает несколько медленнее. Но так или иначе, значительная часть содержащейся в продуктах ртути рано или поздно оказывается в окружающей среде.

7.1 Ртуть в медицинском оборудовании

Ртутьсодержащие приборы уже давно используются в больницах и вообще в медицине. К ним относятся медицинские термометры, приборы для измерения кровяного давления (сфигмоманометры) и расширители пищевода.

Если такие приборы разбиваются, то содержащаяся в них ртуть может испаряться и отравлять медиков и их пациентов. Пролитая ртуть может локально загрязнить место разлива, а также привести к загрязнению стоков медицинского учреждения. Такое медицинское оборудование бьется довольно часто. Больницы, в которых используются ртутные термометры, часто отмечают, что им приходится заменять по несколько термометров в год на одно койко-место. В одном из обзоров приводятся данные, что в больнице на 250 коек в течение одного года разбили 4700 ртутных медицинских термометров.¹¹²

В одном медицинском ртутном термометре содержится от 0,5 до 3 г ртути,¹¹³ а в аппарате для измерения кровяного давления - от 100 до 200 г.¹¹⁴ Расширитель пищевода представляет собой длинную гибкую трубку, которую вводят в пищевод пациента при определенных медицинских процедурах. Хотя они не столь

распространены как термометры или аппараты для измерения кровяного давления, каждый расширитель может содержать до килограмма ртути.¹¹⁵

Во многих странах сейчас доступны качественные и недорогие альтернативы для замены медицинских ртутных термометров, аппаратов для измерения давления и расширителей пищевода, и предпринимаются усилия для постепенного вывода из эксплуатации ртуть-содержащих медицинских приборов.¹¹⁶ Ведущую роль во многих таких усилиях играет международная сеть НПО "Здравоохранение без вреда" (Health Care Without Harm - HCWH).¹¹⁷ Вместе со Всемирной организацией здравоохранения эта сеть возглавляет глобальную инициативу, направленную на достижение к 2020 г. практически полного отказа от ртутьсодержащих медицинских термометров и сфигмоманометров и замены их точными и экономически приемлемыми альтернативами. В рамках этой инициативы поддерживается совместный сайт HCWH и ВОЗ и она является одними из признанных компонентов программы Глобального ртутного партнерства ЮНЕП

В 2007 г. Европейский Парламент принял законодательство, которое должно запретить продажу на территории ЕС новых ртутных медицинских термометров, а также должно ограничить продажу других измерительных приборов, в которых используется ртуть.¹¹⁸ Несколько европейских стран, включая Швецию, Нидерланды и Данию, уже запретили применение ртутных термометров, аппаратов для измерения кровяного давления и ряда других приборов. В Соединенных Штатах правительства тринадцати штатов ввели законодательные запреты на применение ртутных термометров, а тысячи больниц, аптек и покупателей медицинского оборудования добровольно отказались от ртутьсодержащих приборов в пользу цифровых термометров, anerоидных и цифровых аппаратов для измерения кровяного давления.¹¹⁹ На Филиппинах в 2008 г. Департамент здравоохранения издал административное распоряжение, требующее постепенного отказа от использования ртутных термометров во всех учреждениях здравоохранения страны.¹²⁰ В Аргентине министр здравоохранения подписал в 2009 г. распоряжение, предписывающее всем больницам и поликлиникам страны приобретать безртутные термометры и аппараты для измерения кровяного давления.¹²¹

Но в большинстве развивающихся стран и стран с переходной экономикой отказ от ртутьсодержащего медицинского оборудования в целом проходит гораздо медленнее. В некоторых случаях виновата низкая информированность о необходимости этих изменений. Но даже с ростом информированности о необходимости отказа от ртуть-содержащих приборов в здравоохранении, остаются три важных препятствия:

- Недоверие некоторых профессиональных медиков к имеющимся безртутным альтернативам.
- Неадекватное предложение точных и недорогих безртутных приборов на рынке.
- Отсутствие национальных, региональных или глобальных программ стандартизации и сертификации измерительных приборов, чтобы обеспечить, что доступные на национальном рынке измерительные приборы отвечают критериям точности и эксплуатационным критериям.

Всемирная организация здравоохранения в качестве долгосрочной стратегии поддерживает введение запретов на применение ртутьсодержащих медицинских приборов и замену их эффективными безртутными альтернативами во всех странах. В краткосрочной перспективе ВОЗ рекомендует странам с доступными недорогими альтернативами разрабатывать и внедрять планы сокращения применения ртутьсодержащего оборудования и замены его альтернативными приборами. В качестве промежуточно решения ВОЗ также рекомендует медицинским учреждениям разрабатывать процедуры для очистки прошлого ртутного загрязнения, обращения со ртутьсодержащими отходами и их хранения.¹²² Глобальное соглашение по контролю ртути поможет ускорить и завершить полный отказ от ртутьсодержащих медицинских приборов во всем мире.

7.2 Ртутные переключатели

Ртуть содержится в некоторых видах электрических переключателей. К ним относятся выключатели наклона, поплавковые переключатели, термостаты, контрольные реле электрических цепей и другие.¹²³ В 2004 г., например, в новых переключателях, термостатах и реле, проданных в Соединенных Штатах, содержалось примерно 46,5 метрических тонн элементарной ртути.¹²⁴ Для практически всех этих приборов имеются доступные качественные альтернативы.

Две директивы ЕС, введенные в действие в 2005 и 2006 гг. запрещают продажи ртутьсодержащих переключателей и термостатов в европейских странах: Директива об отходах электротехнического и электронного оборудования (WEEE) и Директива об ограничениях на применение опасных веществ (RoHS).¹²⁵ В США правительства нескольких штатов ввели в действие запреты на ртутьсодержащие переключатели и термостаты. В ответ на эти меры многие производители заменили такие переключатели безртутными альтернативами. В результате, количество продаваемых в Северной Америке и Западной Европе ртутьсодержащих переключателей резко сокращается. Имеется лишь ограниченная информация о тенденциях в применении ртутьсодержащих переключателей в развивающихся странах и странах с переходной экономикой.

Переключатели наклона: Такие переключатели представляют собой небольшие трубки с впаянными с одного конца электрическими контактами. Когда конец трубки с контактами опускается вниз, то ртуть перетекает туда и замыкает контакты. Когда этот конец трубки поднимается вверх электрическая цепь разрывается.¹²⁶

Переключатели наклона широко используются в автомобилях для включения ламп в багажнике и в других местах. Такие переключатели в среднем содержат 1,2 г элементарной ртути. По расчетам 2001 г. во всем автомобильном парке Соединенных Штатов содержится в общей сложности 250 миллионов ртутных переключателей наклона.¹²⁷ В последние годы почти все автопроизводители перестали устанавливать ртутные переключатели наклона на новые автомобили. В Швеции переключатели наклона были запрещены в начале 1990-х годов. Европейские автопроизводители практически полностью отказались от применения ртутных переключателей наклона в 1993 г., а американские производители последовали их примеру в 2002 г.¹²⁸ Похоже, что от их применения к настоящему времени отказались практически все автопроизводители мира. Впрочем, ртутные переключатели все еще присутствуют в старых автомобилях и если их не демонтировать и не нейтрализовать должным образом, то находящаяся в них ртуть попадет в окружающую среду при переработке для утилизации.

Переключатели наклона использовались также и во многих других продуктах, хотя в последние годы их применение и сократилось. К таким продуктам относятся стиральные машины, сушилки для одежды, холодильники, электроутюги, электрокалориферы, телевизоры, контрольные переключатели печных вентиляторов, системы охранной и противопожарной сигнализации, детская обувь с электронной начинкой и многие другие.¹²⁹ Переключатели наклона используются также и в промышленных установках, в таком случае один переключатель может содержать до 3,6 кг. элементарной ртути.¹³⁰ Высокочувствительные ртутные переключатели иногда используются в гироскопах и в приборах искусственного горизонта (особенно для аэрокосмического и военного применения).¹³¹

Поплавковые переключатели: Такие переключатели часто используются для контроля работы насосов и регулировки уровня жидкости. Поплавковый переключатель включает сферический или цилиндрический поплавок с присоединенным к нему выключателем. Такой переключатель регулирует работу насоса, включая и выключая его, когда поплавок поднимается или опускается до определенной высоты.¹³² Отдельный поплавковый переключатель может содержать от 100 мг до 67 г ртути. Небольшие поплавковые переключатели используются в водоотливных насосах, использующихся для предотвращения затопления подвальных помещений. Более крупные применяются в

муниципальных канализационных системах, для контроля насосов ирригационных систем и для многих других промышленных применений. Существуют доступные альтернативы для ртутных поплавковых насосов с сопоставимыми ценами.¹³³

Термостаты: Термостаты используются в быту и для других целей, когда необходимо контролировать нагревательные и охлаждающие приборы. По недавнего времени в большинстве термостатов использовали ртуть. Ртутные термостаты включают биметаллические спирали, которые с изменением температуры распрямляются или сжимаются. При сжатии или расширении спирали она включает или выключает ртутный переключатель, замыкающий или размыкающий электрическую сеть (включая или выключая нагреватель, тепловой насос или кондиционер). В среднем аналоговом бытовом термостате содержится примерно 4 г. ртути. Промышленные термостаты могут содержать гораздо больше ртути.¹³⁴

В последние годы многие производители стали заменять ртутные термостаты безртутными (электромеханическими или цифровыми). В США, например, содержание ртути в новых термостатах, проданных в 2004 г. (13,1 метрических тонн) не особо отличалось от содержания ртути в термостатах, которые были проданы в 2001 г. (13,25 метрических тонн). Но уже к 2007 г. наблюдалось сокращение содержания ртути в новых термостатах почти на 75 процентов (до 3,5 метрических тонн).¹³⁵ Ртутные термостаты в большинстве случаев заменили электронными, которые можно программировать и они очень быстро окупаются, позволяя потребителям экономить электроэнергию. При этом необходимо учитывать, что если новые электронные термостаты устанавливают вместо ртутных, то демонтированные старые термостаты должны обязательно утилизироваться должным образом.

Ртутьсодержащие реле: Реле - это устройства, позволяющие замыкать или размыкать электрические цепи, чтобы контролировать работу других устройств. Реле часто применяют для включения или выключения высокоточных устройств за счет подачи относительно невысокого тока в цепь контроля. Ртутьсодержащие реле включают реле вытеснения, ртутные герконы и реле со ртутными контактами.¹³⁶

Реле широко используются в самых разнообразных продуктах. В 2001 г. объем продаж на глобальном рынке реле составлял 4,658 млрд. долл. США. Крупнейшими потребителями реле являются производители телекоммуникационного и транспортного оборудования, а также производители промышленной автоматики. Реле можно встретить в ноутбуках, источниках питания для компьютеров, в множительной технике, зарядных устройствах для аккумуляторов, в калориферах и бытовых печах, в промышленных печах, в

уличных фонарях в дорожных указателях, в хирургическом оборудовании и рентгеновских аппаратах, в самолетах, вольтметрах и омметрах, в станках, горнодобывающем оборудовании, в нагревателях для бассейнов, оборудовании для химической чистки, на печатных платах, в программируемых управляющих устройствах и во множестве других приборов.¹³⁷ В 2004 г. в новых реле, поступивших на рынок Соединенных Штатов, содержалось 16,9 метрических тонн ртути.¹³⁸

Помимо рассмотренных выше типов существует еще много других ртутьсодержащих переключателей и реле. К ним относятся датчики температуры и давления, датчики пожарной сигнализации, герконы, датчики вибрации и т.д. Большая часть доступной информации о ртутьсодержащих переключателях приходится на долю Северной Америки и Западной Европы, где их в большинстве случаев заменили безртутными альтернативами. Надежные данные о подобных тенденциях в других регионах отсутствуют.

Большая часть ртути, содержащейся в переключателях в используемых продуктах и оборудовании, в конечном итоге окажется в окружающей среде если не предпринять мер для утилизации этой ртути. К сожалению, в высокоразвитых странах существует тенденция к вывозу электронных отходов в развивающиеся страны с дешевой рабочей силой, где большинство местных предприятий по переработке отходов эксплуатируются неэффективно и часто создают проблемы местного загрязнения. Глобальное соглашение по ртути могло бы помочь в разрешении этой проблемы благодаря ускорению глобального отказа от применения ртутьсодержащих переключателей и реле и благодаря требованиям к улучшению утилизации электронных продуктов и оборудования после завершения срока службы.

7.3 Ртуть в химических источниках тока

Ртуть в основном применяется в химических источниках тока чтобы предотвратить образование водорода, которое может вызвать разрушение и протекание батареи. Ртуть также использовали ранее в качестве электрода в батареях на основе оксида ртути. Еще в начале 1980-х годов в Соединенных Штатах производство химических источников тока было крупнейшим внутренним потребителем ртути, на эти цели расходовалось более 900 метрических тонн ртути в год. К 1993 г. многие производители химических источников тока уже продавали безртутные щелочные батареи для большинства видов применения, а к 1996 г. это уж стало национальным стандартом для большинства химических источников тока после принятия федерального закона, регулирующего ртутьсодержащие батареи. Аналогичные ограничения ввели и страны Западной Европы. Но в глобальном масштабе ртуть по-прежнему широко используют в производстве батарей - по

имеющимся данным в 2000 г. на их долю приходилась примерно треть общего глобального спроса на ртуть.¹³⁹

По данным доклада Европейского Союза, общее содержание ртути в химических источниках тока, которые продавались в 2000 г. в США и странах ЕС, составляло 31 метрическую тонну. В этом же году, общее содержание ртути в батареях, проданных в остальных регионах мира, достигало 1050 метрических тонн.¹⁴⁰ А в более недавней оценке в докладе ЮНЕП "Краткая информационная сводка о предложении, торговле и спросе на ртуть" отмечается, что глобальное содержание ртути в новых проданных в 2005 г. батареях сократилась до примерно 300 - 600 метрических тонн.¹⁴¹

К химическим источникам тока с наиболее высоким содержанием ртути относятся ртутнооксидные элементы, содержащие 40 весовых процентов ртути. Эти батареи высоко ценились за высокую удельную мощность и пологую характеристику напряжения разряда, что обусловило их применение в таких устройствах как слуховые аппараты, часы, калькуляторы, электронные камеры, точные измерительные приборы и приборы медицинского назначения.¹⁴² Нам не удалось найти информации, которая указывала бы, что миниатюрные ртутнооксидные элементы до сих пор производятся в какой-либо стране мира. С другой стороны, крупные батареи этого типа до сих пор производятся для использования в военной технике, в медицинских приборах и в промышленности, когда стабильный ток разряда и длительный срок службы считаются особо важными параметрами. По данным доклада Европейской комиссии в 2007 г. в странах ЕС было продано от 2 до 17 метрических тонн ртути в виде ртутнооксидных батарей.¹⁴³

Помимо ртутнооксидных элементов, ртуть используется в других химических источниках тока в качестве ингибитора образования водорода для предотвращения разрушения корпуса и утечки электролита. Большинство представленных на мировом рынке щелочных элементов ртути уже не содержат. Основным исключением являются таблеточные щелочные элементы.

Щелочные таблеточные элементы - это небольшие батарейки, которые используются в слуховых аппаратах, часах, игрушках, сувенирах и в других миниатюрных аппаратах. Многие из таких батарей содержат ртуть. Таблеточные батареи обычно относятся к одному из четырех типов - воздушно-цинковым, серебряно-оксидным, щелочным марганцево-цинковым, марганцево-щелочным и литиевым. Литиевые таблеточные батареи ртути не содержат. С другой стороны, цинково-воздушные, серебряно-оксидные и марганцево-щелочные таблеточные батареи обычно содержат от 0,1 до 2,0 весовых процентов ртути. Во многих случаях эти батареи попадают на рынок уже установленными в других товарах. В 2004 г., например, с сухими завтраками в США бесплатно распространили 17

миллионов игрушек "Человек-паук". Как можно подсчитать, одна только эта рекламная кампания привела к выпуску в оборот 30 кг ртути.¹⁴⁴

Воздушно цинковые таблеточные батареи: Большая часть таких батарей выпускается для применения в слуховых аппаратах, которые нуждаются в мощном источнике тока. Срок службы таких батарей составляет как правило всего несколько дней, так что пользующиеся слуховыми аппаратами люди обычно покупают сразу большой запас таких батарей для замены. В некоторых странах на рынке уже имеются надежные безртутные цинково-воздушные таблеточные батареи по аналогичным ценам.¹⁴⁵

Серебряно-оксидные таблеточные батареи: Эти батареи применяются главным образом в часах и камерах, но они могут также использоваться в миниатюрных таймерах, электронных играх, калькуляторах и в других устройствах, которым требуется полая характеристика разряда. Три японские компании - Sony, Seiko и Hitachi - уже несколько лет продают безртутные серебряно-оксидные таблеточные батареи различных типоразмеров. К производству таких батарей недавно приступили также и компании Германии и Китая. Безртутные серебряно-оксидные батареи некоторых производителей не отличаются по цене от ртутьсодержащих аналогов, но батареи некоторых других производителей все же немного дороже. Похоже, что доля безртутных серебряно-оксидных батарей на рынке быстро увеличивается.¹⁴⁶

Щелочные марганцево-цинковые таблеточные батареи: Батареи такого типа преимущественно используют в игрушках и сувенирах, рассчитанных на питание от таблеточных батарей, но кроме того их часто используют в камерах, калькуляторах, цифровых термометрах и пультах дистанционного управления. По расчетам, в Китае в 2004 г. для производства таблеточных марганцево-цинковых батарей было использовано более 900 метрических тонн ртути. Это самые дешевые батареи таблеточного типа и оптовые цены на наиболее популярные модели составляют 10 центов за штуку или даже меньше.

По меньшей мере пять китайских производителей выпускают безртутные щелочные марганцево-цинковые таблеточные батареи различных типоразмеров (New Leader, Super Energy, Chung Pak, Pak Ko и Shenzhen Thumbcells). Эти компании в основном продают батареи производителям оборудования для использования в конечной продукции. По информации одного исследователя ртуть в щелочных марганцево-цинковых батареях без особых технических трудностей можно заменить висмутом, индием или органическими ПАВ.¹⁴⁷

Миниатюрные литиевые батареи: По своему внешнему виду эти батареи скорее напоминают монету, а не таблетку и добавок ртути они не содержат.

Компания Timex использует литиевые батареи для 95 своих часов и литиевые батареи также часто используются в электронных играх, калькуляторах, устройствах автомобильной сигнализации, в электронных гаражных замках и в электронных поздравительных открытках. Некоторые считают, что литиевые батареи могут стать хорошей альтернативой для многих применений ртутьсодержащих таблеточных батарей. Впрочем, для этого может потребоваться внести конструктивные изменения, чтобы вместить батареи другой формы - литиевые батареи обычно тоньше и шире таблеточных батарей. Кроме того, у литиевых батарей гораздо более высокое рабочее напряжение, что может сделать их непригодными для многих нынешних применений.¹⁴⁸

Ртуть выделяется в окружающую среду при производстве химических источников тока и по завершении срока службы. Информация о выбросах и выделении ртути в окружающую среду при производстве ртутьсодержащих батарей отсутствует, но эти количества могут быть довольно значительными. В то же время, основные выбросы ртути в окружающую среду почти наверняка происходят именно по завершении срока службы ртутьсодержащих батарей. В большинстве стран доля утилизированных батарей (особенно таблеточных) весьма невелика и большинство отработанных батарей оказываются в мусоросжигателях или на свалках, после чего значительная часть содержащейся в них ртути рано или поздно попадет в окружающую среду.

В последние годы был достигнут реальный прогресс в замене ртутьсодержащих батарей безртутными альтернативами, особенно на рынках Западной Европы и Северной Америки. Национальные усилия по продвижению такой замены могут ускорить этот процесс в других регионах, но только глобальное соглашение по контролю ртути может помочь перейти к полному выводу из оборота всех ртутьсодержащих химических источников тока.

7.4 Ртуть во флуоресцентных лампах

Ртуть содержится в различных источниках света и ее применение позволяет повысить эффективность ламп и срок службы. Флуоресцентные лампы и другие содержащие ртуть лампы обычно гораздо эффективнее используют энергию и служат дольше ламп накаливания и других источников света аналогичной мощности.¹⁴⁹

Флуоресцентные лампы (включая трубчатые и компактные флуоресцентные лампы - КФЛ) - это наиболее широко представленный на рынке тип ртутьсодержащих ламп. Флуоресцентные лампы обычно содержат меньше ртути чем другие ртутьсодержащие лампы и среднее количество используемой в индивидуальных лампах ртути постоянно снижается. Тем не менее, в силу их

значительно доли на рынке, как показывают расчеты, на долю флуоресцентных ламп приходится примерно 80 процентов всей ртути, используемой в осветительных приборах.¹⁵⁰

Флуоресцентная лампа представляет собой стеклянную трубку, покрытую флуоресцирующим составом и заполненную парами ртути. С двух концов такой трубки находятся впаянные электроды. Если подать на них напряжение пары ртути ионизируются и начинают излучать ультрафиолетовое излучение (УФ). Флуоресцирующий состав поглощает ультрафиолетовое излучение и излучает видимый свет. Ртуть является существенно важным компонентом всех флуоресцентных ламп.¹⁵¹

Но тем не менее, во многих случаях применение компактных флуоресцентных ламп вместо ламп накаливания в действительности приводит к сокращению общего объема выбросов ртути в окружающую среду. Каким образом?

Уголь содержит ртуть и при его сжигании она попадает в окружающую среду. Во многих странах за счет сжигания угля вырабатывается значительная часть производимой электроэнергии. Соответственно, меры для сокращения потребления электроэнергии могут привести к сокращению выбросов ртути угольными теплостанциями.

В некоторых странах применение ртутьсодержащих флуоресцентных ламп может в краткосрочной перспективе сократить глобальное загрязнение окружающей среды ртутью

Трубчатые и компактные флуоресцентные лампы часто содержат относительно небольшие количества ртути и по сравнению с лампами накаливания используют энергию гораздо эффективнее. Если флуоресцентными лампами вместо ламп накаливания пользуется большое число потребителей, то это позволяет значительно сократить общий спрос на электроэнергию. В большинстве случаев, такая замена может привести к большому выбросов ртути тепловыми электростанциями по сравнению с количеством ртути в самих этих флуоресцентных лампах. Это можно показать на примере данных для Соединенных Штатов. Но при этом следует отметить, что на некоторые развивающиеся страны и страны с переходной экономикой могут не распространяться некоторые выводы, полученные для ситуации в высокоразвитых странах.

Рассмотрим КФЛ мощностью в 14 Вт, которая заменяет лампу накаливания мощностью в 60 Вт. Обе лампы дают примерно одинаковый световой поток. В Соединенных Штатах средний срок службы такой КФЛ составляет примерно 20.000

часов. В течение этого среднего срока службы КФЛ израсходует 280 киловатт-часов (кВт-ч) электроэнергии. За это же время, 60-ваттная лампа накаливания израсходует 1.200 кВт-ч электроэнергии. Заменяв 60-ваттную лампу накаливания на КФЛ мощностью 14 Вт, в среднем в течение срока службы КФЛ можно сэкономить (для условий США) 920 кВт-ч электроэнергии.

В Соединенных Штатах средняя угольная теплостанция выбрасывает в атмосферу примерно 0,0234 мг ртути на один киловатт-час выработанной электроэнергии. Если допустить, что отдельный американский дом получает всю потребляемую электроэнергию только от средней американской тепловой угольной электростанции, то мы получим, что замена 60-ваттной лампы накаливания на КФЛ мощностью 14 Вт приводит в среднем к сокращению выбросов ртути на этой электростанции в среднем на 21,5 мг (и одновременно сокращает выбросы парниковых газов, двуокиси серы, окислов азота и других загрязнителей).

Поскольку средняя американская КФЛ мощностью 14 Вт обычно содержит 5 мг ртути или даже меньше того, то ее применение приводит к общему сокращению выбросов ртути на примерно 16,5 мг, даже если допустить, что вся содержащаяся в этой лампе ртуть окажется в конечном итоге в окружающей среде (если вычесть из 21,5 мг сокращения выбросов ртути в те 5 мг ртути, которые содержатся в КФЛ, то мы получим общее сокращение выбросов в 16,5 мг.)^{152,153} Если в таких условиях заменить лампы накаливания флуоресцентными лампами в больших масштабах, то общий объем сокращения выбросов ртути может оказаться весьма значительным.

Но в других странах условия могут существенно отличаться. В России, например, флуоресцентные лампы, похоже, содержат больше ртути чем в США (многие такие лампы в России содержат от 20 до 500 мг ртути). По оценкам российских экспертов общее количество ртути в используемых в настоящее время в России флуоресцентных лампах составляет примерно 50 метрических тонн. С учетом частоты замены этих ламп можно подсчитать, что на их долю приходится примерно 10 метрических тонн выбросов ртути в атмосферу в год.¹⁵⁴

Как и во многих других странах, в России напряжение в сети постоянно изменяется и потребители часто сталкиваются с резкими скачками напряжения. В результате этого, срок службы флуоресцентных ламп в России короче чем в странах с более стабильным электроснабжением.¹⁵⁵

Имеются также и другие соображения, влияющие на положительный (или отрицательный) эффект от замены ламп накаливания флуоресцентными лампами. Например, содержание ртути в угле отличается в зависимости от конкретной страны или региона, равно как и объем выбросов ртути на киловатт-час электроэнергии, выработанной средней угольной теплостанцией. Кроме того, в различных местах будет отличаться и доля выработанной угольными электростанциями электроэнергии. В некоторых странах действуют относительно эффективные

системы для обеспечения сбора вышедших из строя флуоресцентных ламп и для их утилизации с минимальными выбросами ртути в окружающую среду, тогда как в других странах подобных систем может вовсе не существовать. Существуют также и различия между стоимостью флуоресцентных ламп в разных странах. И наконец, вполне возможно, что в странах с относительно низкой стоимостью электроэнергии и относительно высокими ценами на флуоресцентные лампы (и где они обладают более коротким сроком службы), переход от ламп накаливания на флуоресцентные лампы может привести к результату, что потребители в конечном итоге от этого не выиграют, а лишь понесут дополнительные затраты.

В конечном итоге, эксперты в различных странах и регионах могут прийти к разным выводам о желательности перехода от ламп накаливания на флуоресцентные лампы в своих странах. На такие решения может повлиять целый ряд факторов. С одной стороны, эксперты будут учитывать изменение климата и важность мер по сокращению спроса на электроэнергию, вырабатываемую тепловыми электростанциями на угле или на других видах ископаемого топлива, а также будут учитывать выбросы этими электростанциями ртути и других токсичных загрязнителей. С другой стороны, эксперты могут учесть содержание ртути во флуоресцентных лампах на своих внутренних рынках и выбросы ртути при производстве этих ламп, при добыче ртутной руды и производстве металлической ртути. Они могут также принять во внимание более непосредственную угрозу для здоровья и безопасности населения, связанную с нахождением ртутьсодержащих продуктов в домах и на рабочих местах, а также вероятность того, что люди будут попросту выбрасывать перегоревшие лампы на свалки. Могут сыграть свою роль и другие соображения, такие как средний срок службы флуоресцентных ламп в стране и относительные затраты, связанные для потребителей с переходом от ламп накаливания к флуоресцентным лампам.

И наконец, сторонники отказа от ламп накаливания и перехода к флуоресцентным лампам отдадут себе отчет в том, что это не может быть приемлемым окончательным решением, а является лишь краткосрочной - среднесрочной мерой. Долгосрочной же задачей является разработка и широкомасштабное применение ламп, которые обеспечивают хорошее освещение и при этом эффективно используют энергию, не содержат ртути, обладают длительным сроком службы, невысокой ценой и не содержат токсичных веществ.

Применение флуоресцентных ламп создает свои проблемы. Если флуоресцентная лампа разбивается в помещении, то опасные пары ртути попадают в воздух. Кроме того, если принять во внимание все виды ртутного загрязнения, связанного со всеми стадиями жизненного цикла флуоресцентных ламп, то нам придется учесть не только содержащуюся в них ртуть, которая

попадает в окружающую среду в конце жизненного цикла, то также и ртутное загрязнение, связанное с добычей используемой в них ртути и с производством этих ламп.

К счастью, разрабатываются новые энергоэффективные лампы, которые вообще не содержат ртути. Наиболее перспективной технологией являются светоизлучающие диоды (СИД). Уже доступны коммерческие источники света на основе СИД, но они все еще довольно дороги. Впрочем, как и в случае других новых технологий, предполагается, что их стоимость со временем снизится. Поставщики утверждают, что поступающие на рынок светодиодные лампы не содержат ртути, обеспечивают экономию энергии по сравнению с лампами накаливания на 77 процентов, имеют срок службы в 25 раз больше, остаются холодными при работе и дают полный световой поток сразу же после включения (в отличие от флуоресцентных ламп).¹⁵⁶ В конце концов светодиодные лампы или другие новые технологии почти наверняка заменят и лампы накаливания, и флуоресцентные лампы. В то же время, в настоящее время все еще нет достаточной информации о влиянии светодиодных ламп на здоровье человека и на окружающую среду, так что этот вопрос нуждается в дополнительном изучении.

В краткосрочной - среднесрочной перспективе замена ламп накаливания на флуоресцентные лампы с более длительным сроком службы представляется для многих стран экологически благоприятным решением. Тем не менее, индивидуальные модели трубчатых и компактных флуоресцентных ламп отличаются. В 2004 г. большинство продаваемых в США трубчатых флуоресцентных ламп содержали менее 10 мг ртути, но 12,5 процентов из них содержали более 50 мг ртути. Две трети проданных в 2004 г. в США КФЛ содержали менее 5 мг ртути, но содержание ртути в некоторых КФЛ превышало 10 мг.¹⁵⁷ Среднее содержание ртути в трубчатых флуоресцентных лампах типоразмера T12, произведенных в Китае в 2006 г., составляло от 25 до 45 мг, 20 мг для ламп типоразмера T5 и 10 мг для КФЛ.¹⁵⁸ Наиболее популярные КФЛ в Индии содержат от 3,5 до 6 мг ртути, но некоторые лампы содержат больше ртути и правительство готовит соответствующие стандарты.¹⁵⁹

В Западной Европе Европарламент и Совет ЕС ввели директиву, ограничивающую применение ртути в электротехническом и электронном оборудовании. В соответствии с этой директивой, содержание ртути в КФЛ должно быть ниже 5 мг на индивидуальную лампу, а содержание ртути в трубчатых флуоресцентных лампах общего назначения должно быть ниже 10 мг на единицу.¹⁶⁰ Но в некоторых других странах среднее содержание ртути во флуоресцентных лампах может быть гораздо выше.

Кроме того информация о содержании ртути во флуоресцентных лампах не дает полной картины вклада этого источника в глобальное ртутное загрязнение. Некоторые производители ламп, в частности многие китайский производители, получают ртуть от небольших горнодобывающих и металлургических предприятий с высоким уровнем загрязнения. На некоторых предприятиях по производству ламп выбросы ртути не контролируются должным образом и такие предприятия выбрасывают большие количества паров ртути в воздух производственных помещений или в атмосферу. На некоторых из таких предприятий образуются значительные количества недостаточно контролируемых ртутьсодержащих твердых и жидких отходов. С другой стороны, некоторые другие производители ламп создают лишь минимальное загрязнение и получают ртуть от поставщиков, добывающих ртуть в контролируемых условиях из вторичного сырья, утилизируя при этом ртуть, которая иначе попала бы в окружающую среду.

Отсутствие действующих систем, обеспечивающих экологически безопасную утилизацию перегоревших ртутьсодержащих ламп, особенно в развивающихся странах, создает серьезную опасность для рабочих, занимающихся переработкой отходов и для местных сообществ, которые часто собирают непригодные лампы на свалках и перерабатывают их в неприспособленных условиях. На Филиппинах, например, по официальным данным, 88 процентов домохозяйств и 77 процентов коммерческих предприятий выбрасывают перегоревшие флуоресцентные лампы вместе с бытовыми отходами. Исследование кустарной переработки КФЛ на свалках, проведенное Коалицией EcoWaste (член сети IPEN), привлекло внимание политического руководства страны, которое уже осознало необходимость введения в действие эффективного механизма для сбора и утилизации непригодных флуоресцентных ламп, включая введение расширенной ответственности производителя для сдерживания неприемлемой практики удаления.

Эта проблема характерна не только для развивающихся стран. По расчетам Ассоциации предприятий по утилизации ламп и ртути (ALMR), в Соединенных Штатах утилизируется только около 23 процентов всех ламп (30 процентов для торговых и промышленных потребителей, но только 5 процентов для бытовых потребителей).¹⁶¹ Уровень утилизации в ЕС гораздо выше. Директива ЕС по отходам электротехнического и электронного оборудования предусматривает бесплатный прием вышедшего из строя электротехнического оборудования, включая флуоресцентные лампы и создание пунктов/систем для сбора электронных отходов бытовых потребителей.¹⁶² Канада также приступает к реализации своего собственного общенационального стандарта, требующего разработки схемы расширенной ответственности производителя для растущего числа потребительских товаров.¹⁶³

Для переработки непригодных флуоресцентных ламп и для обращения с ними используется множество различных систем. К ним относятся применение измельчителей и других систем утилизации флуоресцентных ламп. Как представляется, отсутствуют всесторонние данные для оценки нескольких ключевых факторов, связанных с этими системами: объем выбросов в атмосферу для различных систем измельчения или утилизации ламп, производственная ртутная экспозиция персонала, ртутное загрязнение почвы и воды на предприятиях, передача ртутных отходов другим предприятиям и степень извлечения чистой элементарной ртути при использовании различных систем. Похоже, что хотя некоторые такие системы могут работать относительно эффективно, некоторые другие могут приводить к значительному загрязнению и создавать высокую ртутную экспозицию для персонала и/или для местного населения.

Соглашение по контролю ртути может включать меры для ограничения содержания ртути во флуоресцентных лампах; оно может требовать применения более чистых процессов для производства ламп; повышения доступности безопасных и незагрязняющих предприятий для утилизации ламп; а также ускорит разработку альтернативных высококачественных безртутных осветительных приборов, отличающихся энергоэффективностью, приемлемой ценой и отсутствием токсичных компонентов.

7.5 Другие ртутьсодержащие лампы

Помимо флуоресцентных ламп, на рынке имеется еще ряд типов ламп, которые содержат ртуть. Многие из них относятся к газоразрядным лампам высокой интенсивности. Это название часто используют для обозначения нескольких типов ламп, включая металлогалогенидные, натриевые лампы высокого давления и лампы с парами ртути.

Газоразрядные лампы высокой интенсивности по принципу действия не особо отличаются от флуоресцентных ламп. В них используется трубка, заполненная парами металла при относительно высоком давлении. В них впаиваются два электрода и когда между ними возникает дуговой разряд они начинают излучать тепловое и видимое излучение. Эти лампы обладают очень высоким сроком службы и некоторые из них излучают гораздо больше света чем обычные флуоресцентные лампы. Для них требуется относительно длительный период прогрева перед достижением рабочей интенсивности освещения и даже кратковременное падение напряжения может привести к разрыву дуги и лампе опять потребуется прогрев - а для этого может потребоваться несколько минут. В газоразрядных лампах высокой интенсивности различного типа используется разные комбинации состава рабочей газовой среды - обычно это ксенон/аргон и

пары ртути. От состава газовой среды зависит цветовая характеристика лампы и ее общая эффективность.¹⁶⁴

Металлогалогенидные лампы: В этих лампах используются галогениды металлов (такие как йодистый натрий) и их излучение покрывает большую часть спектра. Металлогалогенидные лампы обладают высокой эффективностью, хорошей цветовой характеристикой и длительным сроком службы. Такие лампы широко используются для освещения стадионов, складов, магазинов и промышленных зданий. Они также используются в качестве источника яркого света с синеватым оттенком для автомобильных фар и для подсветки аквариумов. Количество используемой в индивидуальных металлогалогенидных лампах колеблется от более 10 мг до 1000 мг. Семьдесят пять процентов металлогалогенидных ламп содержат более 50 мг ртути; а для трети таких ламп содержание ртути составляет более 100 мг.¹⁶⁵

Керамические металлогалогенидные лампы: Применение этих ламп началось лишь недавно - они применяются в качестве высококачественных энергоэффективных альтернативных источников света вместо ламп накаливания и галогенных ламп. Они используются главным образом для узконаправленного освещения и подсветки товаров на витринах. От стандартных металлогалогенидных ламп они отличаются тем, что разрядная трубка выполнена из керамики. Эти лампы содержат меньше ртути чем стандартные металлогалогенидные лампы и обеспечивают лучшее качество света и лучшую цветопередачу при более низкой стоимости. Более 80 процентов таких ламп содержат не более 10 мг ртути, а остальные - не более 50 мг.¹⁶⁶

Натриевые лампы высокого давления: Эти лампы являются эффективными источниками света, но дают свет с желтым оттенком и отличаются плохой цветопередачей. Они разрабатывались как энергоэффективные источники света для внешнего освещения, для систем безопасности и для промышленного применения. Их также широко применяют для уличного освещения. Натриевые лампы высокого давления дают желтый - оранжевый свет и в силу плохой цветопередачи их применяют в основном для наружного и промышленного освещения, когда основными требованиями являются высокая эффективность и длительный срок службы. Практически все натриевые лампы высокого давления содержат от 10 до 50 мг ртути.¹⁶⁷

Лампы с парами ртути: Это самая старая технология газоразрядных ламп высокой интенсивности. При разряде пары ртути светятся синеватым цветом, так что они дают плохую цветопередачу. Из-за этого на такие лампы наносят слой люминофора, чтобы изменить спектральную характеристику излучения и улучшить цветопередачу. Лампы с парами ртути дают меньше света на единицу энергии и

являются наименее эффективным типом газоразрядных ламп высокой интенсивности. Они используются главным образом в промышленности и для внешнего освещения, поскольку обладают низкой стоимостью и длительным сроком службы. Большинство таких ламп содержат от 10 до 50 мг ртути, но 40 процентов из них содержат более 50 мг ртути, а 12 процентов - более 100 мг ртути.¹⁶⁸

Флуоресцентные лампы с холодным катодом: Это разновидность трубчатых флуоресцентных ламп, но они отличаются небольшим диаметром. Лампы с холодным катодом используются для подсветки жидкокристаллических мониторов в различном электронном оборудовании, включая компьютеры, телевизоры с плоским экраном, видеокамеры, счетчики банкнот, цифровые проекторы, копировальные машины и факсы. Они также используются для подсветки приборной панели в автомобилях. Лампы с холодным катодом работают при гораздо более высоком напряжении по сравнению с обычными флуоресцентными лампами. Это устраняет необходимость прогрева электродов и повышает эффективность ламп на 10 - 30 процентов. Эти лампы могут давать цвет различного спектрального состава, они обладают высокой яркостью и длительным сроком службы. По содержанию ртути они аналогичны другим флуоресцентным лампам.

Неоновые лампы: Эти газоразрядные лампы содержат неон, криптон и аргон при низком давлении. Как и в обычных флуоресцентных лампах, в концы газоразрядной трубки впаяны металлические электроды. При прохождении электрического тока неон и другие газы ионизируются и излучают видимый свет. Цвет свечения зависит от используемого газа - неон дает красный свет, аргон - лиловый, а гелий - оранжево-белый. Подбирая различные смеси газов и другие характеристики лампы, можно получить разные цвета. Неоновые лампы часто производят в кустарных мастерских и широко используют для световой рекламы, освещения торговых помещений и в декоративных целях. Красные неоновые лампы ртути не содержат, но неоновые лампы с другой цветовой характеристикой могут содержать примерно 250 - 600 мг ртути на единицу.¹⁶⁹

Ртутные дуговые лампы: Эти лампы представляют собой сферические или слегка удлинённые кварцевые лампы, электроды в которых расположены на расстоянии лишь в несколько миллиметров. Такая лампа заполняется аргоном и парами ртути при низком давлении. Электрическая мощность таких ламп может составлять от менее 100 Ватт до нескольких кВт. Эти лампы дают исключительно интенсивный свет и используются для специальных целей - в прожекторах, в специальном медицинском оборудовании, в фотохимии, УФ-терапии и в спектроскопии. Одной из разновидностей таких ламп являются ксеноновые дуговые лампы - они имеют аналогичную конструкцию, но заполнены смесью

ксенона и паров ртути. Ксеноновые лампы содержат от 100 до 1000 мг ртути, а многие и более 1000 мг ртути.¹⁷⁰

Капиллярные ртутные лампы: Эти лампы являются источниками интенсивного излучения в диапазоне от ультрафиолетового до ближнего инфракрасного. Им не требуется прогрева для включения и они достигают полной рабочей яркости в течение нескольких секунд. Выпускаются капиллярные ртутные лампы различной длины и мощности, рассчитанные на различные типы крепления. Они используются в производстве печатных плат и для других промышленных применений. Их применяют для УФ-терапии, а также широко используют в шелкографии, в производстве CD/DVD дисков, в медицинских приборах, для нанесения покрытий на бутылки/чашки и т.д. Эти лампы могут содержать от 100 до 1000 мг ртути.¹⁷¹

7.6 Ртуть в измерительных приборах

Ртуть равномерно изменяет свой объем в зависимости от температуры и давления. Это свойство делает ее ценным материалом для научных, медицинских и промышленных приборов для измерения температуры и давления.

Европейский Союз принял директиву, которая ввела ограничения для некоторых ртутьсодержащих измерительных приборов. На рынках стран ЕС запрещена продажа ртутных медицинских термометров. Запрещена также продажа индивидуальным потребителям других ртутьсодержащих измерительных приборов, таких как манометры, барометры, сфигмоманометры (приборы для измерения кровяного давления) и другие виды ртутных термометров. Исключение делается для антикварных приборов, выпущенных более 50 лет тому назад. ЕС заказал проведение более углубленного исследования доступности надежных, безопасных, технически и экономически жизнеспособных альтернатив для ртутьсодержащих приборов, которые используются в здравоохранении и для других профессиональных и промышленных применений.¹⁷² Правительства ряда штатов США также ввели запреты или ограничения для некоторых ртутьсодержащих измерительных приборов.¹⁷³ В ответ на эти меры, некоторые производители отказываются от производства таких приборов и расширяют производство качественных и экономически эффективных безртутных альтернатив.

К наиболее распространенным ртутьсодержащим измерительным приборам относятся термометры и сфигмоманометры. Термометры используются для различных целей - это, в частности, медицинские термометры, а также другие типы термометров, которые применяются в быту, в лабораторной практике и в промышленности. Индивидуальный термометр может содержать от 0,5 до 54 г

ртути. В США, например, общее содержание ртути в термометрах, проданных в 2004 г., составляло примерно 2 метрические тонны. Один сфигмоманометр содержит от 50 до 140 г ртути. Общее содержание ртути во всех проданных в США в 2004 г. сфигмоманометрах составляло около одной метрической тонны.¹⁷⁴

Поскольку в сфигмоманометрах и в некоторых других ртутьсодержащих приборах ртуть контактирует с воздухом, ртуть из них со временем частично испаряется. Соответственно, объем содержащейся в них ртути приходится периодически пополнять. Для калибровки таких приборов все больше начинают использовать не содержащие ртути приборы, что свидетельствует о высокой точности и надежности безртутных электронных приборов.

К другим ртутьсодержащим измерительным приборам относятся следующие:

- **Барометры** - приборы для измерения атмосферного давления. (В одном барометре может содержаться от 400 до 620 г ртути.)
- **Манометры** - приборы для измерения давления газа. (В каждом манометре может содержаться от 30 до 75 г ртути.)
- **Психрометры** - приборы для измерения влажности. (В одном психрометре может содержаться 5 - 6 г ртути.)
- **Расходомеры** используются для измерения скорости потока газов, воды, воздуха и пара.
- **Денсиметры** используются для измерения плотности жидкостей.
- **Пирометры** применяются для измерения высоких температур (главным образом в литейном производстве.)

Общее содержание ртути во всех манометрах, проданных в США в 2004 г., составляло немногим более одной метрической тонны. Во всех остальных перечисленных выше измерительных приборах, проданных в 2004 г. в США, содержалось 0,1 метрической тонны ртути.¹⁷⁵

7.7 Ртуть в стоматологических амальгамах

Стоматологи используют амальгаму для пломбирования зубов при лечении кариеса. Стоматологические амальгамные пломбы иногда называют серебряными, поскольку они напоминают серебро по внешнему виду. Амальгама - это смесь металлов, включающая элементарную ртуть и порошкообразный сплав серебра, олова и меди. На долю элементарной ртути приходится примерно 50 процентов веса стоматологической амальгамы. Эта технология используется уже более 150 лет.¹⁷⁶ В прошлом стоматологи смешивали амальгаму непосредственно перед употреблением, используя элементарную ртуть и порошки металлов. В

настоящее время многие дантисты приобретают амальгаму в капсулах различного объема. В одной капсуле может содержаться от 100 до 1000 мг ртути.¹⁷⁷

Амальгамные пломбы медленно выделяют пары ртути в очень небольших количествах и эти пары могут поглощаться и попадать в кровоток пациента. По расчетам, в кровоток пациента с амальгамными пломбами ежедневно в среднем попадает 3 - 17 мкг ртути. Это невысокая экспозиция, но она намного выше средней экспозиции человека по ртути в атмосферном воздухе.¹⁷⁸

Исследования возможных негативных последствий ртутной экспозиции за счет амальгамных пломб приводят к существенно отличающимся выводам. В некоторых исследованиях было установлено, что ртуть из стоматологических амальгам может приводить к различным заболеваниям, включая токсическое воздействие на почки, нейрорповеденческие изменения, аутоиммунные расстройства, окислительный стресс, аутизм, изменения кожи и слизистых оболочек. Указывали также на свидетельства связи между низкодозовой ртутной экспозицией и развитием болезни Альцгеймера и рассеянного склероза. Авторы одной из обзорных статей, которые поддерживают эту точку зрения, утверждают, что в других исследованиях были допущены серьезные методологические ошибки и что уровни ртути в крови, моче или в других биомаркерах не отражают накопления ртути в критически важных органах. Авторы утверждают, что в различных контролируемых случаях удаление ртутных пломб привело к улучшению хронических симптомов у соответствующих пациентов. Авторы этой обзорной статьи делают вывод, что "стоматологическая амальгама является неприемлемым материалом в силу медицинских, профессиональных и экологических причин."¹⁷⁹

Впрочем, в других заслуживающих доверия исследованиях пришли к другим выводам. Например, Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств США (FDA) провело анализ имеющихся научных данных, чтобы определить, представляют ли опасность низкие уровни паров ртути, связанные с амальгамными пломбами. Основываясь на результатах этого анализа, Управление пришло к выводу о безопасности амальгамных пломб для взрослых и для детей старше 6 лет.¹⁸⁰ После проведения этого обзорного анализа в 2009 г. FDA обновило свои нормативные документы по стоматологическим амальгамам. Новые нормативы FDA относят стоматологические амальгамы к материалам, представляющим умеренный риск. FDA рекомендует предупреждать об опасности применения стоматологических амальгам пациентов, страдающих аллергией на ртуть. Управление рекомендует также снабжать предупредительными надписями упаковку стоматологических амальгам, чтобы дантисты и их пациенты могли принимать обоснованные решения. Такие предупредительные надписи должны включать информацию о преимуществах и

факторах риска, связанных со стоматологической амальгамой, включая опасность вдыхания паров ртути.¹⁸¹

Учитывая медицинские и экологические опасения, связанные со стоматологическими амальгамами, их применение в США и в Западной Европе сокращается. (Тенденции в других странах неясны.) В 2007 г. министр охраны окружающей среды Норвегии выпустил директиву, запрещающую применение ртути в стоматологических материалах.¹⁸² В 2009 г. этому примеру последовала и Швеция, запретив применение стоматологических амальгам для детей и ограничив их применение для взрослых ситуациями, когда существуют особые медицинские показания для их использования и когда другие методы лечения считаются недостаточными.¹⁸³ Основываясь на имеющихся данных, Австрия, Германия, Финляндия, Норвегия, Великобритания и Швеция рекомендуют стоматологам особо избегать применения ртутьсодержащих амальгамных пломб во время беременности.¹⁸⁴

В Соединенных Штатах применение ртутных амальгам в стоматологии продолжает сокращаться. За период с 2004 по 2007 гг., содержание ртути в использованных в США стоматологических амальгамах сократилось почти на 50 процентов - с 27,5 метрических тонн в 2004 г. до 15 метрических тонн в 2007 г.¹⁸⁵

Когда стоматологи используют амальгамные пломбы, образуются ртутьсодержащие отходы, которые либо попадают в канализацию, либо удаляются с твердыми отходами. Впрочем, наблюдается и тенденция к увеличению числа стоматологических клиник, в которых собирают и утилизируют образующиеся ртутьсодержащие отходы, а некоторые национальные ассоциации стоматологов приняли руководящие указания по образцам лучшей практики обращения с отходами амальгам.¹⁸⁶

Во многих странах распространена практика кремации после смерти. При сжигании в крематории ртуть из амальгамных пломб испаряется и попадает в воздух. Сколько-нибудь надежных статистических данных о глобальных выбросах ртути в атмосферу крематориями нет. По данным одной оценки для крематориев в США 1995 г., при кремации около 500 тыс. человек в атмосферу было выброшено примерно 1,25 метрической тонны ртути.¹⁸⁷ Кремация весьма распространена в ряде стран и эта практика приобретает все более широкое распространение в некоторых других странах. В некоторых случаях амальгамные пломбы перед кремацией удаляют, чтобы избежать выбросов ртути. В то же время, такая практика сталкивается с трудностями этического порядка. Очистка газовых выбросов крематориев также может сократить выбросы ртути, но такие меры приведут к существенному повышению затрат.

Существуют серьезные доводы для постепенного отказа от применения амальгам в стоматологии и перехода к более безопасным альтернативам. Но при этом необходимо провести адекватную оценку предлагаемых заменителей, чтобы избежать таких альтернатив, которые сами могут привести к негативным последствиями для здоровья человека и для окружающей среды.

7.8 Ртутьсодержащие пестициды и биоциды

Как неорганические, так и органические соединения ртути используются в качестве пестицидов для целого ряда применений. Эти соединения использовались для обработки семян, для борьбы с водорослями и заиливанием систем водоохлаждения, на целлюлозно-бумажных предприятиях, в качестве добавок в краски для морских судов, в краски и покрытия на водной основе, для обработки поврежденных деревьев, для защиты посевного картофеля и яблок, для обработки тканей, при стирке и для множества других применений.¹⁸⁸

Пестицид "ширтан", содержащий 120 г ртути на 1 литр (в виде хлорида метоксиэтилртути) по-прежнему зарегистрирован в Австралии для использования в качестве фунгицида для борьбы с ананасной болезнью сахарного тростника.¹⁸⁹ В базе данных Сети действий по пестицидам (PAN) имеются сведения о 79 ртутьсодержащих пестицидах.¹⁹⁰

Роттердамская конвенция о применении процедуры предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле относит пестициды на основе элементарной ртути и ее соединений к перечню химических соединений Приложения III - т.е. эти вещества не могут ввозиться в страну без ее предварительного обоснованного согласия. В этой конвенции определяются 44 соединения ртути, применение которых в качестве пестицидов является предметом правительственных ограничений. К этим пестицидам относятся неорганические соединения ртути, алкил-, алкилоксиалкил- и арил-производные ртути. В Приложении также приводится перечень составов ртутьсодержащих пестицидов, включая жидкости, смачиваемые порошки, гранулированные препараты, краски на латексной основе, полупродукты для приготовления пестициды препаратов и растворимые концентраты.¹⁹¹

Запреты и ограничения на применение многих ртутьсодержащих пестицидов были вызваны их токсичностью для человека, способностью вызывать загрязнение продуктов питания и кормов для животных, а также токсичностью для водных организмов. Наиболее серьезные случаи отравления ртутными пестицидами были связаны с применением соединений ртути для обработки семян -

ртутьсодержащие препараты широко использовались для защиты семян от поражения грибами.

Первым коммерческим препаратом для обработки семян на основе ртути был жидкий состав под названием "паноген" (гуанидин метилртути). Его разработали в Швеции в 1938 г. и широко применяли до конца 1940-х годов. Впоследствии разработали дустовой состав на основе этилметилртути - "церезан", который широко применялся для обработки небольших семян. Обработка семян ртутьорганическими соединениями было весьма эффективным методом и обходилась настолько дешево, что многие станции обрабатывали фермерам семена практически бесплатно, если они привозили их для обработки. Широкомасштабное применение ртутьсодержащих фунгицидов продолжалось до 1970-х годов, когда начали вводить ограничения после нескольких случаев отравления людей, которые употребляли в пищу или обработанное зерно, или же мясо животных, которые им питались. Во многих странах применение фунгицидов на основе ртутьорганических соединений уже запретили, но в некоторых других странах они по-прежнему могут применяться для определенных целей.¹⁹²

Острое отравление пестицидами, которое иногда называют катастрофой с отравленным зерном в Басре произошло в 1971 г. в иракском портовом городе Басра. В порт поступила партия в 90000 метрических тонн американского ячменя и мексиканской пшеницы, предназначавшаяся в качестве посевного материала. Это зерно было обработано метилртутью для предотвращения порчи. Предполагалось, что это зерно будет использоваться фермерами и на мешках были соответствующие предупредительные надписи на английском и испанском языках. Но в иракском порту эти языки были мало кому известны и значительную часть зерна продали на местных рынках в качестве пищевого зерна.¹⁹³ По имеющимся оценкам, в результате отравления ртутью погибло 10 тыс. человек, а у 100 тыс. человек отравление привело к серьезному и необратимому поражению головного мозга.

К некоторым другим видам применения ртути в качестве пестицида/биоцида, которые по-прежнему могут находить практическое применение, относятся следующие:

- **Добавки для красок:** Производные фенилртути и ацетат ртути иногда добавляют в краски в качестве фунгицидов, чтобы предотвратить обрастание окрашенной поверхности грибами и плесенью. Такие краски более не используются в Соединенных Штатах и в Западной Европе, но они по-прежнему могут применяться в других регионах.
- **Целлюлозно-бумажное производство:** Ацетат фенилртути иногда добавляют в бумажную массу в целлюлозно-бумажном производстве в качестве

фунгицида. Поскольку бумажная масса теплая и богата питательными веществами, в ней могут развиваться грибки и плесень, которые могут забивать производственное оборудование, если с ними не бороться. Для этих целей в больших количествах использовали ацетат фенилртути. При этом ртутью могут загрязняться сточные воды предприятия и производимая бумага. Ацетат фенилртути добавляли также в бумажную массу в процессе хранения перед отгрузкой. Имеется лишь ограниченная информация о возможном продолжении применения ртути для этих целей.

- **Антибиотики местного действия:** Меркурохром, настойка мертиолата и некоторые другие антибиотики местного содержат ртуть и используются при обработке ран в медицине и в ветеринарии. Эти антибиотики по-прежнему используются, особенно в ветеринарной практике.

7.9 Ртуть в лабораториях и в школах

Элементарная ртуть, соединения ртути, ртутьсодержащие реагенты и приборы часто встречаются и в школьных, и в профессиональных лабораториях.

Было немало случаев серьезных отравлений ртутью в школах. Один показательный случай произошел в 2006 г. в школе Св. Андрея в Паранакве (Филиппины). Ученики нашли 50 г металлической ртути, предназначенной для экспериментов и начали играть с ней. В результате 24 школьника, в основном в возрасте 13 лет, были госпитализированы для углубленного наблюдения в связи со ртутным отравлением. Школа оставалась закрытой в течение нескольких месяцев, пока местные и международные эксперты не провели ее очистку и деконтаминацию здания.¹⁹⁴ В феврале 2010 г. один из пострадавших учеников подал гражданский иск против своего учителя и школы в связи с неизлечимой болезнью, которая стала результатом отравления ртутью.¹⁹⁵

Вскоре после этого случая Министерство образования Филиппин выпустило Приказ № 160, который поддержал призыв Министерства здравоохранения к постепенному отказу от применения ртути и ртутьсодержащих приборов в медицинских учреждениях и институтах. В нем также рекомендовалось пересмотреть действующие меры безопасности в научных лабораториях, чтобы обеспечить, что ртуть не содержится в часто используемых реактивах для школьных лабораторных работ. Филиппинская НПО Van Toxics (член сети IPEN) провела значительную работу, чтобы убедить Министерство образования выпустить этот приказ.¹⁹⁶

Другой серьезный инцидент произошел в 2009 г. в школе Агуа Фриа в американском штате Аризона. Учителя использовали ртуть для проведения уроков о плотности веществ. Двое учеников обнаружили большую бутылку со ртутью в

шкафу неподалеку от своих парт, начали играть с ней и прихватили часть ртути домой. В конечном итоге ртутное загрязнение было выявлено не только в самой школе, но также и в школьном автобусе, в нескольких домах и в личных вещах многих учеников. Воздействию ртути подверглись несколько сот учеников и сотрудников школы, очистка обошлась школьному округу в 800 тыс. долларов, а его руководитель ушел в отставку.¹⁹⁷

Выше приведены всего лишь два случая, получивших широкую известность, а ртутная экспозиция подобного рода - это крайне распространенное явление. Школам нет необходимости проводить эксперименты и демонстрационные опыты с использованием ртути. Такую практику следует запретить. Если в школе, лаборатории или в другом учреждении ртуть использовалась ранее, то накопившаяся ртуть по-прежнему может присутствовать в водостоках или в канализационных системах даже после прекращения применения ртути и это может вызывать серьезную обеспокоенность.¹⁹⁸

Некоторые лабораторные применения ртути могут быть вполне приемлемыми если этим занимаются профессиональные химики или студенты-химики старших курсов в университетских лабораториях. В то же время, мы можем и должны отказаться от применения ртути или сократить ее применение в лабораториях, поскольку существуют хорошие альтернативные решения, позволяющие эффективно заменить ртуть, ее соединения или ртутьсодержащие приборы. Например, в лабораториях иногда используются заполненные ртутью аппараты для поддержания инертной атмосферы в реакционной зоне и для сброса избыточного давления. Имеются аналогичные лабораторные приборы, заполненные минеральным маслом, которые и следует использовать вместо ртутных.¹⁹⁹ Лаборатории могут также избежать применения и других ртутьсодержащих приборов и аппаратов. В некоторых лабораториях в качестве восстановительного реагента используют амальгаму цинка, но и в этом случае обычно доступны хорошие альтернативы.²⁰⁰ Ртуть также часто присутствует в лабораторных реагентах, для многих из которых имеются хорошие заменители.

Некоторые клинические и другие лаборатории решили практически полностью исключить применение ртути. Чтобы добиться этого, необходимо внимательно изучать маркировку, паспорта безопасности и информационные вкладыши, которые прилагаются к закупаемым реагентам. Таким образом можно определить наличие в реагентах соединений ртути, которые добавлены в них специально. В то же время, паспорта безопасности обычно не содержат сведений о ртути в виде примеси в реагентах, если ее содержание не превышает 1 процента. Это связано с тем, что от производителей не всегда требуется указывать присутствие опасных компонентов, если их уровень не превышает определенных пределов. Но лаборатории и клиники могут требовать от продавцов и производителей

предоставления информации о наличии ртути в продуктах и могут запрашивать данные анализа или другие сведения о содержании ртути в лабораторной продукции.²⁰¹

7.10 Ртуть в косметике

Косметические продукты, такие как кремы, лосьоны и мыло, иногда продают как средство для осветления кожи или для удаления пигментных пятен. Эти продукты часто содержат ртуть в виде хлорида и/или амидохлорида ртути. Оба этих соединения обладают канцерогенным действием. Осветляющие косметические средства, которые ртути не содержат, часто содержат гидрохинон ($C_6H_6O_2$), также высокотоксичное соединение.²⁰²

В общем, чем больше в коже человека пигмента меланина, тем темнее она выглядит. Косметические средства на основе соединений ртути или гидрохинона осветляют кожу поскольку они ингибируют образование меланина. Но при более длительном употреблении они приводят к образованию пигментных пятен, что, в свою очередь, заставляет потребителя увеличивать количество используемой косметики, пытаясь выровнять цвет кожи. Во многих странах ртутьсодержащую косметику уже запретили, но во многих случаях ее можно купить из-под полы. Эти средства, похоже, пользуются особой популярностью во многих странах Азии и Африки.²⁰³

По данным одного исследования, многие женщины в странах Африки используют такие продукты регулярно, включая 25 процентов женщин в Мали, 77 процентов женщин в Нигерии, 27 процентов женщин в Сенегале, 35 процентов женщин в ЮАР и 59 процентов женщин в Того. По данным опроса 2004 г., 38 процентов женщин в Гонконге, Корее, Малайзии, на Филиппинах и в Таиланде отметили, что они употребляют отбеливающие кожу составы. Многие женщины используют их в течение длительного времени, иногда до 20 лет.²⁰⁴

В 1999 г. Бюро стандартизации Кении выпустило информационное сообщение, чтобы проинформировать и предупредить потребителей об опасных последствиях, связанных со ртутью, гидрохиноном, гормональными препаратами и окислительными реагентами, которые содержатся в некоторых косметических составах, присутствующих на рынке. В 2004 г. Агентство по контролю качества продуктов питания и лекарственных препаратов Индонезии выпустило предупреждение об опасности 51 косметического продукта, содержащего ртуть. Многие из этих продуктов были импортными, но в 2006 г. полиция конфисковала 200 ящиков со ртутьсодержащей косметикой, произведенной небольшой компанией в Западной Джаваре. В 2005 г. Департамент здравоохранения и психической гигиены Нью-Йорка выпустил предупреждение, рекомендуемое всем

жителям города незамедлительно прекратить использование всех осветляющих кожу кремов и мыла, в числе компонентов которых упоминается ртуть, а также любых других косметических продуктов, для которых входящие в их состав компоненты не указываются.²⁰⁵

Исследование, проведенное НПО сети IPEN, позволило обнаружить наличие ртути в нескольких осветляющих косметических продуктах, продающихся в Мексике. В четырех из семи проанализированных продуктов было установлено присутствие ртути, причем в одном из них содержание ртути составляло 1325 частей на миллион. Для всех проанализированных продуктов приводился перечень компонентов, но ни для одного из них наличие ртути не указывалось.²⁰⁶

В Чикаго одна газета провела проверку осветляющих кремов, которые продавались в местных магазинах и обнаружила, что содержание ртути в шести из них превышало установленные федеральным законодательством допустимые пределы. Эти шесть продуктов поступили из Китая, Индии, Ливана и Пакистана и некоторые из них продавались в магазинах, рассчитанных на покупателей из числа иммигрантов из этих стран. В пяти кремах содержание ртути превышало 6000 частей на миллион, а в одном (пакистанского производства) содержание ртути составляло почти 30000 частей на миллион. Этим продуктом оказался белый крем, который продавали под маркой Stillman's Skin Bleach Cream. Как сообщает газета, владелец магазина заявил, что он продает этот крем поскольку в Пакистане он пользуется исключительной популярностью.²⁰⁷

По состоянию на 2010 г. Агентство по контролю качества продуктов питания и лекарственных препаратов Филиппин запретило 23 импортных косметических продукта для осветления кожи, которые, по мнению агентства являются "потенциально вредными, небезопасными или опасными", поскольку содержат примеси и загрязнители сверх законодательно установленных пределов. Допустимое содержание ртути составляет 1 часть на миллион.

Принятая в 2000 г. директива Европейского Союза устанавливает, что не допускается присутствие ртути и ее соединений в качестве компонентов косметических средств, включая мыло, лосьоны, шампуни и продукты для осветления кожи (за исключением солей фенилртути, которые добавляют в качестве консервантов в косметику для глаз и в составы для снятия косметики в концентрациях не выше 0,007 весового процента).²⁰⁸

Хотя в законодательстве многих стран имеются законы, запрещающие применение ртутьсодержащих кремов и мыла, в большинстве случаев в обеспечении соблюдения этих законов сталкиваются с трудностями.

Законодательство нескольких стран запрещает применение небольших количеств соединений ртути в косметике для глаз (например, в туши для ресниц), но ртуть по-прежнему часто обнаруживается в этих продуктах. Соединения ртути используются в таких косметических средствах в качестве антисептиков и консервантов, позволяя продлить их срок пригодности.²⁰⁹ Хотя в связи с требованиями потребителей некоторые производители отказались от применения ртути в некоторых сортах косметики для глаз, законодательство большинства стран по-прежнему не запрещает продажи косметических продуктов с добавками соединений ртути. Одним из исключений является штат Миннесота в США, где вступивший в силу в 1998 г. закон полностью запретил специально добавлять ртуть в косметические продукты, включая тушь для ресниц и карандаши для глаз.²¹⁰

7.11 Ртуть в медицине

Медики часто использовали соединения ртути в качестве лекарственных препаратов.

Каломель

Врачи применяли монохлорид ртути (Hg_2Cl_2), или каломель, по меньшей мере с шестнадцатого века для лечения малярии и желтой лихорадки. Препараты каломели использовали для борьбы с глистами.²¹¹ В девятнадцатом и в начале двадцатого века многие врачи продолжали использовать каломель в качестве слабительного и для стимулирования функции печени.²¹² Родители часто давали детям порошки с каломелью при прорезывании зубов.²¹³

Врачи США, Великобритании и других стран мира вплоть до 1950-х годов продолжали рекомендовать применение каломели для лечения при прорезывании зубов и запорах у детей. Вызванная приемом каломели внутрь ртутная экспозиция часто приводила к возникновению так называемой акродинии или розовой болезни - распространенной болезни детей младшего возраста. Еще в 1950 г. на долю больных акродинией приходилось более 3 процентов госпитализированных пациентов в детских больницах Лондона. По данным официальной статистики, в период с 1939 по 1948 гг. на территории Англии и Уэльса от акродинии умерли 585 детей.²¹⁴ Каломель исключили из Британской фармакопеи лишь в 1958 г. В изданной в 1967 г. Фармакопее и врачебной фармакологии США каломель упоминается как лекарственный препарат, а не как токсичное вещество. После отказа от применения каломели для лечения детей розовая болезнь практически исчезла.²¹⁵

Применение каломели в западной фармацевтике

Представители традиционной западной медицинской школы прописывали своим пациентам каломель и другие соединения ртути еще не так давно в двадцатом веке. Ниже приводится выдержка о применении каломели в фармакопее из *Encyclopedia Britannica*, издание 1911 г.:

"Каломель обладает определенными особыми свойствами и применяется в медицине. . . . Каломель обладает отдаленным действием в виде монохлорида ртути. Особая ценность монохлорида ртути состоит в том, что он проявляет полезные свойства хлорида ртути наиболее безопасным и наименее раздражающим способом, поскольку новые порции активной соли постоянно образуется в небольших количествах. . . .

"При наружном применении эта соль [каломель] не имеет никаких особых преимуществ по сравнению с другими соединениями ртути Дозировка при внутреннем применении - для взрослого человека от половины грана до пяти гран. Каломель - это прекрасное слабительное, оказывающее особенно активное воздействие в верхней части пищеварительного тракта и вызывающее небольшое усиление секреции кишечника. Через несколько часов после стимулирующего действия дозы каломели в верхней части кишечника (двенадцатиперстная кишка и тощая кишка) хорошо принять солевое слабительное. . . .

"Соль [каломель] часто применяется для лечения сифилиса, но она, видимо, не столь эффективна как некоторые другие соединения ртути. Ее также используют для фумигации - раздетого пациента сажают на стул с плетеным сиденьем, накрывают одеялом и поджигают под этим одеялом спиртовку для возгонки двадцати гранов каломели. Примерно через двадцать минут каломель практически полностью поглощается кожей."²¹⁶

Меркурохром

Антисептик "меркурохром" по-прежнему продается в аптеках во многих странах и им обрабатывают порезы и раны для дезинфекции. Он продается и под многими другими наименованиями, включая мербромин, меркурисцеин натрия, асептихром, суперхром, брокасепт и цинфакромин. Коммерчески доступный препарат обычно содержит 2 процента мербромина ($C_{20}H_9Br_2HgNa_2O_6$) в смеси с водой или спиртом.

Меркурохром более не продается в розничной аптечной сети США в связи с опасениями из-за токсичности ртути, но оптовые партии мербромина все еще

можно приобрести у американских компаний - поставщиков химической продукции. В Австралии и в большинстве других стран этот ртутьсодержащий антисептик по-прежнему широко продается и используется в медицине и в ветеринарии.

Ртуть в традиционной медицине

Киноварь (природный минерал, содержащий сульфид ртути) использовался в традиционной китайской медицине уже тысячи лет в качестве одного из компонентов различных лекарств. Киноварь иногда также называют *жу ша* или "китайский красный". В соответствии с *Китайской фармакопеей*, в Китае по-прежнему применяются сорок традиционных лекарств, содержащих киноварь. В одном исследовании утверждается, что поскольку киноварь не растворима в воде и слабо всасывается в желудочно-кишечном тракте, то она является менее токсичной чем другие формы ртути, хотя при долговременном применении у пациентов могут развиваться заболевания почек. Тем не менее, авторы этого исследования отмечают, что основания для сохранения киновари в перечне традиционных китайских лекарств нуждаются в проверке.²¹⁷ Один Интернет-сайт, занимающийся продажей *жу ша* производителем лекарств, утверждает, что киноварь успокаивает нервную систему и используется для лечения раздражительности, бессонницы и сонливости, при ларингите и стоматите.²¹⁸

В прошлом каломель также использовали в традиционной китайской медицине, но сейчас ее по большей части уже заменили более безопасными препаратами. В современной Китайской фармакопее уже нет пероральных средств китайской медицины, которые содержали бы каломель.²¹⁹

Применение ртути для медицинских целей имеет долгую историю в древнеиндийской медицине (аюрведа), в тантрической и сиддха-алхимии. В "Вагбхатте", которая датируется шестым веком, рекомендуется внутреннее применение ртути для лечебных целей. Итальянский путешественник Марко Поло, который посетил Индию в конце тринадцатого века, рассказывал о том, что встречал йогов, живших долго и сохранявших здоровье благодаря употреблению напитка, изготовленного из ртути и серы. Препараты индийской традиционной медицине, известных под названиями *кажжали* и *расасиндур*, которые содержат смесь ртути и серы, все еще используются для лечения диабета, болезней печени, артрита и респираторных заболеваний.²²⁰

По имеющимся данным, капсулы со ртутью (так называемые *azogue*) все еще продаются в Мексике в магазинах религиозной атрибутики - их используют при несварении желудка или при гастроэнтерите (*empacho*).²²¹

Тиомерсал

Тиомерсал, который в Северной Америке известен как тимеросал - это соединение ртути, применяющееся для предотвращения развития бактерий и грибов. Его также называют мертиолат, меркуротиолат, этилртутьтиосалициловая кислота и 2-этилмеркуротио-бензоат натрия. Химическая формула тиомерсала - $C_9H_9HgNaO_2S$.²²²

Тиомерсал широко используется в вакцинах и может также применяться для некоторых других медицинских мелей, например, в аппликационных кожных тестах, в каплях для глаз и носа, в растворах многоразового использования (таких как для хранения контактных линз). Его могут также добавлять в чернила для татуировок.²²³ В Соединенных Штатах производители растворов для хранения контактных линз добровольно отказались от добавления тиомерсала еще до 2000 г. Но в других странах такая практика может продолжаться.

Тиомерсал иногда присутствует в отходах больниц, клинических лабораторий и фармацевтических предприятий, что может привести к необходимости очистки загрязненных компонентов окружающей среды.²²⁴

Применение тиомерсала в вакцинах для детей стало предметом споров.

Тиомерсал в вакцинах

Некоторые вакцины тиомерсала не содержат. К их числу относятся многие вакцины, расфасованные в виде готовых к употреблению индивидуальных доз, а также вакцины, эффективность которых может снижаться из-за присутствия тиомерсала. В некоторых случаях, тиомерсал используют в процессе производства вакцин, но не добавляют в конечную продукцию. Такие вакцины обычно содержат следовые количества тиомерсала на уровне ниже 0,5 микрограмма на дозу. Некоторые другие вакцины содержат тиомерсал, который добавляли уже к конечный продукт, чтобы избежать заражения вакцин микроорганизмами. В последнем случае такие вакцины обычно содержат тиомерсал на уровне 10 - 50 микрограмм на дозу.²²⁵

Иногда тиомерсал добавляют в вакцины в процессе производства, чтобы предотвратить развитие микробов. В то же время, с изменением технологии производства необходимость добавлять консерванты в производственном процессе сократилась. Тиомерсал добавляют в вакцины в многодозовой таре, чтобы избежать заражения вакцин патогенными микроорганизмами, когда ее набирают несколькими иглами. Такой случай был зафиксирован ранее, когда в вакцины не добавляли консервантов и несколько вакцинированных детей умерли после прививки вакцинами, загрязненными живыми стафилококковыми бактериями. Британская

королевская комиссия расследовала этот случай и рекомендовала, чтобы продукты биологического происхождения, в которых могут развиваться патогенные микроорганизмы, не выпускались в таре для многократного применения если в них не добавлены антисептики (консерванты), препятствующие развитию бактерий. Сейчас применение консервантов в вакцинах, выпускаемых для многократного применения, стало международно признанной практикой.²²⁶

В конце 1990-х годов, получив новые законодательные полномочия и реагируя на опасения родителей, Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств США (FDA) провело изучение проблемы тиомерсала в вакцинах. Управление установило, что к достижению шестимесячного возраста американский новорожденный может получить дозу ртути в 187,5 микрограмм с вакцинами, содержащими тиомерсал. В 1999 г., основываясь на этих результатах, Центры по контролю и профилактике заболеваний США (CDC) и Американская академия педиатрии (AAP) выпустили совместное предупреждение. Они потребовали, чтобы фармацевтические компании возможно оперативнее отказались от применения тиомерсала в вакцинах, а пока этого не произошло, они потребовали, чтобы врачи отказались от вакцинации новорожденных от гепатита В в случае детей, которые не относятся к группе риска заболевания гепатитом.²²⁷ Это предупреждение основывалось на принципе предосторожности и на документально подтвержденных доказательствах нейротоксического действия метилртути и других соединений ртути. Но в то время еще практически не было результатов соответствующих исследований для этилртути, равно как и исследований, которые бы указывали на вред для здоровья детей в связи с тиомерсалом в вакцинах.

В 1999 г. Европейское агентство по оценке лекарственных средств (ЕМЕА) также выпустило заявление о тиомерсале в вакцинах для детей. Агентство пришло к выводу об отсутствии подтвержденных данных об опасности для здоровья детей тех количеств тиомерсала, которые содержатся в используемых вакцинах. Тем не менее, ЕМЕА также призвало к проведению определенных мер предосторожности, таких как продвижение широкого применения вакцин без тиомерсала и других ртутьсодержащих консервантов, а также проведение работы с производителями вакцин, чтобы склонить их к отказу от применения консервантов такого рода.²²⁸

После 1999 г. споры о тиомерсале в вакцинах продолжались и даже приобрели большую остроту. Многие родители полагают, что воздействие содержащегося в вакцинах тиомерсала на новорожденных детей приводит к аутизму и другим расстройствам развития мозга. Похоже, что эти опасения отчасти были вызваны резким ростом частоты случаев аутизма в 1980-е - 1990-е годы. Кроме того, растущая информированность о том, что ртуть обладает сильным нейротоксическим действием, заставила многих родителей задуматься, почему, собственно, их дети получают ртуть вместе с прививками. Группы родителей и другие ссылались на результаты опубликованных исследований, которые указывали на предполагаемую связь между тиомерсалом и аутизмом. Впрочем, эти предположения

оспариваются.²²⁹

Медицинское сообщество в основном отрицает вывод о взаимосвязи между тиомерсалом и неврологическими расстройствами у детей. В 2004 г. Комитет по рассмотрению вопросов безопасности вакцинации Американского института медицины издал доклад, в котором рассматривалась гипотеза о причинно-следственной связи между вакцинами и аутизмом. Комитет пришел к выводу, что имеющиеся данные скорее указывают на отсутствие связи между развитием аутизма и тиомерсалом в вакцинах.²³⁰ В том же 2004 г. Комитет по лекарственным препаратам для человека Европейского агентства по оценке лекарственных средств заключил, что последние эпидемиологические данные не свидетельствуют о связи между вакцинацией с применением вакцин с тиомерсалом и конкретными расстройствами развития нервной системы.²³¹ Британская комиссия по лекарственным препаратам для человека придерживается мнения, что нет данных, которые указывали бы на негативные последствия для развития нервной системы, вызванные теми количествами тиомерсала, которые содержатся в вакцинах, за возможным исключением небольшого риска повышенной чувствительности (сыпь на коже или местный отек в области инъекции).²³² Глобальный консультативный комитет по безопасности вакцин Всемирной организации здравоохранения пришел к выводу, что в настоящее время не имеется доказательств токсичного воздействия ртути на новорожденных, детей или взрослых из-за экспозиции по тиомерсалу, содержащемуся в вакцинах.²³³

Важность вакцинации для предотвращения заболеваний надежно подтверждена. В некоторых развитых странах опасения в связи с побочными последствиями вакцинации привели к сокращению числа вакцинированных, а это вызвало вспышки кори и других болезней, а также рост числа серьезных осложнений. В связи с этим, в медицинском сообществе и за его пределами существуют серьезные опасения, что споры о тиомерсале в вакцинах могут привести к серьезным последствиям для здоровья детей.

Похоже, что многие промышленно развитые страны переходят к применению вакцин в однодозовом исполнении и постепенно отказываются от применения тиомерсала в вакцинах. Чтобы сделать то же самое в глобальном масштабе, может потребоваться немало времени из-за проблем, связанных с заменой многодозовых вакцин однодозовыми. Кроме того, существуют также проблемы, связанные с изменением состава лицензированных вакцин. Для замены тиомерсала безртутной альтернативой в процессе производства или для отказа от добавления тиомерсала в готовую продукцию как правило требуется проведение исследований, а также прохождение процесса лицензирования заново, а для этого требуется серия доклинических и клинических испытаний.²³⁴ Тем не менее, определенный прогресс уже достигнут.

По данным информационного бюллетеня коалиции европейских НПО, Центральная национальная лаборатория датской системы здравоохранения не применяет

тиомерсал в вакцинах для детей уже с 1992 г. В шведской программе вакцинации детей консерванты на основе ртути не используются в вакцинах с 1994 г. А Британское министерство здравоохранения объявило в 2004 г., что не будет более применять тиомерсал в вакцинах для новорожденных.²³⁵ В Соединенных Штатах практические все обычно прописываемые новорожденным вакцины доступны только в виде препаратов, не содержащих тиомерсала или же содержат не более 1 микрограмма тиомерсала на дозу. Единственным исключением является инактивированная вакцина против гриппа, которая доступна для педиатрического применения в США главным образом в виде препарата с тиомерсалом. Тем не менее, доступны также и некоторые другие препараты этой вакцины, которые или вообще не содержат тиомерсала, или же содержат его только лишь в следовых количествах.²³⁶

Ситуация в развивающихся странах совсем другая и не похоже, чтобы в большинстве стран отказывались от применения тиомерсала в вакцинах. Во многих странах сложно (или вообще невозможно) найти необходимые ресурсы для вакцинации всех новорожденных и детей, а это делает проблематичным отвлечение ресурсов с целью перехода к вакцинам без тиомерсала. Замена тиомерсала в вакцинах безртутными альтернативами может оказаться особенно сложной в тех странах, где вакцины национального производства содержат тиомерсал и стоят гораздо дешевле импортных заменителей без тиомерсала.²³⁷

Другим важным обстоятельством является форма применения вакцин - однодозовая или многодозовая. Во многих случаях важно, чтобы в многодозовых ампулах использовались консерванты, такие как тиомерсал, чтобы предотвратить заражение содержимого при наборе различными шприцами. Использование консервантов не столь существенно при использовании однодозовых ампул. ВОЗ отмечает, что для производства вакцин в однодозовой форме потребуется существенное увеличение производственных мощностей и значительные затраты. Кроме того, ВОЗ отмечает, что при переходе на однодозовые формы вакцин потребуется значительно увеличить объем холодильников для их хранения, а также понести дополнительные транспортные расходы. Поскольку ВТО было установлено, что многие развивающиеся страны обладают недостаточным производственным потенциалом и инфраструктурой для транспортировки и хранения вакцин в условиях непрерывной "холодной цепочки", по мнению организации такие дополнительные проблемы и затраты делают однодозовые вакцины неприемлемо дорогими для большинства стран.^{238,239}

Даже несмотря на то, что ВОЗ и некоторые другие организации выдвигают серьезные аргументы против отказа от применения тиомерсала в развивающихся странах, многие НПО и организации гражданского общества не считают это приемлемым решением на долгосрочную перспективу. Они знают, что глобальное медицинское сообщество часто далеко не сразу признавало наличие опасности для здоровья человека, связанной с низкодозовой экспозицией по другим токсичным веществам. Например, еще в 1960-е годы, у медицинского сообщества не было

данных или результатов исследований, которые бы четко показывали, что дети с уровнем свинца в крови до 50 микрограмм на децилитр подвергаются опасному свинцовому отравлению. А сейчас признается, что опасные последствия наблюдаются уже при содержании свинца в крови детей на уровне 5 микрограмм на децилитр или даже ниже. Учитывая такой печальный опыт, некоторых трудно успокоить заверениями представителей медицинского сообщества, что не установлено зависимости между вакцинами с тиомерсалом и проблемами развития нервной системы у детей.

По мере того как многие высокоразвитые страны начинают отказываться от применения тиомерсала в вакцинах для детей, многим НПО и другим трудно принять позицию двойных стандартов и согласиться с тем, что развивающимся странам не следует добиваться этого же. Возможными путями для разрешения этой проблемы могут быть исследования для поиска эффективных безртутных консервантов, способных заменить тиомерсал и оказание помощи производителям вакцин в развивающихся странах, чтобы они могли производить эффективные, недорогие и не содержащие ртути вакцины. Глобальное соглашение по контролю ртути могло бы стать движущей силой для продвижения этих и других мер.

7.12 Ртуть в предметах культуры, традиционных лекарствах и в ювелирных изделиях

Ртуть широко используется в религиозной и культурной практике. В практике индуизма ртуть содержится в материале, из которого изготавливают культовые предметы - в так называемом *параде*. Она также применяется в ритуалах нескольких религий Латинской Америки и стран Карибского бассейна, включая кондомбле, эспиритизмо, пало-майомбе, сантерия, вуду и йоруба-ориша. Ее также используют в лекарствах, в ювелирных украшениях и для другой традиционной практики.²⁴⁰

Ртуть держат в сосудах (в горшках или котлах, например) для очистки воздуха. В некоторых культурах ртуть разбрызгивают по полу в доме, чтобы защитить его обитателей. Некоторые добавляют ртуть в воду для уборки, чтобы провести духовную очистку помещения. В некоторых других случаях ртуть добавляют в масло для ламп или в свечи, чтобы отогнать злых духов, привлечь удачу, любовь или деньги, или же чтобы усилить действие других магических ритуалов. Люди также наполняют ртутью амулеты, небольшие сосуды, ампулы или мешочки, которые носят с собой или вешают на шею.²⁴¹

Парад - это амальгама (сплав ртути с другими металлами), который индуисты используют для изготовления культовых предметов. Традиционно для этих целей использовали ртуть и серебро, но сейчас часто используется сплав ртути и олова с небольшими добавками других металлов. В одном исследовании было установлено, что содержание ртути в параде достигает почти 75 процентов. Из парада изготавливают различные культовые предметы, которые продаются на индийских рынках, включая бусы, которые носят на талии или на шее, чаши для ритуального молока (*amrit*), статуэтки богов и т.д. В большинстве индийских храмов Шивы стоят статуэтки, изготовленные из парада. В ходе одного исследования, которое проводила индийская НПО Toxics Link, было установлено, что изделия из парада выделяют ртуть и она может попадать в молоко, которое пьют последователи традиционной индуистской практики (для этого либо используется изготовленная из парада чаша, или же в молоко опускают изготовленные из парада культовые предметы).^{242, 243}

Ртуть применялась также и в произведениях западного искусства. Наиболее известным примером является ртутный фонтан Кальдера, выставленный в музее Фонда Хуана Миро в Барселоне (Испания). Правительство Испании заказало американскому скульптору Александру Кальдеру этот фонтан для Всемирной выставки 1937 г. как композицию в честь ртутных рудников Альмадена. Вместо воды в этом фонтане циркулирует примерно пять метрических тонн чистой элементарной ртути. Фонтан размещен под стеклом, чтобы обезопасить зрителей от контакта со ртутью или от вдыхания ее паров.²⁴⁴

На рынок иногда попадают ювелирные изделия со ртутью, которые первоначально изготавливали в качестве амулетов. Например, ожерелья со ртутью, предположительно мексиканского происхождения, иногда появляются в американских школах, а возможно и в других местах. В одном отчете описываются такие ожерелья - это цепочки, бечевки или тонкие кожаные шнурки, к которым крепятся стеклянные подвески, содержащие от 3 до 5 граммов ртути. Находящаяся в полых стеклянных подвесках ртуть снаружи выглядит как подвижная серебристая жидкость. Такие стеклянные подвески могут иметь разную форму - в виде сердечек, бутылочек, клыков и маленьких перчиков. Иногда кроме ртути внутрь помещают также и ярко окрашенную жидкость.^{245, 246}

Примечания

¹¹² "Market Analysis of Some Mercury-Containing Products and Their Mercury-Free Alternatives in Selected Regions," Gesellschaft für Anlagen- und Reaktorsicherheit (GRS) mbH, 2010, <http://www.ipen.org/ipenweb/documents/ipen%20documents/grs253.pdf>.

¹¹³ "Thermometers and Thermostats," Environment Canada, <http://www.ec.gc.ca/mercure-mercury/default.asp?lang=En&n=AFF7D1A3-1#Fever>.

¹¹⁴ Sphygmomanometers, Local Governments for Health and the Environment, <http://www.lhwmp.org/home/mercury/medical/sphygmom.aspx>.

- ¹¹⁵ "Mercury Legacy Products: Hospital Equipment," Northeast Waste Management Officials' Association, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/projects/legacy/healthcare.cfm#es>.
- ¹¹⁶ See "The Global Movement for Mercury-Free Health Care," Healthcare Without Harm, 2007, http://noharm.org/lib/downloads/mercury/Global_Mvmt_Mercury-Free.pdf.
- ¹¹⁷ The Health Care Without Harm website is <http://www.noharm.org/>.
- ¹¹⁸ "EU Ban on Mercury Measuring Instruments," U.K. Office of the European Parliament, 2007, <http://www.europarl.org.uk/section/2007-archive/eu-ban-mercury-measuring-instruments>.
- ¹¹⁹ "The Global Movement for Mercury-Free Health Care," Healthcare Without Harm, (см. ссылку выше).
- ¹²⁰ Environmental Health News, June 21, 2010, <http://www.noharm.org/seasia/news/>.
- ¹²¹ "Argentina Ministry of Health Issues Resolution Ending Purchase of Mercury Thermometers and Sphygmomanometers in the Country's Hospitals," February 24, 2009, http://www.noharm.org/global/news_hcwh/2009/feb/hcwh2009-02-24b.php.
- ¹²² "Mercury in Health Care," WHO Division of Water Sanitation and Health, http://www.who.int/water_sanitation_health/medicalwaste/mercury/en.
- ¹²³ "What Devices Contain Mercury?" U.S. EPA Software for Environmental Awareness, Purdue University, <http://www.purdue.edu/envirossoft/mercbuild/src/devicepage.htm>.
- ¹²⁴ "Mercury Use in Switches and Relays," Northeast Waste Management Officials' Association (NEWMOA), 2008, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/switches.cfm>. (Примечание: приведенные в оригинальном документе количества количества в фунтах пересчитаны в метрические тонны.)
- ¹²⁵ "Understanding RoHS," the ABB Group, 2006, [http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot209.nsf/VerityDisplay/32F49F4B89A16FF4852573A300799DB4/\\$file/1SXU000048G0201.pdf](http://library.abb.com/GLOBAL/SCOT/scot209.nsf/VerityDisplay/32F49F4B89A16FF4852573A300799DB4/$file/1SXU000048G0201.pdf).
- ¹²⁶ Ibid.
- ¹²⁷ "Reducing and Recycling Mercury Switch, Thermostats and Vehicle Components," Illinois Environmental Protection Agency, 2005, <http://www.epa.state.il.us/mercury/iepa-mercury-report.pdf>.
- ¹²⁸ Ibid.
- ¹²⁹ "Table of Products That May Contain Mercury and Recommended Management Options," U.S. EPA, <http://www.epa.gov/wastes/hazard/tsd/mercury/con-prod.htm>.
- ¹³⁰ "Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA (см. ссылку выше).
- ¹³¹ "Mercury Gyro Sensors," Polaron Components, <http://www.coopercontrol.com/components/mercury-gyro.htm>.
- ¹³² "What Devices Contain Mercury," (см. ссылку выше).
- ¹³³ "Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA (см. ссылку выше).
- ¹³⁴ "Fact Sheet: Mercury Use in Thermostats," Interstate Mercury Education and Reduction Clearinghouse (IMERC), 2010, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/thermostats.pdf>.
- ¹³⁵ Ibid.
- ¹³⁶ "Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA (см. ссылку выше).
- ¹³⁷ "An Investigation of Alternatives to Mercury Containing Products," Lowell Center for Sustainable Production, 2003, <http://sustainableproduction.org/downloads/An%20Investigation%20Hg.pdf>.
- ¹³⁸ "Mercury Use in Switches and Relays," NEWMOA (см. ссылку выше).
- ¹³⁹ "Mercury: Consumer and Commercial Products," U.S. EPA, <http://www.epa.gov/hg/consumer.htm#bat>.
- ¹⁴⁰ "Mercury Flows in Europe and the World," (см. ссылку выше).
- ¹⁴¹ "Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP, (см. ссылку выше).
- ¹⁴² "Fact Sheet: Mercury Use in Batteries," (IMERC), 2008, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/batteries.pdf>.
- ¹⁴³ "Options for Reducing Mercury Use in Products and Applications, and the Fate of Mercury Already Circulating in Society; COWI A/S and Concorde East/West Spri European for the European Commission Directorate-General Environment, 2008, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/study_summary2008.pdf.
- ¹⁴⁴ "Mercury-Free Button Batteries: Their Reliability and Availability," Maine Department of Environmental Protection, 2009, www.maine.gov/dep/rwm/publications/legislative/mercury/buttonbatteriesreportjan09.doc.
- ¹⁴⁵ Ibid.
- ¹⁴⁶ Ibid.
- ¹⁴⁷ Ibid.
- ¹⁴⁸ Ibid.
- ¹⁴⁹ "Fact Sheet: Mercury Use in Lighting," IMERC, 2008, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/lighting.cfm>.
- ¹⁵⁰ "The Truth About Mercury in Lamps and Bulbs," Progress Energy CurrentLines, <http://www2.unca.edu/environment/documents/Mercury%20&%20Lighting.pdf>.

- ¹⁵¹ "Fluorescent Lights and Mercury," North Carolina Division of Pollution Prevention and Environmental Assistance, <http://www.p2pays.org/mercury/lights.asp>.
- ¹⁵² "The Truth About Mercury in Lamps and Bulbs," Progress Energy CurrentLines, cited above.
- ¹⁵³ "Compact Fluorescent Bulbs and Mercury: Reality Check," *Popular Mechanics*, May 2007, <http://www.popularmechanics.com/home/reviews/news/4217864>.
- ¹⁵⁴ "Mercury Emission Sources in Russia; The Situation Survey in Six Cities of the Country," Eco-Accord Centre, June 2010.
- ¹⁵⁵ Частное сообщение руководителя одного из российских НПО.
- ¹⁵⁶ "Light Bulb War? New LEDs by GE, Home Depot Compete," *USA Today*, May 10, 2010, <http://content.usatoday.com/communities/greenhouse/post/2010/05/light-bulb-war-new-leds-by-ge-home-depot-compete/1>.
- ¹⁵⁷ "Fact Sheet: Mercury Use in Lighting," IMERC, (см. ссылку выше).
- ¹⁵⁸ "Improve the Estimates of Anthropogenic Mercury Emissions in China," Tsinghua University, 2006, <http://www.chem.unep.ch/mercury/China%20Emission%20Inventory%20.pdf>.
- ¹⁵⁹ "Information on CFL and Its Safe Disposal," Electric Lamp and Component Manufacturers Association of India, <http://www.elcomaIndia.com/CFL-Safe-Disposal.pdf>.
- ¹⁶⁰ "Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council," *Official Journal of the European Union*, http://www.dtsc.ca.gov/HazardousWaste/upload/2002_95_EC.pdf.
- ¹⁶¹ "Promoting Mercury-Containing Lamp Recycling: A Guide for Waste Managers," Solid Waste Association of North America, p. 1, <http://www.swana.org/extra/lamp/lropmanualfinal.pdf>.
- ¹⁶² "Waste from Electrical and Electronic Equipment," Citizens Information website, http://www.citizensinformation.ie/categories/environment/waste-management-and-recycling/waste_from_electrical_and_electronic_equipment.
- ¹⁶³ "Canada Wide Action Plan for Extended Producer Responsibility," Canadian Council of Ministers of the Environment, 2009, http://www.cme.ca/assets/pdf/epr_cap.pdf.
- ¹⁶⁴ "Fact Sheet: Mercury Use in Lighting," IMERC, (см. ссылку выше).
- ¹⁶⁵ Ibid.
- ¹⁶⁶ Ibid.
- ¹⁶⁷ Ibid.
- ¹⁶⁸ Ibid.
- ¹⁶⁹ Ibid.
- ¹⁷⁰ Ibid.
- ¹⁷¹ Ibid.
- ¹⁷² "Directive 2007/51/EC of the European Parliament and the Council of 25 September 2007 Relating to Restrictions on the Marketing of Certain Measuring Devices Containing Mercury," *Official Journal of the European Union*, March 10, 2007, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:257:0013:0015:FN:PDF>.
- ¹⁷³ "Fact Sheet: Mercury Use in Measuring Devices," IMERC, 2008, http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/measuring_devices.pdf.
- ¹⁷⁴ Ibid.
- ¹⁷⁵ Ibid.
- ¹⁷⁶ "About Dental Amalgam Fillings," U.S. Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov/MedicalDevices/ProductsandMedicalProcedures/DentalProducts/DentalAmalgam/ucm171094.htm#1>.
- ¹⁷⁷ "Fact Sheet Mercury Use in Dental Amalgam," IMERC, 2010, http://www.newmoa.org/prevention/mercury/imerc/factsheets/dental_amalgam.cfm.
- ¹⁷⁸ "Mercury," Chapter 6.9 in Air Quality Guidelines, WHO Regional Office for Europe, http://www.euro.who.int/document/aig/6_9mercury.pdf.
- ¹⁷⁹ J. Mutter et al., "Amalgam Risk Assessment with Coverage of References up to 2005," Institute for Environmental Medicine and Hospital Epidemiology, University Hospital Freiburg, <http://www.iaomt.org/articles/files/files313/Mutter-%20amalgam%20risk%20assessment%202005.pdf>.
- ¹⁸⁰ "About Dental Amalgam Fillings," FDA, (см. ссылку выше).
- ¹⁸¹ "FDA Issues Final Regulation on Dental Amalgam," FDA, July 28, 2009, <http://www.fda.gov/NewsEvents/Newsroom/Pressannouncements/ucm173992.htm>.
- ¹⁸² "Minister of the Environment and International Development Erik Solhei Bans Mercury in Products," press release, December 21, 2007, <http://www.regjeringen.no/en/dep/md/press-centre/Press-releases/2007/Bans-mercury-in-products.html?id=495138>.
- ¹⁸³ "Dental Amalgam: Prohibition to Use Dental Amalgam," the Swedish Chemicals Agency (KemI), http://www.kemi.se/templates/Page_3151.aspx.

- ¹⁸⁴ Philippe Hujoel et al., "Mercury Exposure from Dental Filling Placement During Pregnancy and Low Birth Weight Risk," *American Journal of Epidemiology* (2005) 161 (8), p. 734-40, <http://aje.oxfordjournals.org/content/161/8/734.full>.
- ¹⁸⁵ "Fact Sheet Mercury Use in Dental Amalgam," IMERC (см. ссылку выше).
- ¹⁸⁶ "Best Management Practices for Amalgam Waste," American Dental Association, 2007, http://www.ada.org/sections/publicResources/pdfs/topics_amalgamwaste.pdf.
- ¹⁸⁷ "Use and Release of Mercury in the United States," U.S. EPA, 2002, p. 64-5, <http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r02104/600r02104prel.pdf>.
- ¹⁸⁸ "Decision Guidance Documents: Mercury Compounds: Joint FAO/UNEP Programme for the Operation of Prior Informed Consent," 1996, www.pic.int/en/DGDs/MercuryEN.doc.
- ¹⁸⁹ "Shirtan Fungicide from Crop Care," <http://www.fatcow.com.au/c/Crop-Care-Australasia/Shirtan-Fungicide-From-Crop-Care-p18475>.
- ¹⁹⁰ PAN Pesticides Database: Chemicals Name Search, http://www.pesticideinfo.org/Search_Chemicals.jsp.
- ¹⁹¹ "Annex III," Rotterdam Convention, <http://www.pic.int/home.php?type=t&id=29&sid=30>.
- ¹⁹² D. E. Mathre, R. H. Johnston, and W. E. Grey, "Small Grain Cereal Seed Treatment," 2006, Department of Plant Sciences and Plant Pathology, Montana State University, <http://www.apsnet.org/education/advancedplantpath/topics/SeedTreatment/top.htm>.
- ¹⁹³ См. статью в Википедии об отравлении зерном в Басре, http://en.wikipedia.org/wiki/Basra_poison_grain_disaster.
- ¹⁹⁴ "There's Something About Mercury," Philippine Center for Investigative Journalism, December 31, 2007, <http://pcij.org/stories/theres-something-about-mercury/>.
- ¹⁹⁵ Частное сообщение руководителя одной из филиппинских НПО.
- ¹⁹⁶ Ibid.
- ¹⁹⁷ "How School's Huge Mercury Cleanup Unfolded," *The Arizona Republic*, November 29, 2009, <http://www.azcentral.com/arizonarepublic/news/articles/2009/11/29/20091129mercurypill1129.html>.
- ¹⁹⁸ "How Do Schools Become Polluted by Mercury?" Minnesota Pollution Control Agency, <http://www.pca.state.mn.us/index.php/topics/mercury/mercury-free-zone-program/mercury-free-zone-program.html?menuId=&missing=0&redirect=1>.
- ¹⁹⁹ "The Glassware Gallery: Bubblers, Lab and Safety Supplies," <http://www.ilpi.com/inorganic/glassware/bubbler.html>.
- ²⁰⁰ См. статью в Википедии о восстановительных реагентах, http://en.wikipedia.org/wiki/Reducing_agent.
- ²⁰¹ "Mercury in Health Care Lab Reagents," Minnesota Technical Assistance Program, <http://www.mntap.umn.edu/health/92-mercury.htm>.
- ²⁰² Super Jolly, "Skin Lightening Products . . ." *Black History 365*, http://www.black-history-month.co.uk/articles/skin_lightening_products.html.
- ²⁰³ Ibid.
- ²⁰⁴ "Mercury in Products and Wastes," UNEP Mercury Awareness Raising Package, http://www.chem.unep.ch/mercury/awareness_raising_package/C_01-24_BD.pdf (примечание: в этом документе ЮНЕП не приводится ссылок на фактические исследования и обзоры).
- ²⁰⁵ Ibid.
- ²⁰⁶ "Market Analysis of Some Mercury-Containing Products and Their Mercury-Free Alternatives in Selected Regions," conducted by IPEN, Arnika and GRS, 2010, <http://www.ipen.org/ipenweb/documents/ipen%20documents/grs253.pdf>.
- ²⁰⁷ "Some Skin Whitening Creams Contain Toxic Mercury, Testing Finds," *Chicago Tribune*, May 19, 2010, http://www.chicagotribune.com/health/ct-met-mercury-skin-creams-20100518_0_7324086.full_story.
- ²⁰⁸ "Mercury in Products and Wastes," UNEP Mercury Awareness Raising Package, (см. ссылку выше).
- ²⁰⁹ "Mercury . . . In Your Mascara?" Planet Green, <http://planetgreen.discovery.com/food-health/mercury-mascara.html>.
- ²¹⁰ "Mercury in Mascara? Minnesota Bans It," MSNBC, December 14, 2007, <http://www.msnbc.msn.com/id/22258423/>.
- ²¹¹ "Unregulated Potions Still Cause Mercury Poisoning," *Western Journal of Medicine*, July 2000, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1070962/>.
- ²¹² *Columbia Encyclopedia* on mercurous chloride, <http://www.answers.com/topic/calomel-1>.
- ²¹³ "The History of Calomel as Medicine in America," The Weston A. Price Foundation, 2009, <http://www.westonaprice.org/environmental-toxins/1446>.
- ²¹⁴ "Unregulated Potions Still Cause Mercury Poisoning," *Western Journal of Medicine*, (см. ссылку выше).
- ²¹⁵ "The History of Calomel as Medicine in America," The Weston A. Price Foundation, (см. ссылку выше).
- ²¹⁶ См. статью о каломели в издании *Encyclopedia Britannica* 1911 г. <http://www.1911encyclopedia.org/Calomel>.
- ²¹⁷ Jie Liu et al., "Mercury in Traditional Medicines: Is Cinnabar Toxicologically Similar to Common Mercurials?" *Experimental Biology and Medicine*, 2008, <http://ebm.rsmjournals.com/cgi/content/full/233/7/810>.
- ²¹⁸ Cinnabar (Zhu Sha), TCM China, <http://www.tcm-treatment.com/herbs/0-zhusha.htm>.
- ²¹⁹ Jie Liu et al., "Mercury in Traditional Medicines," (см. ссылку выше).

- ²²⁰ Ayurveda Under the Scanner, *Frontline*, April 2006, <http://www.thehindu.com/fline/fl2307/stories/20060421004011200.htm>.
- ²²¹ "Cultural Uses of Mercury," UNEP Mercury Awareness Raising Package, http://www.chem.unep.ch/mercury/awareness_raising_package/G_01-16_BD.pdf.
- ²²² "Exposure to Thimerosal in Vaccines Used in Canadian Infant Immunization Programs," Public Health Agency of Canada, 2002, <http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmtc/02vol28/dr28090a.html>.
- ²²³ Статья о тиомерсале в Википедии <http://en.wikipedia.org/wiki/Thiomersal>.
- ²²⁴ "Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water," U.S. EPA Office of Superfund Remediation and Technology Innovation (см. ссылку выше).
- ²²⁵ "Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization, 2006, http://www.who.int/vaccine_safety/topics/thiomersal/questions/en/.
- ²²⁶ "Thimerosal in Vaccines," U.S. Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov/BiologicsBloodVaccines/SafetyAvailability/VaccineSafety/UCM096228#thi>.
- ²²⁷ "Грудной ребенок может получить до 75 микрограмм за счет трех доз вакцины от дифтерии, столбняка и коклюша; 75 микрограмм за счет трех доз вакцины от гемофильного гриппа типа b (*Haemophilus influenzae*) и 37,5 микрограмм за счет трех доз вакцины от гепатита В.
- ²²⁸ Paul A. Offit, "Thimerosal and Vaccines—A Cautionary Tale," *The New England Journal of Medicine*, 2007, <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp078187>.
- ²²⁹ Gary L. Freed et al., "Policy Reaction to Thimerosal in Vaccines: A Comparative Study of the United States and Selected European Countries," Gates Children's Vaccine Program, http://www.path.org/vaccineresources/files/thimerosal_decision.pdf.
- ²²⁹ Wikipedia entry on thiomersal controversy, http://en.wikipedia.org/wiki/Thiomersal_controversy.
- ²³⁰ "Thimerosal in Vaccines," U.S. Food and Drug Administration, <http://www.fda.gov/biologicsbloodvaccines/safetyavailability/vaccinesafety/ucm096228.htm>.
- ²³¹ Thiomersal— Frequently Asked Questions, Irish Health Protection Surveillance Centre, http://www.ndsc.ie/hpsc/A-Z/VaccinePreventable/Vaccination/Thiomersal/Factsheet/File.3948_en.pdf.
- ²³² "Thimerosal (Ethylmercury) Containing Vaccines," U.K. Medicines and Healthcare Products Regulatory Agency, 2010, <http://www.mhra.gov.uk/Safetyinformation/Generalsafetyinformationandadvice/Product-specificinformationandadvice/Thiomersal%28Ethylmercury%29containingvaccines/index.htm>.
- ²³³ "Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization (см. ссылку выше).
- ²³⁴ Ibid.
- ²³⁵ "Mercury and Vaccines Fact Sheet," Stay Healthy, Stop Mercury Campaign, 2006, http://www.env-health.org/IMG/pdf/Mercury_and_vaccines.pdf.
- ²³⁶ "Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization (см. ссылку выше).
- ²³⁷ Mark Bigham, "Thiomersal in Vaccines: Balancing the Risk of Adverse Effects with the Risk of Vaccine-Preventable Disease," *Drug Safety*, 2005, <http://adisonline.com/drugsafety/pages/articleviewer.aspx?year=2005&issue=28020&article=00001&type=abstract>.
- ²³⁸ "Thiomersal and Vaccines: Questions and Answers," World Health Organization (см. ссылку выше).
- ²³⁹ "WHO Informal Meeting on Removal of Thiomersal from Vaccines and Its Implications for Global Vaccine Supply," 2002, <http://www.aapsonline.org/om/who.pdf>.
- ²⁴⁰ D.M. Riley et al., "Assessing Elemental Mercury Vapor Exposure from Cultural and Religious Practices," *Environmental Health Perspectives* 109, no. 8, 2001, p. 779-84, <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1240404&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>.
- ²⁴¹ "Cultural Uses of Mercury," UNEP Mercury Awareness Raising Package (см. ссылку выше).
- ²⁴² Ibid.
- ²⁴³ "Mercury: Poison in Our Neighbourhood," Toxics Link, 2006, <http://www.toxicslink.org/mediapr-view.php?pressrelnum=30>.
- ²⁴⁴ Calder Mercury Fountain, Atlas Obscura, <http://atlasobscura.com/place/calder-mercury-fountain-fundacio-joan-miro>.
- ²⁴⁵ "School Health Alert About Mercury in Necklaces," Oregon State Government Research & Education Services, 2009, <http://www.oregon.gov/DHS/ph/res/mercalert.shtml#look>.
- ²⁴⁶ Mercury Legacy Products: Jewelry, NEWMOA, <http://www.newmoa.org/prevention/mercury/projects/legacy/ novelty.cfm>.

8. Преднамеренные источники: ртуть при добыче полезных ископаемых и в промышленных процессах

При добыче полезных ископаемых и в промышленности используется три основных процесса с широкомасштабным целенаправленным применением ртути, которые связаны с выбросами значительных количеств ртути в окружающую среду. Это артельная и малотоннажная добыча золота (АМДЗ), применение ртутных катализаторов в химической промышленности и производство хлора и щелочи электролизом со ртутным катодом.

8.1 Применение ртути в артельной и малотоннажной добыче золота

Выбросы ртути в окружающую среду происходят и в крупнотоннажной, и в малотоннажной добыче золота. В то же время, большая часть выбросов ртути при крупнотоннажной добыче золота связана с примесями ртути в золотоносных рудах. С другой стороны, при малотоннажной добыче старатели закупают и применяют элементарную ртуть, которая в процессе добычи и очистки золота выделяется в окружающую среду. Из всех видов преднамеренного использования ртути, ее применение в артельной и малотоннажной добыче золота представляется самым крупным глобальным источником ртутного загрязнения. Эта практика также наносит серьезный вред здоровью самих старателей и членов их семей, и она приводит к значительной деградации местных и региональных экосистем.

Старатели обычно работают индивидуально или небольшими группами в отдаленных районах, где находят золотосодержащие породы. После концентрации золота при помощи таких технологий обогащения как промывка в лотках, старатели смешивают полученную смесь золота, песка, глины и осадков с элементарной ртутью для получения амальгамы золота. Избыточную ртуть затем отжимают и довольно легко получают богатую золотом твердую амальгаму. Затем амальгаму нагревают для удаления ртути и получения относительно чистого золота. Золото остается в распоряжении старателя пока он (или она) не решит его продать. Это позволяет минимизировать затраты, а старатель может реализовать полученное золото в любое удобное время.

Для того, чтобы заняться старательской добычей золота требуются минимальный опыт и первоначальные вложения. Когда цена на золото поднялась до 1250 долларов за унцию, а цена на ртуть остается относительно низкой, старательская добыча золота представляется привлекательным занятием, особенно в условиях значительной бедности и высокой безработицы, и особенно для людей, пострадавших от экономических или экологических бедствий. Малотоннажной добычей золота занимаются в 55 странах. По расчетам ЮНЕП, во всем мире непосредственно занимаются малотоннажной добычей золота от 10 до 15 миллионов человек, а еще 85 - 90 миллионов человек от этого промысла зависят. Старатели производят от 20 до 30 процентов всей добычи золота - а это примерно 500 - 800 метрических тонн золота в год. Такая добыча часто имеет незаконный или нерегулируемый характер, а старатели - это обычно бедные люди, которые часто имеют минимальное представление об опасности воздействия ртути (или же вообще не имеют об этом никакого представления).²⁴⁷ В некоторых странах на долю артельной и малотоннажной добычи золота приходится большая часть национальной золотодобычи. На Филиппинах, например, на долю индивидуальных старателей и артелей приходится 75 процентов всей добычи золота в стране.

По расчетам, для целей артельной и малотоннажной добычи золота ежегодно расходуется от 650 до 1000 метрических тонн ртути. Некоторая часть этой ртути непосредственно попадает в атмосферу, особенно если ртуть хранят в непригодных условиях или не собирают при выделении из амальгамы. Остальные потери ртути связаны с разливами, неосторожным обращением и т.д., а в конечном итоге ртуть загрязняет почву или же прямо попадает в водоемы. Ртуть из загрязненных почв может вымываться и попадает в воду. В результате всего этого в районах артельной и малотоннажной добычи золота происходит широкомасштабное ртутное загрязнение экосистем. Присутствующая в загрязненных почвах и воде элементарная ртуть может испаряться и попадает в атмосферу, внося свой вклад в глобальное ртутное загрязнение атмосферы.^{248,249}

В некоторых случаях в малотоннажной добыче золота используют процесс, который называют амальгамацией необогащенной руды. Руда измельчается в дробилке и в полученную смесь добавляют ртуть. Часто только лишь небольшая часть добавленной ртути связывает присутствующее в этой смеси золото. При работе мешалки часть ртути выделяется в окружающую среду. По мере того как руда измельчается, уменьшаются также и размеры капелек элементарной ртути в смеси. Они становятся все меньше и меньше, а впоследствии могут вымываться при промывке смеси водой. Такая амальгамация, похоже, является самым загрязняющим процессом в добыче золота и она может приводить к наиболее опасной экспозиции людей и загрязнению окружающей среды. Тем не менее, старатели этот метод широко используют, поскольку ртуть по сравнению с

золотом стоит дешево, а этот процесс позволяет получить пригодное для продажи золото (с незамедлительной оплатой) с минимальными затратами на рабочую силу. Существуют несколько альтернативных вариантов, позволяющих сократить применение ртути и ртутное загрязнение благодаря концентрации золота в руде перед добавлением ртути, но некоторые такие методы требуют больше времени, более высокой квалификации и первоначальных вложений. С другой стороны, эти методы позволяют извлечь больше золота с применением меньшего количества ртути.²⁵⁰

Другой распространенной практикой является промывка в лотках. Промывка в лотках позволяет собрать более тяжелые частицы, содержащиеся в глине, песке или осадках, вымывая при этом более легкие компоненты. Затем к остатку добавляют ртуть, чтобы отделить золото.

Старатели часто нагревают амальгаму на лопате или на сковороде на открытом огне, чтобы выделить из нее золото. При этом пары ртути попадают в воздух, которым могут дышать они сами, члены их семей или другие люди, находящиеся поблизости. В то же время, старатели могут воспользоваться простым приспособлением - ретортой - чтобы сократить количество теряемой ртути. В реторте пары ртути охлаждаются и конденсируются, элементарную ртуть собирают и ее можно использовать вторично. Реторта (которую можно изготовить из таких подручных материалов как стеклянная или керамическая посуда и т.д.) позволяет собирать и охлаждать пары ртути, выделяющиеся из амальгамы при нагревании и получать чистую жидкую ртуть. По данным исследований на местах Организации промышленного развития ООН стоимость эффективной реторты может не превышать 3,20 доллара. Такие реторты могут улавливать более 95 процентов паров ртути, позволяя ее использовать вторично. К сожалению, из-за относительной дешевизны элементарной ртути, низкой информированности об опасности паров ртути и недостаточной информации о возможностях применения реторт, они используются лишь единичными старателями.²⁵¹

Медицинские исследования позволили установить высокие уровни загрязнения организма ртутью у многих старателей - уровни экспозиции у некоторых из них более чем в 50 раз превышали предельно допустимые показатели, установленные Всемирной организацией здравоохранения для населения. На одном участке золотодобычи почти у половины старателей наблюдался неконтролируемый тремор - типичный симптом ртутного поражения центральной нервной системы. Семьи старателей часто проживают неподалеку от мест, где нагревают амальгаму. Кроме того старатели приносят домой ртуть в своей загрязненной одежде. В результате этого члены семей старателей также часто подвергаются воздействию ртути.²⁵² По имеющимся данным, в Индонезии (а скорее всего и в других странах) работники системы здравоохранения мало осведомлены о

ртутном отравлении и они могут принять тремор и другие признаки отравления ртутью за симптомы малярии или лихорадки денге.²⁵³

На ртутное загрязнение участков малотоннажной добычи золота часто не обращают внимания, поскольку они часто располагаются в отдаленных местах и не привлекают внимания общественности. Но даже если имеется желание контролировать такие объекты, это может оказаться нелегким делом из-за отсутствия мобильного оборудования или местных экологических лабораторий.

В августе 2010 г. в Лампунге (Индонезия), одна средняя золотодобывающая компания, которая ранее использовала процесс амальгамации и собиралась перейти на процесс с применением цианида, проводила очистку пруда-хвостохранилища, в котором находились ртутьсодержащие отходы. В этот период начались сильные дожди и компания сбросила отходы в реку. Это привело к гибели большого количества рыбы. Местные жители собирали всплывшую рыбу и употребляли ее в пищу. В результате, пришлось госпитализировать около 200 человек с признаками ртутного отравления. Компания заплатила штраф и обязалась оплатить расходы на лечение местных жителей.²⁵⁴

Не существует простого и быстрого способа устранить или свести к минимуму выбросы ртути, связанные с малотоннажной добычей золота. Возможные решения зависят от региона, территории или даже участка, на котором располагается промысел. Многие страны пытались запретить такую практику законодательно, но это обычно лишь приводит к возникновению незаконной золотодобычи. Есть сообщения о том, что в одной стране, где запретили проводить нагревание амальгамы для извлечения золота на открытом воздухе, некоторые старатели делали это у себя дома, подвергая свои семьи опасному воздействию паров ртути. На Калимантане (Индонезия) в 2007 г. многие нагревали амальгаму в жилых помещениях или в мастерских, не имеющих надежной вентиляции. Ситуацию исправил вмешательство Глобального проекта ЮНИДО по ртути, когда были установлены вытяжки.²⁵⁵

Глобальное соглашение по контролю ртути может внести важный вклад в сокращение выбросов ртути в артельной и малотоннажной добыче золота. Соглашение может контролировать предложение ртути и торговлю этим металлом, что приведет к повышению цены на элементарную ртуть и сделает ее менее доступной для старателей. Это будет сдерживать применение неэффективных методов добычи, таких как амальгамация небогатой руды. С другой стороны, станет более привлекательным применение реторт и других методов, позволяющих извлекать золото с применением меньшего количества ртути или вообще без ее применения. Кроме того, соглашение по ртути может помочь в привлечении ресурсов для улучшения подготовки и услуг,

предоставляемых старателям и их сообществам, для стимулирования применения ими менее загрязняющих и более устойчивых методов золотодобычи. Оно может способствовать предоставлению помощи местным органам власти в районах добычи золота, чтобы открыть возможности для финансовой поддержки групп старателей, которые готовы к кооперации для применения безртутных или менее загрязняющих методов добычи. Окончательный отказ от применения элементарной ртути в добыче золота должен оставаться долгосрочной целью. Но для достижения этой цели может потребоваться прогресс в других программах сокращения бедности, а в некоторых случаях оставшимся без работы старателям и членам их семей может потребоваться доступ к дополнительным возможностям для обеспечения средствами к существованию.

8.2 Ртуть в производстве хлора и щелочи

Предприятия по производству хлора и щелочи используют электролиз и вырабатывают газообразный хлор или другие соединения хлора, щелочь (каустическую соду или гидроксид натрия, а иногда также гидроксид калия) и газообразный водород. На некоторых, более старых предприятиях по-прежнему применяется процесс электролиза со ртутным катодом, который сопровождается сильным загрязнением и приводит к выбросу значительных объемов ртути в окружающую среду.

На этих предприятиях используется процесс электролиза с пропусканием постоянного тока через раствор соли. Положительно заряженный электрод (анод) изготавливается из графита или из титана, а в качестве отрицательно заряженного электрода (катада) используется большой объем ртути (весом до нескольких сот тонн). При прохождении тока через электролит на аноде выделяется газообразный хлор, который откачивают и собирают. Одновременно с этим на катоде образуется амальгама натрия. Впоследствии, растворенный в амальгаме металлический натрий реагирует с водой с образованием газообразного водорода и раствора гидроксида натрия, которые удаляются для дальнейшего использования.

Электролиз со ртутным катодом был основным промышленным процессом для производства хлора и гидроксида натрия, начиная с 1890-х годов и вплоть до середины двадцатого столетия. Некоторые такие установки по-прежнему эксплуатируются в различных странах мира, но в большинстве случаев им на смену пришли другие электролитические или иные процессы, в которых ртуть не используется. В таких альтернативных процессах используются так называемые диафрагменные или мембранные электролитические установки. Основной причиной вывода из эксплуатации ртутных электролизеров или перехода к безртутным технологиям стало давление со стороны органов регулирования,

поскольку было установлено, что работа таких предприятий сопровождается значительными выбросами ртути в атмосферу, образованием загрязненных ртутью стоков и твердых отходов, а территории вокруг таких предприятий сильно загрязнены ртутью.²⁵⁶ Еще одной причиной замены технологий стало то, что диафрагменные и мембранные электролизеры эффективнее электролизеров со ртутным катодом.

Кроме того, гидроксид натрия, а возможно и соединения хлора, которые производятся с применением ртутных электролизеров, обычно загрязнены ртутью. Едкий натр используется для производства некоторых пищевых продуктов, таких как кукурузный сироп, и ртуть обнаруживается и в самом присутствующем на рынке кукурузном сиропе, и в продуктах, в которые его добавляют. По договоренности с правительством США американская хлорная промышленность добровольно согласилась снизить количество ртути в продаваемом едком натре до 1 процента или ниже.²⁵⁷

В "Глобальной оценке ртути в атмосфере" ЮНЕП ("Global Atmospheric Mercury Assessment") глобальные выбросы ртути в атмосферу предприятиями по производству хлора и щелочи оцениваются в 60 метрических тонн. Но одновременно с этим в техническом информационном документе ЮНЕП к этой оценке указывается, что использующие ртутные электролизеры предприятия по производству хлора и щелочи в 2005 г. потребили 492 метрические тонны ртути. Указанное количество распределяется следующим образом:

Регион	Потребление ртути (метрических тонн)
Европейский Союз	175
Страны СНГ и другие европейские страны	105
Северная Америка	60
Страны Ближнего Востока	53
Южная Азия	36
Южная Америка	30
Другие учтенные страны	33
Всего	492

В случае предприятий по производству хлора и щелочи, годовое потребление ртути - это попросту объем потерь ртути на предприятии в течение года. Большая часть таких потерь ртути приходится на прямые выбросы в атмосферу - испарение ртути из-за образующегося в процессе электролиза тепла и выбросы в процессе регулярного технического обслуживания электролизеров, когда их приходится открывать. Некоторая часть потерянной таким образом ртути попадает в водоемы или оседает на территориях вокруг предприятия. Другая потерянная в процессе

производства ртуть попадает на свалки или удаляется с другими отходами. Некоторая часть ртути попадает в производимую продукцию или связывается металлическим оборудованием предприятия. Кроме того, поскольку элементарная ртуть легко испаряется, большая часть потерянной ртути, которая оказывается в воде, в загрязненных почвах, на свалках и т.д., в конечном итоге испаряется и попадает в атмосферу.

Предприятия по производству хлора и щелочи традиционно отличались крайне плохим учетом потерь ртути и предоставлением соответствующей отчетности о среднегодовых выбросах ртути в атмосферу. И сами предприятия отрасли, и соответствующие органы регулирования признают, что до последнего времени у них было крайне мало информации об объемах и путях потерь ртути на предприятиях, использующих ртутные электролизеры.²⁵⁸ В то же время, в последние годы некоторые правительства стали оказывать законодательное давление на предприятия по производству хлора и щелочи, требуя от них приступить к постепенному отказу от применения ртутных электролизеров, а в переходной период улучшить меры по предотвращению выбросов ртути в окружающую среду и предоставлять более адекватную отчетность о выбросах, которые все же наблюдаются. В некоторых странах такие предприятия уже предоставляют ежегодную отчетность о потреблении ртути.

По данным отчета Американской торгово-промышленной ассоциации хлорной промышленности за 2004 г., американские заводы по производству хлора и щелочи рассчитывали годовой объем потребляемой предприятием следующим образом: по состоянию на 1 января и на 31 декабря проводилась инвентаризация ртути на предприятии. При этом учитывали количество ртути в электролизерах плюс количество ртути на складе предприятия на дату проведения инвентаризации. Учитывалось также количество ртути, приобретенное предприятием в течение года. Объем годового потребления ртути рассчитывали путем сложения количества учтенной на начало года ртути с количеством приобретенной в течение года ртути и вычитания объема ртути по результатам инвентаризации в конце года (потребление равно количеству учтенной ртути на 1 января плюс объем закупок ртути в течение года минус количество учтенной ртути по состоянию на 31 декабря).²⁵⁹

В последующих отчетах Американская торгово-промышленная ассоциация отметила, что предприятия пересмотрели метод расчета потребления ртути, чтобы учесть ртуть, которую предприятие отправляет на стороннее предприятие по утилизации для последующего вторичного использования. В отчетах появилась новая категория - "переданная ртуть", которая определяется как объем ртути, переданный на утилизацию и не возвращенный в течение этого же календарного года. Начиная с 2004 г. при расчете годового потребления ртути предприятия

вычитали объем переданной ртути из объема ртути, приобретенной в течение года.²⁶⁰ В конечном итоге, по данным Американской торгово-промышленной ассоциации, предприятия сейчас рассчитывают годовое потребление ртути следующим образом:

Годовое потребление ртути равно:

- количеству ртути по данным инвентаризации на 1 января, плюс
- количество ртути, приобретенное в течение года, минус
- количество ртути, отгруженной стороннему предприятию для утилизации и не возвращенной к концу года, минус
- количество ртути по результатам инвентаризации на 31 декабря²⁶¹

Помимо расчета годового потребления ртути в годовой отчетности Американской торгово-промышленной ассоциации хлорной промышленности приводится разбивка потребленной ртути на три категории:

1. Ртуть, выброшенная в окружающую среду, данные о которой предоставляются EPA для Реестра токсичных выбросов США (Toxics Release Inventory - TRI)
2. Ртуть, уходящая с предприятия в составе продукции (т.е. в щелочи и хлоре, которые предприятием отгружаются)
3. Остаток, который в отчетности отнесен к категории "неучтенные потери ртути"²⁶²

Еще совсем недавно, в годовом отчете за 2003 г. американские производители хлора и щелочи смогли учесть только лишь небольшую часть потребленной ими в этом году ртути. Из общего объема потребления в 38 коротких тонн (34,5 метрических тонн) ртути, указанных торгово-промышленной ассоциацией, предприятия смогли отследить только 8 коротких тонн (7,25 метрических тонн). Целых 30 коротких тонн (27,2 метрических тонн) отнесли к неучтенным потерям ртути. Иными словами, американские производители хлора и щелочи смогли отследить только 21 процент потребленной ими в 2003 г. ртути; остальные 79 процентов потерь были отнесены к неучтенным потерям ртути.²⁶³

После 2003 г. показатели годового потребления ртути в отчетности американских производителей хлора и щелочи существенно сократились, равно как и неучтенные потери ртути. Это указывает, что обладающие необходимыми техническими возможностями предприятия могут реагировать на давление со стороны органов регулирования и сокращать объем потребляемой в производстве ртути, а также повышать свою способность отслеживать потери ртути и предоставлять соответствующую отчетность.²⁶⁴

Загрязненные ртутью почвы в местах размещения предприятий по производству хлора и щелочи

Исследователи провели анализ образцов загрязненных ртутью почв, отобранных на территории европейских предприятий, использующих для производства хлора и щелочи электролиз со ртутным катодом. Один образец почвы отобрали под цехом электролизеров и хранили примерно три года. Содержание ртути в этом образце составляло 569 частей на миллион (мг/кг). Другой образец отобрали в верхнем слое почвы неподалеку от предприятия - в нем было обнаружено содержание ртути в 295 частей на миллион (мг/кг).²⁶⁵

Авторы этого исследования отмечают, что элементарная ртуть обладает исключительно высоким сродством к органическим веществам и прочно соединяется с органическими веществами в почве. Но они также отмечают, что связанная с почвенной органикой ртуть тем не менее может испаряться и попадать в атмосферу, особенно при высокой температуре.

По имеющимся данным, количество действующих предприятий по производству хлора и щелочи в мире продолжает сокращаться с 2005 г., но довольно сложно найти данные обо всех все еще действующих предприятиях, использующих электролиз со ртутным катодом. В заявлении Европейской промышленной ассоциации, которое датируется апрелем 2010 г., отмечается, что в эксплуатации находится 39 предприятий по производству хлора и щелочи с применением ртутной технологии в четырнадцати европейских странах.²⁶⁶ В информационном бюллетене одного из ведущих североамериканских производителей хлора и щелочи, выпущенном в 2009 г., указывается, что примерно 13 процентов продукции (хлора и щелочи), выпускаемой в Северной Америке, приходится на долю предприятий, использующих ртутную технологию.²⁶⁷ В докладе Всемирного хлорного конгресса (WCC), подготовленного для ЮНЕП, отмечается, что в 2007 г. в общей сложности 70 предприятий по производству хлора и щелочи ртутным методом действовали в США, Канаде, европейских странах, России, Индии, Бразилии, Аргентине и в Уругвае.²⁶⁸ Вполне возможно, что продолжают действовать и другие такие заводы в странах, которые не охватывались этим докладом Всемирного хлорного конгресса, например, в странах Ближнего Востока, в странах СНГ помимо России, и в некоторых странах Азии помимо Индии.

Глобальное соглашение по контролю ртути могло бы установить сроки для вывода из эксплуатации всех предприятий по производству хлора и щелочи, использующих ртутную технологию, ввести требование, чтобы утилизируемая при

их закрытии ртуть не поступала на рынок, а выводилась на долгосрочное хранение, а также ввести жесткие требования для очистки от загрязнения производственных площадок бывших предприятий по производству хлора и щелочи ртутным методом.

8.3 Применение ртутных катализаторов в химической промышленности

Ртутьсодержащие катализаторы использовались в промышленном химическом производстве многие годы. Продолжается широкомасштабное применение таких катализаторов в производстве мономера винилхлорида (C_2H_3Cl) и похоже, что применение ртути для этих целей только растет. С другой стороны, похоже, что для большинства других промышленных применений ртутьсодержащих катализаторов их использование сокращается или уже прекратилось.

Как уже упоминалось ранее, трагедию в заливе Минамата вызвал химический завод, использовавший сульфат ртути в качестве катализатора для производства ацетальдегида. Как представляется, ртутные катализаторы в промышленном производстве ацетальдегида более не используются.

Ртутьорганические соединения традиционно считались одними из лучших катализаторов в производстве полиуретановых пластиков и покрытий для многих различных применений. При использовании для этих целей ртутьсодержащих катализаторов в готовом полиуретане остаются следовые количества ртути. В период 1960-х - 1980-х годов во многих американских школах полиуретановым пластиком покрывали полы в спортивных залах. Такой полиуретан обычно содержал 0,1 - 0,2 процента ртути. Как заявил один производитель таких покрытий, только его компания установила более 25 миллионов фунтов (11,3 млн. кг) таких покрытий. Пары элементарной ртути медленно выделяется с поверхности такого покрытия, особенно в поврежденных местах. Ответственные работники системы образования провели измерения концентрации ртути в некоторых школьных спортивных залах. В одном школьном округе обнаружили концентрацию паров ртути в воздухе в зоне дыхания на уровне 0,79 - 1,6 микрограмма на кубометр. В другой школе обнаружили концентрации ртути в 0,042 - 0,050 микрограмма на кубометр воздуха. Различия в измеренных концентрациях могут быть связаны с площадью покрытия, вентиляцией в спортзале и с различными типами используемого оборудования для отбора проб.²⁶⁹

Похоже, что в последнее время ртутные катализаторы в производстве полиуретана по большей части заменили другими - на основе титана, висмута и других материалов.²⁷⁰ Тем не менее, остается неизвестным, насколько широко

ртутные катализаторы все еще могут применяться в производстве полиуретана в некоторых странах или регионах.

Ртутные катализаторы традиционно применялись для производства некоторых других химических продуктов, таких как винилацетат и 1-аминоантрахиона.²⁷¹ Не исключено, что от применения ртутных катализаторов для этих и для большинства других целей в мире уже отказались, но в этом еще необходимо удостовериться.

В то же время, продолжается широкомасштабное промышленное применение ртутных катализаторов для производства мономера винилхлорида и похоже, что их применение только расширяется. Винилхлорид (C_2H_3Cl) - это основной исходный продукт для производства поливинилхлорида (ПВХ), известного также как винил. Винилхлорид производят с использованием в качестве исходного сырья ацетилена (C_2H_2). Ацетилен смешивают с хлористым водородом (HCl) и пропускают через слой катализатора (хлорид ртути) для получения винилхлорида. Производство винилхлорида из ацетилена с применением в качестве катализатора хлорида ртути еще использовалось в США в 2000 г.²⁷²

В большинстве стран для производства винилхлорида не используют ртутных катализаторов, а применяют вместо этого совсем другой процесс. В большинстве стран в качестве основного углеводородного сырья для производства винилхлорида используется не ацетилен, а этилен. Существенная разница между этими двумя веществами состоит в том, что этилен получают из нефти или природного газа, тогда как ацетилен получают из каменного угля.

До недавнего времени применение этилена в качестве основного сырья считалось наиболее прогрессивной технологией в производстве винилхлорида. Но поскольку цены на нефть и природный газ выросли по сравнению с ценами на уголь, то ацетиленовый процесс стал более привлекательной альтернативой. Это особенно справедливо для таких стран как Китай, которым приходится импортировать нефть, но они обладают большими запасами угля и дешевой рабочей силой. Другим фактором, который не способствует строительству новых заводов для производства винилхлорида из этилена, являются значительные колебания цен на нефть. Компании, которые строят новые заводы по производству ПВХ в северо-западном Китае рядом с угольными шахтами, уверены в том, что им обеспечены надежные поставки дешевого угля по стабильным ценам.²⁷³ Такие соображения не только привели к быстрому росту числа предприятий по производству винилхлорида с применением ртутного катализатора в Китае, но они могут также спровоцировать дальнейшее расширение таких производств в других странах и регионах.

Если исходить из информации, представленной неправительственной организации Natural Resources Defense Council (NRDC) Центром регистрации химических веществ Китайской государственной администрации по охране окружающей среды, то общий объем производства ПВХ в Китае составлял в 2002 г. 1,9693 миллион метрических тонн и увеличился в 2004 г. до 3,0958 миллиона метрических тонн, причем на 62 предприятиях по его производству используются ртутные катализаторы.²⁷⁴ Информация о дальнейшем расширении отрасли после 2006 г. была недоступной, но учитывая высокие темпы роста в 2002 - 2004 гг., то скорее всего рост продолжался.

Применяемый на таких предприятиях катализатор представляет собой активированный уголь, пропитанный хлоридом ртути. Свежий катализатор содержит от 8 до 12 процентов хлорида ртути. Со временем катализатор обедняется и содержание хлорида ртути в нем снижается. Когда содержание хлорида ртути снижается до 5 процентов, катализатор заменяют новым. Не совсем понятно, что происходит со ртутью, которая теряется в процессе работы катализатора.²⁷⁵

По расчетам Центра регистрации химических веществ, количество ртути в катализаторах, которые использовались и впоследствии заменялись в 2004 г, составляло 610 метрических тонн. Такой отработанный катализатор отправляли на переработку на предприятия по утилизации, которые смогли извлечь примерно 290 тонн элементарной ртути.²⁷⁶ Из этого можно сделать вывод, что в 2004 г. производство винилхлорида в Китае привело к выбросу до 320 метрических тонн ртути в окружающую среду.

В настоящее время у международного сообщества нет данных о выбросах ртути в атмосферу предприятиями по производству винилхлорида, использующих ртутные катализаторы или предприятиями, которые занимаются утилизацией отработанных катализаторов. Поскольку у экспертов, которые готовили доклад ЮНЕП по глобальной оценке ртути в атмосфере, не было никаких данных об этих выбросах, в этом докладе предприятия по производству винилхлорида в качестве источников выбросов в атмосферу не рассматриваются. А это означает, что оценка ЮНЕП для общих антропогенных выбросов ртути в атмосферу из всех источников (1930 метрических тонн в год) не учитывает выбросов, связанных с производством винилхлорида.

Поскольку производство винилхлорида в Китае, похоже, расширяется, то вполне вероятно, что неучтенные потери ртути в производстве винилхлорида со временем будут расти. Кроме того, если производители винилхлорида, которые используют ртутные катализаторы, смогут существенно сократить производственные затраты на получение исходных компонентов по сравнению с

другими, которые таких катализаторов не применяют, то со временем, под действием рыночных сил производители ПВХ в других странах, использующие в качестве сырья нефть или природный газ, могут быть вынуждены переключиться на (возможно) менее затратный процесс с применением ацетилена и хлорида ртути.

В глобальном соглашении по контролю ртути необходимо будет отдельно рассмотреть применение ртутных катализаторов в химической промышленности. Что касается других процессов (помимо производства винилхлорида), то правительства могут без особых проблем договориться об их незамедлительном запрете (или о быстром отказе от их применения если некоторые из этих процессов все еще используются в некоторых странах). Такие меры могут устранить опасность возобновления применения этих процессов в будущем.

А вот достижение соглашения по контролю за применением ртутных катализаторов в производстве винилхлорида, скорее всего окажется более сложным делом. В качестве незамедлительных мер, конвенция должна потребовать улучшения мониторинга и международной отчетности о применении ртутных катализаторов и о потерях ртути, связанных с производством винилхлорида. В идеальном случае, следует поставить цель установления сроков для постепенного отказа от этого и других применений ртутных катализаторов в химической промышленности, но для этого скорее всего потребуются более долгосрочные усилия. В качестве промежуточных мер некоторые предлагали поддержку исследований для разработки альтернативных безртутных катализаторов, которые можно было бы использовать в производстве винилхлорида из ацетилена. Другие предлагали поддержку исследований для разработки технологий производства этилена из каменного угля, которые позволили бы использовать более дешевый уголь для производства винилхлорида, без необходимости применения ртутных катализаторов. Но оба этих предложения представляются проблематичными в силу двух причин. По мере того, как весь мир пытается сдерживать изменение климата, продвижение новых угольных технологий, которые относятся к основным источникам парниковых газов, едва ли будет хорошей идеей. Кроме того, даже несмотря на то, что производство винилхлорида из этилена позволяет избежать выбросов ртути, эта технология все же является исключительно грязным процессом, приводящим к выбросам других опасных загрязнителей окружающей среды, таких как диоксины.

Примечания

²⁴⁷ "The Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP (см. ссылку выше).

²⁴⁸ Ibid.

²⁴⁹ "Mercury Use in Artisanal and Small-Scale Gold Mining," UNEP Mercury Awareness Raising Package, http://www.chem.unep.ch/mercury/awareness_raising_package/default.htm.

²⁵⁰ Ibid.

²⁵¹ Ibid.

²⁵² Ibid.

²⁵³ Частное сообщение руководителя одной из индонезийских НПО.

²⁵⁴ Ibid.

²⁵⁵ Ibid.

* Общая химическая реакция для электролиза раствора соли: $2\text{NaCl} + 2\text{H}_2\text{O} \square \text{Cl}_2 + 2\text{NaOH} + \text{H}_2$.

²⁵⁶ "Compliance with Chlor-Alkali Mercury Regulations, 1986-1989: Status Report," Environment Canada, <http://www.ec.gc.ca/lcpe-cepa/default.asp?lang=En&n=E7E0E329-1&offset=4&toc=show>.

²⁵⁷ Dufault, R., LeBlanc, B., Schnoll, R., Cornett, C., Schweitzer, L., Wallinga, D., et al. (2009). Mercury from chlor-alkali plants: Measured concentrations in food product sugar. *Environmental Health*, 8, 2.

²⁵⁸ "Study Finds High-Fructose Corn Syrup Contains Mercury," *Washington Post*, January 28, 2009,

<http://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2009/01/26/AR2009012601831.html>.

²⁵⁹ John S. Kinsey, "Characterization of Mercury Emissions at a Chlor-Alkali Plant," U.S. EPA, 2002.

²⁵⁹ "Seventh Annual Report to EPA for the Year 2003," The Chlorine Institute, July 2004,

<http://www.epa.gov/reg5oair/mercury/7thcl2report.pdf>.

²⁶⁰ "Chlor-Alkali Industry 2008 Mercury Use and Emissions in the United States," The Chlorine Institute, August 2009,

<http://www.epa.gov/reg5oair/mercury/12thcl2report.pdf>.

²⁶¹ Ibid.

* Реестр токсичных выбросов - это открытая для общественности онлайн-база данных, созданная Агентством по охране окружающей среды США (EPA). От многих промышленных предприятий в США требуется предоставлять EPA отчетность о своих выбросах токсичных химических веществ в различные компоненты окружающей среды, о передаче своих токсичных отходов за пределы предприятия и о другой деятельности по обращению с отходами. EPA обобщает эти данные и размещает их на доступном для общественности сайте.

²⁶² Ibid.

²⁶³ Ibid.

²⁶⁴ Ibid.

²⁶⁵ Ibid.

²⁶⁵ Carmen-Mihaela Neculita et al., "Mercury Speciation in Highly Contaminated Soils from Chlor-Alkali Plants Using Chemical

Extractions," *Journal of Environmental Quality*, 2005, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15647556>.

²⁶⁶ "Storage of Mercury: Euro Chlor View," Euro Chlor (см. ссылку выше).

²⁶⁷ "Caustic Soda Production," Olin Chlor Alkali Products, 2009,

<http://www.olinchloralkali.com/Library/Literature/OverviewOfProcess.aspx>.

²⁶⁸ "Number of Plants and Capacity of Mercury Electrolysis Units in U.S.A./Canada, Europe, Russia, India and

Brazil/Argentina/Uruguay" - доклад Всемирного хлорного конгресса, представленный ЮНЕП,

http://www.chem.unep.ch/mercury/partnerships/Documents_Partnerships/All_comments_Euro_Chlor.pdf.

²⁶⁹ "Children's Exposure to Elemental Mercury: A National Review of Exposure Events," the U.S. Agency for Toxic

Substances and Disease Registry, February 2009,

<http://www.atsdr.cdc.gov/mercury/docs/MercuryRTCFinal2013345.pdf?page=31>.

²⁷⁰ "Catalyst and Method of Making Polyurethane Materials," World Intellectual Property Organization, 2005,

<http://www.wipo.int/pctdb/en/wo.jsp?IA=GB2004005368&DISPLAY=DESC>.

²⁷¹ "Mercury Substitution Priority Working List," Nordic Council of Ministers, 2007,

<http://www.basel.int/techmatters/mercury/comments/240707hsweden-2.pdf>.

²⁷² Barry R. Leopold, "Use and Release of Mercury in the United States," for U.S. EPA, 2002,

<http://www.epa.gov/nrmrl/pubs/600r02104/600r02104prel.pdf>.

²⁷³ "The Renaissance of Coal-Based Chemicals: Acetylene, Coal-to-Liquids, Acetic Acid," Tecnon OrbiChem Seminar at

APIC, 2006, <http://www.tecnon.co.uk/gen/uploads/syezuo55ku0ok55epcqomj12052006115942.pdf>.

²⁷⁴ "NRDC Submission to UNEP in Response to March 2006 Request for Information on Mercury Supply, Demand, and

Trade, http://www.chem.unep.ch/mercury/Trade-information_gov_stakeholders.htm.

²⁷⁵ Ibid.

²⁷⁶ Ibid.

* В техническом информационном документе к "Глобальной оценке ртути в атмосфере" ЮНЕП приводится оценка глобального потребления ртути для производства винилхлорида в 2005 г. в 770 метрических тонн (эту величину мы приводили ранее). Эта оценка может учитывать рост в отрасли после 2004 г. Кроме того, в этой оценке из объема первоначально присутствующей в отработанном катализаторе ртути скорее всего не вычли количество ртути, извлеченной при утилизации.

9. Непреднамеренные источники ртути

К непреднамеренным источникам ртути относятся процессы сжигания, очистки и переработки ископаемого топлива, добыча и переработка металлических руд и применение ртутьсодержащих материалов в высокотемпературных процессах, таких как производство цемента. В соответствии с оценками ЮНЕП, на долю непреднамеренных источников ртути приходится более 65 процентов общих глобальных выбросов ртути в атмосферу из всех антропогенных источников

9.1 Угольные теплоэлектростанции

По данным доклада ЮНЕП 2008 г. ("Global Atmospheric Mercury Assessment"), самым значительным источником глобальных антропогенных выбросов ртути в атмосферу является сжигание ископаемого топлива, особенно угля. По оценке этого доклада, на долю электростанций приходится 25 процентов всех глобальных антропогенных выбросов ртути, а еще 20 процентов - на долю промышленных и бытовых систем отопления.²⁷⁷ Ртуть присутствует в угле в следовых концентрациях, обычно в диапазоне от 0,01 до 1,5 мг ртути на килограмм угля (частей на миллион).²⁷⁸ Но количество ежегодно сжигаемого угля для выработки электроэнергии и для отопления настолько велико, что по расчетам ЮНЕП в 2005 г. сжигание угля привело к выбросу в атмосферу 878 метрических тонн ртути.²⁷⁹

Сжигание угля и выбросы парниковых газов

На долю сжигания угля приходится также примерно 20 процентов всех глобальных выбросов парниковых газов.²⁸⁰ Предлагаемые меры для сокращения объемов сжигаемого угля сейчас обсуждают в контексте глобальных межправительственных переговоров о принятии нового соглашения об изменении климата, которое должно заменить Киотский протокол. В рамках переговоров об изменении климата правительства некоторых крупных стран указывали на свое нежелание согласиться с обязательными мерами, которые существенно ограничили бы для них объемы сжигаемого угля. Некоторые из них ссылались при этом на острую необходимость существенно увеличить мощности национальных систем электроснабжения в качестве одного из важных компонентов своих национальных стратегий экономического развития.

Крайне маловероятно, что некоторые влиятельные правительства, которые продолжают возражать против обязательных ограничений на сжигание угля в контексте переговоров по изменению климата, согласятся с аналогичными

обязательными ограничениями в контексте переговоров по заключению соглашения о контроле ртути. Так что было бы нереалистично рассматривать переговоры по соглашению о ртути как альтернативный вариант, позволяющий склонить несговорчивые правительства согласиться с ограничениями на выбросы парниковых газов угольными тепловыми электростанциями. Этого не произойдет, пока они не будут готовы пересмотреть свою позицию на переговорах по изменению климата.

Но тем не менее, переговоры по соглашению о ртути создают дополнительную площадку для международного обсуждения на высоком уровне опасных последствий сжигания угля и они открывают дополнительные возможности для продвижения энергоэффективности и энергосбережения, а также для расширения применения возобновляемых источников энергии.

Для оценки реальной стоимости применения угольных технологий, необходимо учитывать связанные с ними опасные последствия для здоровья человека и для окружающей среды, включая в частности и те связанные со ртутью опасные последствия, которые рассматриваются в этом буклете. Они также включают опасные воздействия, связанные с диоксидом серы, окислами азота и со множеством других токсичных и опасных загрязнителей, которые выбрасываются угольными электростанциями. И наконец, понятно, что при расчете реальной стоимости применения основанных на сжигании угля технологий необходимо также учитывать затраты, связанные с выбросами парниковых газов и с изменением климата.

Усилия по отказу от применения угольных технологий окажутся успешными только тогда, когда начнут действовать глобальные механизмы, обеспечивающие включение всех связанных со сжиганием угля внешних затрат в цену полученной на угольных электростанциях энергии. Когда это произойдет, то станет очевидно, что меры энергоэффективности и альтернативные источники энергии на самом деле дешевле угольных технологий. Тогда альтернативные решения станут конкурентоспособными и смогут быстро заменить уголь.

Хотя переговоры по соглашению о ртути едва ли станут альтернативной площадкой для обсуждения мер предотвращения изменения климата, процесс переговоров по соглашению о ртути может оказаться весьма полезным для осознания общественностью и признания правительствами опасных последствий сжигания угля для здоровья человека и для окружающей среды. В рамках переговоров по соглашению о ртути потенциально могут быть выработаны обязательные меры, требующие от правительств (в крайнем случае на определенных условиях и в установленные сроки) устанавливать для новых или действующих электростанций в своих странах требования по соблюдению некоторых минимальных стандартов эффективности и/или контроля загрязнения. Более жесткие стандарты контроля загрязнения приведут к общему увеличению затрат. Кроме того, соглашение по ртути может включать положения, которые рекомендуют или требуют применения экономически эффективных, доступных альтернативных технологий, устраняющих

или минимизирующих выбросы ртути, если такие технологии позволяют удовлетворить потребности в электроэнергии на национальном или на местном уровне. И наконец, соглашение по ртути скорее всего будет предусматривать механизм для предоставления финансовой или технической помощи, чтобы поддержать реализацию предусмотренных мер и такая помощь может дополнять финансовую и техническую помощь в рамках международного соглашения по изменению климата.

В первом приближении объем выбросов ртути угольной теплоэлектростанции связан с количеством угля, которое необходимо сжечь для получения единицы энергии. При прочих равных условиях более эффективная электростанция потребляет меньше угля для выработки одного киловатт-часа электроэнергии, а соответственно и выбрасывает меньше ртути на единицу энергии по сравнению с менее эффективной электростанцией.

Повышения эффективности угольных электростанций можно добиться за счет таких мер как модернизация или замена топков, оптимизация сгорания, повышение эффективности котлов и теплообменников, улучшение эксплуатации и обслуживания и т.д. Есть сообщения, что в некоторых случаях одних этих мер может оказаться достаточно для повышения эффективности станции более чем вдвое. Комбинация экономических факторов и законодательных мер по контролю загрязнения может также привести к закрытию старых, неэффективных электростанций и промышленных котельных, и к замене их более эффективными или же к переходу на альтернативные источники энергии.

Оборудование газоочистки (ОГ), обеспечивающее очистку отходящих газов тепловых электростанций, может улавливать ртуть и сокращать ее выбросы. Наиболее распространенные типы ОГ улавливают летучую золу и мелкие частицы, присутствующие в дымовых газах. Некоторые установки также улавливают кислотные газы. К ОГ относятся электростатические осадители, тканевые фильтры и системы для обессеривания дымовых газов. Соответственно, для борьбы со ртутным загрязнением потребуется новое ОГ. Электростанции могут модернизировать действующие системы очистки газов и использовать дополнительное оборудование. Они могут также использовать методы, позволяющие повысить эффективность улавливания ртути установленным ОГ.

На эффективность улавливания ртути ОГ влияет целый ряд факторов. При высоких температурах в топках угольных теплоэлектростанций большая часть содержащейся в угле ртути выделяется в газовую фазу в виде газообразной

элементарной ртути. Газообразная элементарная ртуть в воде не растворяется и не задерживается ОГ. Но некоторая часть элементарной ртути окисляется в результате химических реакций с другими веществами, присутствующими в дымовых газах. Окисленная ртуть (часто в виде хлорида ртути) в воде растворяется и системы обессеривания дымовых газов могут ее улавливать. Окисленную ртуть также склонна к осаждению на пылевидных частицах в дымовых газах. Большую часть осажденной на пылевидных частицах ртути могут уловить тканевые фильтры и электростатические осадители.^{281,282}

В зависимости от относительного соотношения элементарной ртути, окисленной и осажденной на пылевидных частицах ртути в дымовых газах (и в зависимости от эффективности используемого ОГ) степень удаления ртути по имеющимся данным колеблется от 24 до 70 процентов.²⁸³

Доля элементарной ртути в дымовых газах, которая превращается в окисленную и связанную с твердыми частицами ртуть, зависит от многих факторов, включая состав дымовых газов, содержание и состав присутствующей летучей золы. В свою очередь, эти факторы зависят от типа и свойств угля, от условий сжигания и от конструкции котла и теплоотводящего оборудования. Если в угле присутствует относительно высокое содержание хлора, то окислится большая часть присутствующей в дымовых газах элементарной ртути; если содержание хлора ниже, то окисляется меньше ртути. Таким образом, повышение содержания хлора может (в некоторых условиях) повысить эффективность удаления ртути газоочистным оборудованием.

Кроме того, несгоревшие частицы углерода в дымовых газах склонны адсорбировать ртуть с образованием осажденной на частицах ртути, большую часть которой может уловить ОГ. В связи с этим некоторые поддерживают меры, которые приводят к повышению содержания несгоревшего углерода в летучей золе, чтобы повысить эффективность удаления ртути ОГ.²⁸⁴ Но такие меры потенциально могут привести к снижению эффективности станции и к повышению риска загрязнения, связанного с продуктами неполного сгорания угля. И наконец, когда на угольных теплоэлектростанциях применяют селективное каталитическое восстановление для удаления окислов азота, это также может способствовать переходу элементарной ртути в окисленную и повышению эффективности удаления ртути ОГ.²⁸⁵

Для оптимизации удаления ртути с применением существующего топочного оборудования и оборудования газоочистки рекомендуют несколько методов для усиления превращения газообразной элементарной ртути в дымовых газах в окисленную и/или адсорбированную на твердых частицах ртуть. К этим методам относятся следующие:

- Добавление реагентов в уголь или в газообразные продукты сгорания при высокой температуре для усиления окисления элементарной ртути.
- Изменение процесса сгорания, чтобы повысить количество или реакционную способность несгоревшего углерода в дымовых газах для усиления адсорбции ртути и/или для усиления окисления элементарной ртути.
- Подбор состава сжигаемого угля таким образом, чтобы изменить состав дымовых газов и свойства летучей золы для увеличения доли окисленной и/или связанной твердыми частицами ртути.
- Комбинированное применение всех этих мер.²⁸⁶

Ртуть в отходах оборудования газоочистки

В связи с применением теплоэлектростанциями ОГ для удаления ртути из дымовых газов возникают опасения, связанные с дальнейшей судьбой этой ртути. Некоторые такие отходы вывозятся на свалки, где они потенциально могут приводить к выбросам ртути в атмосферу или к ее вымыванию в почвы или в воду. Некоторые электростанции самостоятельно перерабатывают отходы систем газоочистки, что может привести к местному загрязнению окружающей среды и к сбросу ртути в водоемы. В то же время, большую часть таких отходов утилизируют для применения в производстве строительных материалов и для других целей.

По данным Американской ассоциации угольной золы (промышленная ассоциация и группа лоббистов), продажа и применение отходов сжигания угля - это бизнес с оборотом во много миллиардов долларов. Ассоциация относит к продуктам сжигания угля такие побочные продукты работы угольных электростанций как летучая зола, подовая зола, шлак и различные другие отходы установок очистки и обессеривания дымовых газов.²⁸⁷

Отходы систем обессеривания дымовых газов (СОГ) могут использоваться для производства искусственного гипса. В Соединенных Штатах, например, утилизируется и используется 75 процентов таких отходов. Большая часть такого гипса идет на производство гипсокартона, который широко применяется в качестве строительного материала для отделки внутренних помещений.²⁸⁸ В среднем новом доме в США присутствует примерно 8 тонн гипсокартона. Еще в 2001 г. 15 процентов общего производства гипса в США приходилось на долю отходов сжигания угля. К 2009 г. объем производства гипса из этих отходов увеличился более чем втрое и сейчас на его долю приходится более половины всего используемого в США гипса.²⁸⁹

Как показывают результаты исследований, поскольку СОГ работают при относительно невысоких температурах, некоторые присутствующие в следовых

концентрациях летучие компоненты конденсируются и удаляются из дымовых газов. Предполагается, что СОГ могут таким образом удалять некоторую часть присутствующей в дымовых газах газообразной элементарной ртути.²⁹⁰ Но из этого следует, что в отходах СОГ может присутствовать элементарная ртуть, которая потенциально может испаряться и выделяться в окружающую среду.

Данных по выделению ртути из полученного из отходов газоочистки искусственного гипса немного, но те данные, которые имеются, дают повод для беспокойства. Испытания проводили на заводе по производству гипсокартона, где использовались отходы газоочистки угольных электростанций. Измеряли содержание ртути в исходном искусственном гипсе и в готовой продукции, а по разнице рассчитывали потери ртути в процессе производства. Проводили серию из пяти определений для гипсокартона, полученного из искусственного гипса, поставленного различными угольными теплоэлектростанциями, использующими разное очистное оборудование. В первом случае, общие потери ртути в процессе производства (разница между содержанием в исходном гипсе и в готовой продукции) составляли 5 процентов. Во втором определении потери составляли 8 процентов, а в третьем - 46 процентов. Данные для четвертого определения не приводятся, но они, видимо были невелики. А вот в пятом определении общие потери составляли 51 процент.²⁹¹

Эти результаты показывают, что при производстве гипсокартона из искусственного гипса, полученного из отходов, могут происходить значительные выбросы ртути в производственные помещения и в окружающую среду. Ртуть может выделяться из искусственного гипса и до его поступления на гипсокартонный завод. Расширяющееся использование искусственного гипса из отходов может свести на нет эффективность СОГ в удалении ртути из дымовых газов, поскольку значительная часть первоначально удаленной ртути может впоследствии оказаться в окружающей среде в процессе производства гипсокартона или еще раньше.

Рассмотренные выше исследования проводились для Агентства по охране окружающей среды США специалистами одной из ведущих компаний по производству гипсокартона из искусственного гипса. В докладе об этих исследованиях отмечается, что содержание ртути в готовом гипсокартоне составляло от 0,95 до 0,02 частей на миллион.²⁹² Но при этом, как представляется, имеется крайне мало независимо полученных данных о содержании ртути в гипсокартоне, изготовленном из искусственного гипса. В одном исследовании EPA все же отмечается, что содержание ртути в двух образцах произведенного в США гипсокартона составляло 2,08 и 0,0668 частей на миллион. В этом же исследовании указывается, что содержание ртути в двух образцах гипсокартона китайского производства составляло 0,562 и 0,19 частей на миллион.²⁹³ Необходимо гораздо больше независимых данных о содержании ртути в гипсокартоне, изготовленном из отходов.

Похоже, что вообще отсутствуют данные исследований о ртутной экспозиции

рабочих, которые эти гипсокартонные плиты устанавливают. Впрочем, в одном опубликованном исследовании отраслевых ученых и консультантов пытаются показать, что нет причин опасаться выделения ртути в воздух в помещениях с гипсокартонными плитами, изготовленными из искусственного гипса. Правда, не совсем понятно, как методология и результаты этого исследования могут служить подтверждением такого вывода, но в публикации приводятся некоторые действительно интересные данные. Проводили измерения выделения ртути в небольших контейнерах, содержащих образцы гипсокартона, изготовленного из природного гипса и из искусственного. Выделение ртути из природного гипса составляло $0,92 \pm 0,11$ нанограмм на квадратный метр ($\text{нг}/\text{м}^2$) в сутки, а для искусственного - $5,9 \pm 2,4$ $\text{нг}/\text{м}^2$ в сутки.²⁹⁴ Иными словами, интенсивность выделения ртути из искусственного гипса в шесть раз превышает аналогичные показатели для гипса природного, а это уже дает основания для беспокойства. Было бы весьма полезно провести независимые исследования выделения ртути из искусственного гипса.

Находит применение и летучая зола, которая улавливается тканевыми фильтрами и электростатическими осадителями на угольных электростанциях. По данным отраслевой промышленной ассоциации, в Соединенных Штатах ежегодно образуется 70 миллионов тонн летучей золы. Почти 45 процентов этой золы впоследствии утилизируют для тех или иных целей и компании-операторы электростанций стремятся сделать все возможное, чтобы этот показатель повысить. Большую часть летучей золы смешивают с цементом в различных соотношениях для изготовления цемента. Отраслевые источники утверждают, что ртуть очень прочно связывается с летучей золой и из готового цемента или же в процессе приготовления раствора и его высыхания ртуть выделяется в крайне незначительных количествах. Но как представляется, нет достаточных независимых данных, которые могли бы подтвердить такое утверждение. Похоже, что нет вообще никаких доступных данных о глобальных выбросах ртути, связанных с производством и применением строительных материалов, полученных из летучей золы. Кроме того, по мере того как на электростанциях многих стран мира внедряют новые технологические решения для повышения эффективности улавливания ртути газоочистным оборудованием, общее содержание ртути в летучей золе и в других отходах ОГ будет расти. Необходимо провести исследования, чтобы отследить дальнейшее поведение ртути, содержащейся в летучей золе и в других отходах, образующихся при работе ОГ.

Электростанции отправляют некоторую часть уловленной тканевыми фильтрами и электростатическими осадителями летучей золы на цементные заводы, где ее смешивают с другими исходными материалами для производства цемента и нагревают в печах до высокой температуры (до 1450°C). При таких температурах практически вся находящаяся в летучей золе ртуть (которую первоначально удалили из дымовых газов электростанций при помощи тканевых фильтров и электростатических осадителей) испаряется и снова выделяется, на этот раз с

отходящими газами цементных печей.²⁹⁵

Компании-операторы угольных электростанций стремятся утилизировать все продукты сгорания угля, чтобы сократить затраты на удаление отходов. По мере того как во всем мире органы регулирования вводят все более жесткие стандарты для выбросов ртути угольными электростанциями, глобальное предложение летучей золы и других отходов ОГ с повышенным содержанием ртути будет быстро расти, вместе с мотивацией к расширению уже существующих рынков отходов ОГ и к поиску новых.

В то же время, похоже, что практика утилизации отходов работы ОГ приводит к высвобождению значительной части ртути, уловленной ранее очистным оборудованием угольных электростанций. В глобальном соглашении по ртути нужно будет в полной мере учесть необходимость предотвращения практики, приводящей к высвобождению ртути и ее попаданию в атмосферу или к загрязнению ртутью воздуха в жилых и производственных помещениях.

Локальные и глобальные аспекты ртутного загрязнения

Выбросы ртути угольными электростанциями часто привлекают больше внимания со стороны общественности и политических руководителей чем большинство других источников ртутного загрязнения. Одной из причин является то, что плохо контролируемые угольные теплостанции выбрасывают в атмосферу не только газообразную элементарную ртуть, то также и значительные количества ртути, осаждаемой на твердых частицах и окисленной ртути (в виде хлорида и оксида ртути). Тогда как большая часть выброшенной газообразной элементарной ртути остается в атмосфере в течение длительного времени, осаждаемая на твердых частицах и окисленная ртуть обычно находится в атмосфере в течение более короткого времени и выпадает на поверхность земли с подветренной стороны электростанции. Например, как показали исследования, проведенные в штате Огайо (США), более 70 процентов осаждаемой в результате мокрого осаждения ртути приходится на долю местных угольных электростанций.²⁹⁶ Поскольку большая часть связанной твердыми частицами и окисленной ртути выпадает на землю относительно недалеко от электростанции, то это приводит к повышению содержания метилртути в озерах и реках с подветренной стороны, а также в выловленной в этих водоемах рыбе. Когда органам регулирования и общественности становится известно о связи между плохо контролируемыми угольными электростанциями и повышенным уровнем загрязнения метилртутью рыбы в расположенных с подветренной стороны озерах и реках, часто усиливается

общественное и политическое давление в пользу усиления мониторинга и контроля за выбросами электростанций.

С другой стороны, любой антропогенный источник выбросов газообразной элементарной ртути будет обычно оказывать гораздо менее значительное экологическое воздействие на местном уровне. Выброшенная газообразная элементарная ртуть обычно остается в атмосфере от полугода до двух лет и разносится ветрами по всей планете. В конечном итоге эта ртуть также выпадает на землю, но в этом случае крайне сложно установить какую-то явную связь между источником загрязнения и водоемом, в котором обнаруживается загрязненная ртутью рыба. А в результате, общественность и политические руководители часто не столь ясно представляют взаимосвязь между источниками выбросов газообразной элементарной ртути и конечным воздействием на окружающую среду. Для тех видов деятельности человека, которые сопровождаются главным образом выбросами газообразной элементарной ртути, воздействие на окружающую среду будет скорее не местным или региональным, а будет иметь размытый глобальный характер. А поэтому необходим глобальный подход, чтобы в полной мере понять последствия таких выбросов и только глобальный подход может обеспечить эффективную защиту здоровья людей и окружающей среды от таких выбросов.

Другой стратегией, которой могут воспользоваться угольные теплоэлектростанции для сокращения выбросов ртути, является очистка или другая предварительная подготовка угля. Электростанции, которые работают с битуминозным углем, широко применяют его очистку для удаления остатков пустой породы и сокращения содержания золы и серы. По имеющимся оценкам, обычные методы очистки битуминозного угля позволяют сократить выбросы ртути на электростанциях примерно на 37 процентов.²⁹⁷ Обсуждались и рекомендовались к применения и более совершенные технологии для очистки/обработки угля, которые могут обеспечить более высокую эффективность удаления ртути. В качестве одного из примеров называли технологию K-fuel. Эта патентованная технология обработки угля при нагревании и при повышенном давлении позволяет за счет физико-химических процессов превратить топливо низкого качества в твердое топливо с низким содержанием влаги и высокой теплотворной способностью. Этот процесс позволяет удалить из угля золу и ртуть, так что потенциально его можно использовать для получения топлива с низким содержанием ртути и с высокой энергетической ценностью.²⁹⁸

В большинстве случаев компании-операторы электростанций или котельных решают использовать очистку или подготовку угля исходя из экономических

соображений, таких как необходимость повысить к.п.д. сжигания доступного угля или необходимость соблюдения экологических стандартов без существенных новых инвестиций в повышение эффективности станции или ОГ. Впрочем, эксперты, похоже, расходятся во мнениях о том, до какой степени современные технологии очистки и подготовки угля могут быть экономически конкурентоспособными по сравнению с другими возможными технологиями удаления ртути.²⁹⁹ Впрочем, глобальное соглашение по ртути может внести коррективы в такие экономические расчеты: оно может стимулировать дополнительные исследования и разработки в этой области и может даже создать стимулы для компаний-операторов, вынуждая их повышать эффективность работы электростанций и ОГ, а также использовать уголь, очищенный или подготовленный с применением современных технологий.

В общем, можно использовать множество различных технологий для сокращения выбросов ртути угольными теплоэлектростанциями и промышленными котельными. К ним относятся следующие:

- Меры для повышения эффективности (к.п.д.) электростанций и котельных
- Установка и/или модернизация оборудования газоочистки
- Использование различных методов для более полного превращения содержащейся в дымовых газах элементарной газообразной ртути в окисленную и/или адсорбированную твердыми частицами ртуть
- Очистка, смешивание различных сортов или иная предварительная подготовка угля
- Замещение - т.е. принятие решения о замене угольных теплоэлектростанций альтернативными источниками энергии, которые дают меньше выбросов ртути или вообще не дают ртутного загрязнения.

Соглашение по контролю ртути может стимулировать проведение исследований, направленных на повышение эффективности и сокращение стоимости технологий сокращения выбросов ртути и таких технологий как описанные выше. Кроме того, оно может стимулировать исследование новых подходов, которые могут расширить диапазон возможных решений. Но в конечном итоге, решение компании-оператора о том, какую из этих технологий применить для сокращения ртутного загрязнения (и вообще применять ли) будет зависеть от многих факторов. Одним из важных факторов являются свойства и цена местного угля, поскольку эффективность различных методов сокращения выбросов ртути может существенно отличаться в зависимости от свойств используемого угля. К другим важным факторам относятся цены и доступность технологий и методов для повышения эффективности теплоэнергетического оборудования или эффективности удаления ртути из дымовых газов; стоимость мер по должному

обращению с образующимися отходами, особенно сброса или передачи ртутьсодержащих отходов; а также доступность на местном уровне ноу-хау, необходимого для выбора оптимальных технологий и последующего эффективного применения этих технологий.

Но в большинстве случаев, даже если доступны эффективные технологии и методы для удаления ртути, компании-операторы электростанций не будут вкладывать в них средства в отсутствие давления со стороны органов регулирования или в отсутствие экономических стимулов (или же и того и другого одновременно). Это связано с тем, что компания-оператор электростанции стремится вырабатывать электроэнергию с минимальными возможными затратами. С другой стороны, глобальное соглашение, предусматривающее юридически обязательные меры может сократить те экономические преимущества, которыми пользуются сейчас самые крупные загрязнители и выровняет игровое поле для всех участников.

В то же время, компании-операторы будут вкладывать деньги в сокращение выбросов ртути, если их вынуждает к этому политика правительства или законодательные требования, особенно если они понимают, что нарушение требований может оказаться более дорогостоящей альтернативой чем их соблюдение. Кроме того, даже в отсутствие конкретных обязательных требований, компании-операторы могут пойти на внедрение эффективных методов сокращения выбросов ртути если дать им соответствующие стимулы. Такими стимулами может быть финансовая или техническая помощь. Они могут также включать расширение доступа к технологиям и методам, которые позволяют повысить эффективность работы станции, а соответственно и сократить затраты на выработку единицы энергии. Правительствам, которые принимают участие в переговорах по новому глобальному соглашению о контроле ртути, потребуется решить проблему, связанную с достижением согласия по пакету мер, включающих как хорошо продуманные и реально осуществимые законодательные требования, так и достаточные финансовые и технические стимулы, которые в комплексе смогут привести к существенному глобальному сокращению ртутного загрязнения, вызываемого теплоэлектростанциями.

При разработке такого пакета мер потребуется согласовать конкурирующие цели и добиться такого сокращения глобальных выбросов ртути, которое не создавало бы угрозы для достижения целей национального экономического развития или сокращения бедности. Для этого потребуются серьезные усилия и творческий подход со стороны участников переговоров, осознающих как серьезную опасность ртутного загрязнения для здоровья человека и для окружающей среды, так и острую потребность многих развивающихся стран в расширении доступа к

надежному электроснабжению за счет увеличения национальных генерирующих мощностей.

Для достижения работающего соглашения по контролю выбросов ртути угольными теплоэлектростанциями может потребоваться вводить юридически обязательные и реалистичные требования постепенно, в течение некоторого времени. Такие меры можно было бы сформулировать аналогично положениям по наилучшим доступным технологиям (НДТ) в Стокгольмской конвенции по стойким органическим загрязнителям. Эти меры могли бы (на согласованных условиях) предусматривать, что правительства сторон соглашения требуют обязательного применения НДТ и/или поощряют применение НДТ на угольных теплоэлектростанциях своих стран. Кроме того, предусмотренные соглашением меры по НДТ можно было бы жестко увязать с положениями о предоставлении технической и финансовой помощи развивающимся странам и странам с переходной экономикой, чтобы обеспечить, что стороны соглашения могут выполнять его положения не подрывая при этом достижения целей национального экономического развития и сокращения бедности.

Как и в случае Стокгольмской конвенции, детализированные определения НДТ и соответствующие руководящие указания не должны включаться в текст собственно конвенции. Вместо этого, в соглашении можно было бы дать общее концептуальное определение НДТ и поручить Конференции Сторон (КС) создать экспертную группу по НДТ для подготовки проекта руководящих указаний для утверждения на КС, а также для периодического пересмотра и корректировки этих указаний. В таких эволюционирующих указаниях по НДТ можно было бы пересматривать и корректировать сроки и условия введения в действие положений соглашения по НДТ.

Одновременно с этим, КС могла бы также проводить периодический анализ реальной доступности технической и финансовой помощи для поддержки выполнения указаний по НДТ. Результаты такого анализа можно было бы четко увязать с решениями о сроках и условиях введения в действие положений конвенции о НДТ. Такой параллельный подход мог бы способствовать достижению соглашения о реалистичном контроле за выбросами угольных теплоэлектростанций не подрывая при этом достижения целей национального экономического развития и сокращения бедности.

Как и с Стокгольмской конвенции, руководящие указания по НДТ могут дополнительно включать положения, которые стимулировали бы компании-операторы, которые хотят построить новую электростанцию или существенно модернизировать действующую, к рассмотрению возможности применения альтернативных энергетических технологий, которые позволяют сократить или

устранить выбросы ртути. Если такие положения будут включены в руководящие указания, то тогда техническая или финансовая помощь, предусмотренная для реализации положений конвенции о НДТ, может вместо этого использоваться для внедрения альтернативных энергетических технологий.

9.2 Сжигание других видов ископаемого топлива

Часто цитируемые оценки выбросов ртути при сжигании других видов ископаемого топлива (помимо выбросов угольных электростанций) представляются менее полными и менее точными. Многие правительства стран Западной Европы, Северной Америки и других регионов мира требуют проводить углубленный мониторинг газовых выбросов угольных электростанций в своих странах и в требованиях к мониторингу часто предусматривается определение ртути. В результате был собран значительный объем данных о выбросах ртути угольных электростанций во многих странах. Эти данные позволили рассчитать коэффициенты выбросов, которые используются для примерной оценки выбросов ртути электростанциями даже в тех странах, где мониторинг выбросов не столь распространен. С другой стороны, расчетные выбросы ртути за счет сжигания других видов ископаемого топлива, похоже, основываются на менее обширных данных и на менее масштабных исследованиях.

Бытовое отопление

По расчетам, выбросы ртути от сжигания угля для отопления жилых и торговых помещений, для приготовления пищи и выбросы из других аналогичных источников оценивают на уровне примерно 20 процентов от общих глобальных антропогенных выбросов.³⁰⁰ При использовании угля для отопления происходят также выбросы парниковых газов в окружающую среду. Кроме того, при этом происходят выбросы других опасных загрязнителей, вносящих существенный вклад в местное загрязнение воздуха и вызывающих респираторные и другие заболевания. Соответственно, меры для продвижения и обеспечения замены угольных печей и котлов менее загрязняющими отопительными устройствами может не только сократить глобальное ртутное загрязнение, но также поможет сократить глобальные выбросы парниковых газов и опасное местное загрязнение воздуха.

Нефтепродукты

Переработка и сжигание нефти и нефтепродуктов также вносит свой вклад в глобальное ртутное загрязнение. По данным одной из отраслевых технологических компаний, ртуть постоянно присутствует в нефти и при ее переработке часто образуются ртутьсодержащие отходы. Системы удаления ртути часто применяются в нефтеперерабатывающей промышленности и их

применение в основном связано с необходимостью защиты технологического оборудования и катализаторов от воздействия ртути. На предприятиях без систем удаления ртути образуются ртутьсодержащие шламы, осадки и другие отходы. В некоторых местах, где концентрация ртути в исходном сырье высока, системы очистки для обеспечения надлежащего обращения со ртутьсодержащими отходами могут быть недоступны или стоят неприемлемо дорого.³⁰¹

В техническом информационном докладе ЮНЕП отмечается, что имеются крайне ограниченные данные по содержанию ртути в сырой нефти и что в литературе приводятся данные о концентрациях ртути до 30 частей на миллион. Впрочем, в докладе приходят к выводу, что наиболее достоверные данные указывают на концентрацию ртути в сырой нефти в диапазоне от 0,01 до 0,5 частей на миллион. (Для сравнения - в том же докладе концентрация ртути в угле оценивается как 0,01 - 1,5 частей на миллион.) В техническом информационном докладе высказывается предположение, что выбросы ртути, связанные со сжиганием нефтепродуктов на один - два порядка величины ниже чем выбросы ртути при сжигании угля, но такое предположение явно основывается на ограниченных данных. Необходимы дополнительные усилия, чтобы можно было получить более достоверные оценки выбросов ртути в атмосферу и других выбросов ртути на нефтеперерабатывающих предприятиях, равно как и для оценки выбросов ртути предприятиями и транспортными средствами, использующими нефтепродукты в качестве топлива.

Нефтепродукты из сланцев и нефтеносных песков

При нынешних ценах на нефть получение нефтепродуктов из сланцев обходится дорого и сейчас разрабатывают лишь несколько месторождения горючих сланцев с целью извлечения нефтепродуктов. Нефтепродукты из сланцев производят сейчас в Бразилии, Китае, Эстонии, Германии и Израиле.³⁰² Похоже, что нет доступных данных о выбросах ртути, связанных с добычей нефти из сланцев. Тем не менее, переработка сланцев для получения нефтепродуктов может быть источником выбросов ртути в окружающую среду. Существуют значительные запасы горючих сланцев и с ростом цен на нефть их могут все активнее использовать для добычи нефти.

Проведенное в 1983 г. исследование сланцев из формации Грин Ривер показывает, что при добыче нефти из сланцев в окружающую среду могут выделяться большие количества ртути.³⁰³ По оценкам этого исследования, для производства 1 литра готовой нефти необходимо переработать от 8 до 16 килограммов сланца. Ртуть присутствует в сланцах в следовых количествах, типичных для осадочных пород. В процессе переработки сланец нагревают до температуры 500°C и при этом потенциально может высвободиться вся содержащаяся в нем ртуть (благодаря летучести ртути и ее соединений). По

расчетам этого исследования предприятие, которое перерабатывает достаточное количества сланца формации Грин Ривер, чтобы вырабатывать ежедневно 8 миллионов литров нефти, может выбрасывать в атмосферу примерно 8 килограммов ртути в день. Исходя из этого можно предложить, что в глобальном соглашении по контролю ртути следовало бы предусмотреть положения о контроле выбросов ртути при добыче нефти из сланцев, исходя из предположения, что в будущем, возможно, будут перерабатываться более значительные количества горючих сланцев.

Производство нефтепродуктов из нефтеносных песков (их также называют битуминозными песками) также может быть источником ртутного загрязнения. Информации о выбросах ртути из этого источника немного, но в одной недавнем исследовании приводятся доказательства, что деятельность канадских предприятий, занимающихся переработкой нефтеносных песков, привела к выбросу значительного количества ртути в реку Атабаска и в ее бассейн водосбора.³⁰⁴ Следовало бы получить больше данных (и более качественные данные) о выбросах ртути, связанных с переработкой горючих сланцев и нефтеносных песков.

Природный газ

Немного информации доступно и о выбросах ртути при сжигании природного газа. Как уже отмечали ранее в этом буклете, удаление ртути из природного газа при его сжижении - это стандартная технологическая операция, поскольку даже в очень низких концентрациях она может вызывать коррозию технологического оборудования. В то же время, если не считать Европейского Союза, то имеется мало данных о дальнейшей судьбе извлеченной при этом ртути.

Кроме того, в некоторых странах и регионах концентрации ртути в природном газе настолько велики, что производителям приходится ее удалять перед подачей газа в распределительные сети. Насколько можно судить по имеющимся данным, это характерно для некоторых стран Северного моря, Алжира и Хорватии. Если исходить из данных, представленных в докладе ЮНЕП ("Информационная сводка о предложении, спросе и торговле ртутью"), то похоже, что природный газ с аналогичным высоким содержанием ртути могут добывать в некоторых странах Южной Америки, Ближнего и Дальнего Востока, в ЮАР, на Суматре, а возможно также и в других странах. Можно предположить, что если ртуть из такого газа не удаляется перед подачей в распределительные сети, то его сжигание приводит к значительным выбросам ртути в атмосферу. Как и в случае с нефтепродуктами, очевидно, что в этой области имеется потребность в дополнительных данных и в дополнительных усилиях ЮНЕП и других сторон.

9.3 Производство цемента

В "Оценке глобальной атмосферной ртути" ЮНЕП ежегодные выбросы ртути в атмосферу из цементных печей оцениваются в 189 метрических тонн ртути. Эта цифра соответствует примерно 10 процентам всех расчетных глобальных антропогенных выбросов ртути в атмосферу по оценке ЮНЕП.

Большая часть ртути, которая выбрасывается цементными печами, приходится на долю ее естественного содержания в исходных сырьевых материалах, используемых в производстве цемента. К ним относятся источники кальция (этот элемент присутствует в цементе в самой большой концентрации). К источникам кальция для цемента относятся известняк, мел, ракушечник и другие природные минеральные формы карбоната кальция. К другим сырьевым материалам для производства цемента относятся рудные и нерудные минералы, содержащие такие элементы как кремний, алюминий или железо. К ним относятся песок, сланцы, глина и железная руда.³⁰⁵ Все эти виды сырья содержат естественную примесь ртути в том или ином количестве. Все эти минералы перед загрузкой в печь измельчают и смешивают.

На многих цементных предприятиях к этим природным материалам дополнительно добавляют летучую золу из систем газоочистки теплоэлектростанций. Как уже отмечалось ранее, такая летучая зола содержит ртуть, задержанную тканевыми фильтрами или электростатическими осадителями систем очистки отходящих газов угольных теплоэлектростанций. По имеющимся данным, в 2005 г. 39 компаний-операторов цементных заводов в Соединенных Штатах в общей сложности добавили в сырье для производства цемента 2,7 миллиона метрических тонн летучей золы.³⁰⁶

Помимо исходного сырья цементные печи потребляют значительное количество топлива, необходимое для нагрева исходных материалов до высокой температуры. В цементных печах используют такие виды топлива как уголь, нефтяной кокс, мазут, природный газ, свалочный биогаз и факельный газ нефтеперегонных заводов. Помимо основного топлива, в печи также добавляют и другие горючие материалы, включая старые автопокрышки и опасные отходы.³⁰⁷ Такое топливо может содержать значительные количества ртути. В этом отношении особо проблематичным представляется свалочный биогаз, который может содержать ртуть, которая оказалась на свалке с непригодными ртутьсодержащими продуктами. Необходимо собрать больше данных о содержании ртути во всех видах топлива, которые используются в цементных печах, поскольку все они могут оказаться источниками значительных выбросов ртути.

Смесь измельченных исходных материалов, часто с добавлением летучей золы, подается в печь и нагревается до высокой температуры (вплоть до 1450°C). При такой температуре исходные материалы плавятся и реагируют друг с другом с образованием силикатов и других соединений. В полученном в цементной печи материале, который называют клинкером, содержится две трети (или больше) силикатов кальция по весу. Клинкер затем измельчают и получают тонкий порошок, который и является основным компонентом цемента.³⁰⁸

При тех высоких температурах, которые достигаются в цементной печи, ртуть из исходного сырья, топлива и из летучей золы испаряется. Оборудование газоочистки может извлечь некоторую часть ртути из отходящих газов, но большая часть ее все же попадает в атмосферу.

Загрязнители из цементных печей

При работе цементных печей в атмосферу выбрасывается не только ртуть, но также и множество других загрязнителей. Основным загрязнителем является диоксид углерода - парниковый газ, образующийся и при сгорании топлива, и в химических реакциях между компонентами сырья.

К другим загрязнителям в выбросах цементных печей относятся следующие:

- Свинец и его соединения
- Хром и его соединения
- Марганец и его соединения
- Цинк и его соединения
- Никель и его соединения
- Бензол, этилбензол, толуол, ксилол, этиленгликоль и метил-изобутилкетон
- Полициклические ароматические углеводороды
- Диоксины, фураны и ПХБ
- Тетрахлорэтилен и дихлорметан
- Пылевидные частицы
- Окислы азота
- Диоксид серы и серная кислота
- Окись углерода
- Органически связанный углерод
- Газообразные неорганические соединения хлора, такие как хлористый водород
- Газообразные неорганические соединения фтора^{309,310}

В августе 2010 г. Агентство по охране окружающей среды США завершило подготовку новых нормативных документов для контроля выбросов ртути цементными печами на территории США. По заявлениям агентства, когда новые

правила начнут действовать в полном объеме (в 2013 г.) выбросы ртути из американских цементных печей сократятся на 7,5 метрических тонн (16600 фунтов). Это будет соответствовать сокращению на 92 процента по сравнению с их нынешним уровнем.³¹¹

Новые нормативы устанавливают показатели предельно допустимых выбросов ртути для цементных печей. При нормальных условиях эксплуатации для новых цементных печей устанавливается предел в 21 фунт (9,5 кг) выбросов ртути на 1 миллион метрических тонн произведенного клинкера. Для уже действующих печей устанавливается предел в 55 фунтов (25 кг) выбросов ртути на 1 миллион тонн произведенного клинкера. От компаний-операторов будут требовать проведения постоянного мониторинга выбросов ртути, чтобы обеспечить соблюдение требований к предельно допустимым выбросам. Новые правила приведут к смягчению действующих в США ограничений на применение летучей золы в качестве сырья для производства цемента, но только после введения в действие новых ограничений на выбросы ртути и, надо полагать, после обеспечения их соблюдения. Помимо введения ограничений на выбросы ртути, эти правила предусматривают также ограничения для суммарных выбросов углеводородов, твердых частиц, кислотных газов, диоксида серы (SO₂) и окисла азота (NOx).³¹² Непрерывный мониторинг выбросов ртути для цементных печей является также юридически обязательным требованием по меньшей мере в двух других странах - в Германии и в Австрии.³¹³

По расчетам EPA соблюдение новых правил для выбросов цементных печей обойдется отрасли в 926 - 950 млн. долл. США в год, начиная с 2013 г, когда они начнут действовать. Одновременно с этим, расчеты EPA показывают, что положительный эффект для здоровья человека и для окружающей среды, связанный с введением в действие этих правил, будет составлять 6,7 - 18 млрд. долл. США в год.³¹⁴

В связи с новыми правилами EPA для цементных печей можно сделать три вывода:

1. Существенное сокращение выбросов ртути цементными печами технически осуществимо.
2. Сокращение выбросов ртути цементными печами связано со значительными затратами.
3. Положительный эффект для здоровья человека и для окружающей среды, который можно получить за счет существенного сокращения выбросов ртути цементными печами, оценивается в денежном выражении величиной, которая в 7 - 20 раз превышает затраты на сокращения этих выбросов.

Глобальное соглашение по контролю ртути может и должно поддерживать и требовать существенного снижения выбросов ртути цементными печами, включая требования к проведению непрерывного мониторинга и к последовательному внедрению все более жестких показателей предельно допустимых выбросов ртути. В то же время, чтобы такие положения были приемлемыми, может потребоваться их тесная увязка с доступностью адекватной технической и финансовой помощи для развивающихся стран и стран с переходной экономикой.

9.4 Добыча и переработка металлических руд

Ртуть и ее соединения часто присутствуют (и иногда в относительно высоких концентрациях) в рудах, из которых производят другие металлы. По расчетным оценкам ЮНЕП для выбросов ртути, на долю промышленной добычи золота (без учета артельной и малотоннажной добычи) приходится от 5 до 6 процентов глобальных выбросов ртути, связанных с деятельностью человека, а на добычу и выплавку других металлов (кроме золота) - примерно 10 процентов глобальных выбросов. В соответствии с данными доклада ЮНЕП, ртуть не используется преднамеренно при добыче и выплавке других металлов (помимо золота), а ее применение в промышленной добыче золота скорее является исключением, а не правилом. Таким образом, преднамеренное применение ртути вносит лишь небольшой вклад в выбросы ртути, связанные с промышленной добычей и переработкой металлических руд.³¹⁵ Из этого следует, что источником примерно 15 процентов всех антропогенных выбросов ртути являются непреднамеренное выделение ртути, связанное с промышленной добычей руд и металлургией.

В докладе ЮНЕП по глобальной оценке ртути в атмосфере отмечается, что одним из механизмов, способствующих выделению ртути при горных работах, является выветривание свежевскрытых горных пород, содержащих ртуть. Но в этом же докладе высказывается предположение, что основным источником выбросов ртути при промышленной добыче и переработке руд является процесс переработки руд с высоким содержанием ртути, особенно если используют высокотемпературный обжиг или термическую обработку руды. В докладе также отмечается, что оборудование газоочистки на металлургических предприятиях может позволить сократить выбросы ртути таким же образом, как и в случае угольных теплоэлектростанций.³¹⁶

Серебро, золото, медь, свинец, цинк и ртуть обычно встречаются в одних и тех же или в аналогичных геологических формациях и обычно в смешанном виде.³¹⁷ Содержание ртути в рудах колеблется в крайне широких пределах. По данным одного источника в ЕРА, в американских золотоносных рудах содержание ртути обычно составляет от 0,1 до 1000 частей на миллион, в цинковых рудах - от 0,1 до 10, а в медных - от 0,01 до 1 части на миллион.³¹⁸ В одном недавнем исследовании

определили, что китайские предприятия по производству первичного цинка за период с 2002 по 2006 г. выбросили в атмосферу от 81 до 104 метрических тонн ртути.³¹⁹ В другом недавнем исследовании установили, что современные промышленные предприятия, оборудованные такими системами газоочистки как установки для удаления кислотных газов и регенерационные башни для отделения ртути, могут обеспечить существенное сокращение выбросов ртути при производстве цинка в Китае.³²⁰

Железная руда обычно содержит меньше ртути по сравнению с рудами других металлов. В американском штате Миннесота, где добывают и перерабатывают железную руду, при определении содержания ртути обнаружили минимальную концентрацию в 0,001 и максимальную в 0,9 частей на миллион, хотя похоже, что в большинстве проанализированных образцов содержание ртути в руде не превышало 0,32 части на миллион. Перед отправкой на металлургические предприятия окатыши железной руды нагревают для удаления примесей. Расчетные выбросы ртути для произведенной в Миннесоте железной руды оценивают в 300 - 350 кг в год.³²¹

Впрочем, основным источником выбросов ртути в производстве чугуна и стали является не руда, а металлургический кокс. Кокс производят из угля и производители железа используют его для восстановления присутствующей в руде окиси железа в металлическое. Похоже, что большая часть выбросов ртути в производстве чугуна и стали обусловлена содержанием ртути в угле и ртуть выделяется в процессе производства кокса и при его последующем использовании. С другой стороны, в производстве вторичной стали не используют ни руды, ни кокса. Сталь выплавляют из металлического лома, такого, например, как старые автомобили и другая непригодная техника. Тем не менее, с производством вторичной стали связаны значительные выбросы ртути, обусловленные главным образом ртутными переключателями или другими электроприборами, которые часто присутствуют в железном ломе.

Добыча металлических руд - источник огромных выбросов ртути

В "Оценке глобальной атмосферной ртути" ЮНЕП отмечается, что большая часть глобальных выбросов ртути, связанных с добычей и переработкой металлических руд, приходится на долю плавильных печей и других высокотемпературных металлургических процессов, а не собственно добычи рудного сырья. Но похоже, что выбросы ртути в атмосферу, а также другие виды ртутного загрязнения, непосредственно связанные с добычей руды оказались недооцененными.

Такой вывод можно сделать на основе анализа данных за 2008 г., приведенных в "Реестре токсичных выбросов США" (TRI),³²² который охватывает все данные о выбросах и удалении ртути и ее соединений для 46 *горнодобывающих* предприятий и для 143 металлургических и других предприятий по *производству первичных металлов*.

Данные по *добыче металлических руд* поступают от всех американских предприятий, которые занимаются главным образом подготовкой месторождений к добыче или добычей металлосодержащего минерального сырья, а также от предприятий, которые занимаются преимущественно обогащением и кондиционированием руд (т.е. подготовкой), что включает такие операции как измельчение, промывку, обезвоживание, спекание, прокаливание и выщелачивание рудного сырья.

Данные по *производству первичных металлов* поступают от всех американских предприятий, которые выплавляют и/или рафинируют черные и цветные металлы из рудного сырья, из чугуна или из металлического лома с применением электрометаллургических и других металлургических технологий.³²³

Если рассмотреть заявленные выбросы ртути и ее соединений для предприятий двух указанных категорий (включая сумму *выбросов в атмосферу из точечных источников* и *выбросов в атмосферу из неконтролируемых источников*), то металлургические предприятия несколько опережают по выбросам горнодобывающие. Заявленные выбросы ртути в атмосферу в 2008 г. для металлургических предприятий США составляли 3,86 метрических тонн (8515 фунтов); тогда как выбросы американских горнодобывающих предприятий составляли в 2008 г. 2,13 метрических тонны (4701 фунт).

Но если сравнить все данные об удалении и передаче отходов, которые содержат ртуть и ее соединения для предприятий этих двух категорий, то картина изменится. В 2008 г. общие заявленные выбросы и передача ртути всех металлургических предприятий США составляли 10,06 метрических тонн (22174 фунтов). С другой стороны, общие заявленные выбросы и передача ртути горнодобывающими

предприятиями США, которые добывают металлические руды, составляли в 2008 г. 2486,24 метрических тонн (5481215 фунтов). Другими словами, *общие объемы выбросов и передачи ртути горнодобывающими предприятиями США почти в 250 раз выше аналогичных показателей всех американских металлургических предприятий.*

Это вовсе не означает, что металлургические предприятия не являются значительным источником ртутного загрязнения. Это лишь означает, что добыча металлических руд является крупным и довольно часто игнорируемым источником выброса ртути в окружающую среду.

Из тех почти 2500 метрических тонн ртути и ее соединений, которые были выброшены в окружающую среду горнодобывающими предприятиями США, практически вся ртуть осталась на территории самих предприятий (сброс в землю). Никакой ртути (0 фунтов) не поступило на сертифицированные свалки токсичных отходов и примерно 10 процентов поступило на свалки, не сертифицированные для приема токсичных отходов. Большая же часть, примерно 90 процентов ртути и ее соединений (заявленное количество в 2205,22 метрических тонн или 4861684 фунтов) просто была сброшена в виде отходов. (Технически такая категория удаления отходов определяется как "сброс на землю на промплощадке, помимо сброса на свалки, включая размещение в отвалах, разливы или утечки.")³²⁴

Если учесть, что объем добычи металлических руд в Соединенных Штатах (где можно легко получить надежные данные) является лишь незначительной частью от общего глобального объема добычи и что в одних лишь США количество ртути и ее соединений, сброшенных в отвалы на промплощадках горнодобывающих предприятий в течение одного лишь 2008 г. составляет более 2200 метрических тонн, то можно заключить, что общемировые объемы ртути во всех отвалах действующих и уже закрытых горнодобывающих предприятий должны быть просто колоссальными. Эти отходы в отвалах постоянно подвергаются воздействию выветривания и других природных процессов, которые несомненно приводят к высоким, но незарегистрированным выбросам в атмосферу, сбросам и иному выделению ртути из отвалов горнодобывающих предприятий.

В глобальном соглашении по контролю ртути необходимо будет учесть выбросы ртути в атмосферу и в другие компоненты окружающей среды, связанные с работой горнодобывающих и металлургических предприятий черной и цветной металлургии.

Примечания

- ²⁷⁷ "Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP (см. ссылку выше).
- ²⁷⁸ "Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP (см. ссылку выше).
- ²⁷⁹ "Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP (см. ссылку выше).
- ²⁸⁰ "Coal and Climate Change Facts," Pew Center on Global Climate Change, <http://www.pewclimate.org/global-warming-basics/coalfacts.cfm>.
- ²⁸¹ S. X. Wang et al., "Mercury Emission and Speciation of Coal-Fired Power Plants in China," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys.net/10/1183/2010/acp-10-1183-2010.pdf>.
- ²⁸² Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants," U.S. Department of Energy, National Energy Technology Laboratory, 2006, http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/coal_utilization_byproducts/pdf/mercury_%20FGD%20white%20paper%20Final.pdf.
- ²⁸³ S. X. Wang et al., "Mercury Emission and Speciation of Coal-Fired Power Plants in China" (см. ссылку выше).
- ²⁸⁴ К сожалению, повышение содержания хлора в дымовых газах может сопровождаться и негативными последствиями - при этом усиливается непреднамеренное образование и выбросы диоксинов, фуранов и других стойких органических загрязнителей (СОЗ), которые также относятся к опасным глобальным загрязнителям. Стокгольмская конвенция по СОЗ направлена на минимизацию и устранение (в возможных случаях) образования и выбросов этих СОЗ.
- ²⁸⁴ James Kilgroe et al., "Fundamental Science and Engineering of Mercury Control in Coal-Fired Power Plants," U.S. EPA, 2003, http://www.reaction-eng.com/downloads/Senior_AQIV.pdf.
- ²⁸⁵ Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants" (см. ссылку выше).
- ²⁸⁶ James Kilgroe et al., "Fundamental Science and Engineering of Mercury Control in Coal-Fired Power Plants" (см. ссылку выше).
- ²⁸⁷ Coal Ash Facts, <http://www.coalashfacts.org/>.
- ²⁸⁸ Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants" (см. ссылку выше).
- ²⁸⁹ "Soaring Use of Coal Waste in Homes Risks Consumer Headache," Public Employees for Environmental Responsibility (PEER), 2010, http://www.peer.org/news/news_id.php?row_id=1327.
- ²⁹⁰ "Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP (см. ссылку выше).
- ²⁹¹ Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants" (см. ссылку выше).
- ²⁹² Jessica Sanderson, "Fate of Mercury in Synthetic Gypsum Used for Wallboard Production," USG Corporation, 2008, http://www.netl.doe.gov/technologies/coalpower/ewr/coal_utilization_byproducts/pdf/42080FinalRpt20080624.pdf.
- ²⁹³ "Drywall Sampling Analysis," U.S. EPA, 2009, linked to <http://www.pharosproject.net/index/blog/mode/detail/record/40>.
- ²⁹⁴ Scott S. Shock et al., "Evaluation of Potential for Mercury Volatilization from Natural and FGD Gypsum Products Using Flux-Chamber Tests," *Environmental Science & Technology*, March 2009, <http://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/es802872n.afn3>.
- ²⁹⁵ "Cementing a Toxic Legacy?" Earthjustice Environmental Integrity Project, 2008, http://www.earthjustice.org/sites/default/files/library/reports/ej_eip_kilns_web.pdf.
- ²⁹⁶ Emily M. White, Gerald J. Keeler, and Matthew S. Landis, "Spatial Variability of Mercury Wet Deposition in Eastern Ohio: Summertime Meteorological Case Study Analysis of Local Source Influences," *Environmental Science & Technology* 43, no. 13, 2009, p. 4,946-53, doi:10.1021/es803214h, <http://dx.doi.org/10.1021/es803214h>.
- ²⁹⁷ B. Tooleoneil et al., "Mercury Concentration in Coal—Unraveling the Puzzle," *Fuel* 78, no. 1, 1999, p. 47-54, doi:10.1016/S0016-2361(98)00112-4, [http://dx.doi.org/10.1016/S0016-2361\(98\)00112-4](http://dx.doi.org/10.1016/S0016-2361(98)00112-4).
- ²⁹⁸ James Kilgroe et al., "Fundamental Science and Engineering of Mercury Control in Coal-Fired Power Plants" (см. ссылку выше).
- ²⁹⁹ Charles E. Miller et al., "Mercury Capture and Fate Using Wet FGD at Coal-Fired Power Plants" (см. ссылку выше).
- ³⁰⁰ "Technical Background Report to the Global Atmospheric Mercury Assessment," AMAP and UNEP (см. ссылку выше).
- ³⁰¹ "Generation and Disposal of Petroleum Processing Waste That Contains Mercury," Mercury Technology Services, <http://hgtech.com/Publications/waste.html>.
- ³⁰² 2007 "Survey of Energy Resources," World Energy Council, http://www.worldenergy.org/documents/ser2007_final_online_version_1.pdf.
- ³⁰³ "Mercury Emissions from a Modified In-Situ Oil Shale Retort," Alfred T. Hodgson, et al, *Atmospheric Environment*, 1984
- ³⁰⁴ "Oil sands development contributes elements toxic at low concentrations to the Athabasca River and its tributaries." Erin N. Kelly and David W. Schindler, et al. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, July 2010, <http://www.pnas.org/content/107/37/16178.full?sid=800be74f-98bb-4117-a945-bb9c79336b0>
- ³⁰⁵ "Locating and Estimating Air Emissions from Sources of Mercury and Mercury Compounds," Portland Cement Manufacturing, U.S. EPA, 1997, <http://www.epa.gov/ttnchie1/le/mercury.pdf>.
- ³⁰⁶ "Cementing a Toxic Legacy?" Earthjustice Environmental Integrity Project (см. ссылку выше).
- ³⁰⁷ Статья в Википедии о цементных печах, http://en.wikipedia.org/wiki/Cement_kiln.
- ³⁰⁸ Ibid.
- ³⁰⁹ Ibid.
- ³¹⁰ "Taking Stock: 2003 North American Pollutant Releases and Transfers," Commission for

Environmental Cooperation, July 2006, http://www.cec.org/Storage/60/5254_TS03_Overview_en.pdf.

³¹¹ "EPA Sets First National Limits to Reduce Mercury and Other Toxic Emissions from Cement Plants," U.S. EPA press release, August 9, 2010, <http://yosemite.epa.gov/opa/admpress.nsf/e77fdd4f5afd88a3852576b3005a604f/ef62ba1c3c8079b8525777a005af9a5!OpenDocument>.

³¹² "National Emission Standards for Hazardous Air Pollutants from the Portland Cement Manufacturing Industry and Standards of Performance for Portland Cement Plants, U.S. EPA Final Rule, August 2010, http://www.epa.gov/ttn/oarpg/t1/fr_notices/portland_cement_fr_080910.pdf.

³¹³ "Reference Document on Best Available Techniques in the Cement, Lime and Magnesium Oxide Manufacturing Industries," European Commission, May 2010, ftp://ftp.jrc.es/pub/ei/pcb/doc/clm_bref_0510.pdf.

³¹⁴ "EPA Sets First National Limits to Reduce Mercury and Other Toxic Emissions from Cement Plants," U.S. EPA press release (см. ссылку выше).

³¹⁵ "Global Atmospheric Mercury Assessment," UNEP (см. ссылку выше).

³¹⁶ Ibid.

³¹⁷ W. Charles Kerfoot et al., "Local, Regional, and Global Implications of Elemental Mercury in Metal (Copper, Silver, Gold, and Zinc) Ores," *Journal of Great Lakes Research*, 2004,

http://www.bio.mtu.edu/faculty/kerfoot/jglr_hq_30_sup1_162-184.pdf.

³¹⁸ Alexis Cain, "Mercury Releases from Industrial Ore Processing," U.S. EPA, December 6, 2005,

<http://www.epa.gov/bns/reports/stakesdec2005/mercury/Cain2.pdf>.

³¹⁹ Guanghui Li et al., "Mercury Emission to Atmosphere from Primary Zn Production in China," *Science of the Total Environment*, September 2010, http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6V78-50KVG3K-3&_user=10&_coverDate=09%2F15%2F2010&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=685c0374da431ad9c9b8ebf3ac7f6710.

³²⁰ S.X. Wang et al., "Estimating Mercury Emissions from a Zinc Smelter in Relation to China's Mercury Control Policies," *Environmental Pollution*, July 2010, http://www.sciencedirect.com/science?_ob=ArticleURL&_udi=B6VB5-50SSKM6-1&_user=10&_coverDate=08%2F15%2F2010&_rdoc=1&_fmt=high&_orig=search&_sort=d&_docanchor=&view=c&_acct=C000050221&_version=1&_urlVersion=0&_userid=10&md5=8622d6c12c9ef4a5b7ddc9995d345e9f.

³²¹ Michael E. Berndt, "Mercury and Mining in Minnesota," Minnesota Department of Natural Resources, 2003, http://files.dnr.state.mn.us/lands_minerals/mercuryandmining.pdf.

³²² См. <http://www.epa.gov/triexplorer/>.

³²³ Данные для кодов 2122 и 331 Североамериканской системы промышленной классификации (NAICS), Бюро переписей США. См. определения 200 кодов NAICS на сайте <http://www.census.gov/eos/www/naics/>.

³²⁴ См. определение "инога удаления на территории предприятия" на сайте http://yosemite1.epa.gov/oiaa/explorers_fe.nsf/Doc1/Other-Disposal?OpenDocument.

10. Ртутные отходы и загрязненные участки

При преднамеренном использовании ртути или ее соединений в каком-либо процессе или в продукте всегда образуются ртутные отходы. Сжигание ископаемого топлива, многие работы по добыче рудного сырья и высокотемпературная переработка ртутьсодержащих руд и минералов также сопровождаются образованием ртутных отходов. Во многих местах ртутные отходы прямо сбрасываются на землю или в водоемы и попадают в грунтовые воды, что приводит к образованию загрязненных участков.

10.1 Отходы продуктов

Большая часть ртути из ртутьсодержащих продуктов в конце срока службы попадает в окружающую среду. При сжигании таких продуктов ртуть выделяется с отходящими газами мусоросжигательной установки. Часть ртути могут уловить системы газоочистки, но остальная ртуть все равно попадает в атмосферу. Задержанная ОГ ртуть также иногда впоследствии выделяется в окружающую среду.

Если ртутьсодержащий продукт попадает на необорудованную или оборудованную свалку, то большая часть содержащейся в нем ртути окажется во внешней окружающей среде. Одним из значимых маршрутов для такой утечки ртути являются пожары на свалках. С другой стороны, даже в отсутствие пожаров некоторая часть присутствующей ртути может испариться и окажется в атмосфере. Водорастворимые соединения ртути на свалках могут выщелачиваться и попадают в водные системы. И элементарная ртуть, и ее соединения могут связываться почвой и могут выноситься за пределы свалки при наводнениях и в других ситуациях.

В докладе "Ртуть на подъеме: Сокращение глобальных выбросов от сжигания ртутьсодержащих продуктов", который был подготовлен в рамках проекта по политике в области ртути для Глобального альянса за альтернативы сжиганию отходов (GAIA) и других сетей НПО, приводится следующая оценка: в 2005 г. в глобальную окружающую среду было выброшено от 100 до 200 метрических тонн ртути в результате сжигания медицинских отходов, сжигания ртутьсодержащих продуктов, сжигания шламов городских станций очистки стоков (вклад

ртутьсодержащих продуктов), пожаров на свалках и сжигания на открытом воздухе отходов, включающих ртутьсодержащие продукты.³²⁵

Выделение ртути из ртутьсодержащих продуктов на свалках происходит и даже в отсутствие пожаров. Она выделяется из этих продуктов при транспортировке, с поверхности рабочей зоны свалки, при обработке и в качестве загрязнителя свалочного газа. Свалочный газ, состоящий в основном из метана и углекислого газа, могут сжигать, использовать в качестве источника энергии или же просто стравливать в атмосферу.³²⁶

В одном исследовании в 20 из 200 контейнеров для перевозки мусора были обнаружены концентрации ртути, которые более чем в 10 раз превышали фоновый уровень. Концентрации ртути в этих контейнерах составляли примерно 500 наногرامмов (нг) на кубометр. В другом исследовании для нескольких свалок измеряли концентрации ртути в воздухе с подветренной и с наветренной стороны от рабочей зоны - результаты показывают, что концентрации ртути с подветренной стороны существенно выше (часто в 30 - 40 раз). Некоторые измерения показывали концентрацию ртути в воздухе с подветренной стороны до 100 нг на кубометр. Исследователи определяли также содержание ртути в свалочном газе - оно составляло от нескольких сотен до нескольких тысяч нг на кубический метр.³²⁷

При проведении исследования на одной из свалок в Китае определяли общую газообразную ртуть (ОГР) в свалочном газе, а также общие концентрации монометилртути и диметилртути. Уровень ОГР в свалочном газе составлял примерно 665 нг на кубический метр, а общая концентрация монометилртути и диметилртути составляла около 11 нг на кубометр. В докладе отмечается также, что происходит непосредственное выделение ртути из грунта на свалке, но измерений такого выделения не проводилось.³²⁸ В другом китайском исследовании обнаружили высокие концентрации ОГР в свалочном газе (до 1400 нг на кубический метр) и рассчитали, что выбросы ртути со свалочным газом на изучаемых свалках достигают 3300 г в год.³²⁹ Очевидно, что необходима дополнительная работа по измерению выбросов и выделения ртути на оборудованных и крупных необорудованных свалках.

До оценок доклада ЮНЕП ("Краткая информационная сводка о предложении, торговле и спросе на ртуть"), в 2005 г. применение ртути в продуктах распределялось следующим образом:³³⁰

Спрос на ртуть для применения в продуктах в 2005 г. (в метрических тоннах)

Продукты	Низкая оценка	Высокая оценка
Химические источники тока	300	600
Применение в стоматологии	240	300
Контрольно-измерительные приборы	150	350
Осветительные приборы	100	150
Электротехническое и электронное оборудование	150	350
Другие	30	60
Всего	970	1810

После 2005 г. применение ртути в химических источниках тока сократилось, а применение в осветительных приборах выросло. Тем не менее, количество ртути, которое ежегодно добавляют новые продукты, скорее всего остается на уровне выше 1000 метрических тонн в год.

Любые ртутьсодержащие продукты обладают ограниченным сроком службы, после чего их либо удаляют как отходы или же - в качестве альтернативы - некоторая часть или все продукты могут утилизироваться для вторичного применения или для рекуперации ценных компонентов. К сожалению, при утилизации электронных отходов ртутьсодержащие устройства разрушают и/или нагревают, что приводит к выделению ртутных паров в воздух производственных помещений и в атмосферу. Похоже, что только лишь небольшая часть отходов непригодных ртутьсодержащих продуктов перерабатывается должным образом - т.е. с улавливанием содержащейся в них ртути и с предотвращением ее последующего выделения в окружающую среду.

Долгосрочное решение проблемы ртутных отходов и загрязненных ртутью участков - это полный или постепенный отказ, или же сведение к минимуму ртутьсодержащих продуктов и процессов с применением ртути, а также установление жестких ограничений и мер контроля для непреднамеренных антропогенных источников ртути. В переходный же период необходимо обеспечить улучшение обращения со ртутьсодержащими отходами. Для предприятий, производящих или продающих ртутьсодержащие продукты, следует установить законодательные требования, предписывающие принимать такие использованные продукты обратно и обеспечивать их надлежащую утилизацию с минимальными выбросами ртути в окружающую среду. В частности, следует предпринять меры, чтобы обеспечить, что непригодные ртутьсодержащие продукты не отправляются на мусоросжигательные установки и не сжигаются на открытом воздухе, не отправляются на свалки, где возможны пожары и не

отправляются на предприятия по утилизации электронного оборудования, не обеспечивающие должного обращения с содержащейся в них ртутью.

10.2 Отходы и побочные продукты процессов с применением ртути

Информация по отходами и побочным продуктам процессов с применением ртути уже была представлена ранее в разделах этого буклета, посвященным предложению ртути, малотоннажной добыче золота, производству хлора и щелочи с применением ртутных электролизеров, угольных теплоэлектростанций, производству цемента, промышленной добыче и переработке металлических руд и т.д.

На некоторых промышленных предприятиях по производству и аффинажу цинка и золота из побочных технологических продуктов выделяют элементарную ртуть коммерческого качества. Такую же ртуть иногда выделяют из отходов предприятий по производству хлора и щелочи, из отработанных катализаторов производства винилхлорида и (в некоторых случаях) даже индивидуальные золотодобытчики и торговцы золотом. Такая восстановленная ртуть коммерческого качества впоследствии используется в производстве, поступает на рынок или же изымается с рынка и помещается на долговременное хранение.

Но в большинстве случаев, в промышленных и других процессах с применением ртути, равно как и в процессах сопровождающихся непреднамеренным образованием ртутных отходов, ртуть все же не извлекают в виде металла коммерческого качества и обычно не предпринимают адекватных усилий, чтобы предотвратить попадание ртутных отходов в окружающую среду.

10.3 Ртуть в почвах и в воде

Если почвы или вода уже загрязнены ртутью, то все доступные варианты для их очистки и восстановления обходятся крайне дорого и далеко не всегда дают достаточно удовлетворительные результаты. В некоторых случаях методы для очистки загрязненных почв и воды попросту приводят к переносу ртути в другие компоненты окружающей среды. Некоторые технологии, например, основываются на интенсификации испарения ртути из почвы/воды в воздух. В 2007 г. Агентство по охране окружающей среды США выпустило доклад "Технологии очистки почв, отходов и воды от ртути", в котором приводится описание некоторых доступных вариантов.³³¹

В это докладе *почва* определяется как грунт (смесь песка, глины, ила и органики), мелкие обломки породы, шламы, осадки и другие твердые компоненты окружающей среды. *Отходы* включают опасные и неопасные твердые отходы промышленного происхождения. Термин *вода* в докладе охватывает грунтовые воды, питьевую воду, опасные и неопасные промышленные стоки, поверхностные воды, шахтные воды и инфильтраты. Ниже приводится краткая сводка доступных в США технологий очистки:

Технологии очистки почвы и отходов

Технология	Описание
Отверждение/стабилизация	Физические связывает или изолирует загрязнители в стабилизированной массе и химически снижает потенциальную опасность отходов путем превращения загрязнителей в менее растворимые, менее подвижные или менее токсичные формы.
Промывание почвы /вымывание кислотой	Используется принцип, что некоторые загрязнители преимущественно адсорбируются на мелких частицах почвы. Почву суспендируют в промывном растворе и удаляют с ним фракцию мелких частиц, снижая таким образом концентрацию загрязнителей в остальной почве. При кислотном вымывании используют вымывающие реагента, такие как соляная или серная кислоты.
Термическая десорбция/возгонка	Применение нагревания и пониженного давления для испарения ртути в замкнутой среде с последующей конденсацией паров ртути в жидкую элементарную ртуть. Отходящие газы могут потребовать дополнительной очистки, например, при помощи угольных адсорберов.
Витрификация (остеклование)	Высокотемпературная обработка, позволяющая сократить мобильность металлов путем их включения в состав химически стойкой, устойчивой к выщелачиванию стекловидной массы. Этот процесс может также вызывать испарение загрязнителей, сокращая таким образом их концентрацию в почве и отходах.

В докладе отмечается, что процесс отверждения/стабилизации - это наиболее часто используемая в США технология для обработки загрязненных ртутью почв и отходов. Это коммерчески доступная технология и ее применяют для обеспечения соблюдения требований органов регулирования к уровню очистки. Другие приведенные в докладе технологии для очистки почв и отходов используют реже - их обычно применяют только для отдельных конкретных прикладных целей или типов почвы.

Авторы доклада не приводят информации о долгосрочной стабильности загрязненных ртутью почв и отходов, обработанных с применением технологии отверждения/стабилизации, они отметили, что для этого у них нет необходимых данных.

Очевидно, что необходимо больше информации, причем не только по стабильности ртутьсодержащих отходов, обработанных с применением технологии отверждения/стабилизации, но и более общей информации о долгосрочной судьбе ртути в остатках, связанных со всеми технологиями очистки ртутьсодержащих отходов. Сохраняются опасения, что со временем ртуть из этих остатков может выделяться. Сохраняются также и опасения, что ртуть из этих остатков может выделяться в окружающую среду иными путями.

Технологии для очистки воды

Технология	Описание
Осаждение/соосаждение	Применяются химические добавки, чтобы (а) превратить растворенные загрязнители в нерастворимые твердые вещества, или (б) образовать нерастворимые твердые вещества, на которых адсорбируются растворенные загрязнители. Нерастворимые твердые вещества затем отделяются от жидкой фазы фильтрованием или отстаиванием.
Адсорбция	Растворенные вещества концентрируются на поверхности сорбента, что приводит к снижению их концентрации в жидкой фазе. Адсорбент обычно помещают в колонну. Адсорбция загрязнителей происходит при пропускании загрязненной воды через такую колонну.
Мембранная фильтрация	Загрязнители отделяются при пропускании воды через полупроницаемый барьер или мембрану. Мембрана обычно одни компоненты пропускает, а другие задерживает.
Биологическая очистка	Используются микроорганизмы, которые либо непосредственно воздействуют на загрязнители, или же создают такие условия, при которых загрязнитель выщелачивается из почвы или осаждается/соосаждается из воды.

Из всех рассмотренных выше технологий очистки загрязненной ртутью воды в США чаще всего применяют осаждение/соосаждение. Для обеспечения более полного выделения ртути часто корректируют кислотность (pH) раствора или изменяют степень окисления ртути ($Hg^{2+} \leftrightarrow Hg^0$). По сравнению с другими перечисленными технологиями очистки воды, эффективность технологии

осаждения/соосаждения в наименьшей степени зависит от свойств среды или загрязнителей.

Адсорбцию обычно используют, когда ртуть является единственным удаляемым загрязнителем, для относительно менее крупных систем и в качестве технологии тонкой очистки на выходе из более мощных систем очистки. Мембранная фильтрация используется реже всего, поскольку ее применение сопровождается образованием более значительных объемов стоков, чем для других технологий удаления ртути. Что же касается биологической очистки, то ее применение, похоже, ограничивается пилотными исследованиями.

10.4 Долгосрочное хранение элементарной ртути

В разделе буклета, посвященного предложению ртути, уже отмечалось, что в Европейском Союзе и в Соединенных Штатах уже приняли законы или подзаконные акты, запрещающие экспорт элементарной ртути. В некоторых случаях для этого потребуется долгосрочное обращение со ртутью и ее хранение; а в других случаях потребуется ее удаление безопасным для здоровья человека и для окружающей среды способом. В соответствии с законодательством ЕС, к отходам относят всю ртуть, рекуперированную на предприятиях по производству хлора и щелочи с применением ртутных электролизеров, извлеченную при производстве цветных металлов и при очистке природного газа. Это означает, что элементарная ртуть товарного качества, полученная в странах ЕС из этих источников, не может продаваться или применяться и ее необходимо удалить.

В Соединенных Штатах запрет на экспорт означает, что весь объем предложения элементарной ртути товарного качества сверх соответствующего спроса, необходимо выводить на хранение. Нынешние источники предложения ртути в Соединенных Штатах включают ртуть, рекуперированную при репрофилировании или закрытии предприятий по производству хлора и щелочи, извлеченную из побочных продуктов при добыче золота или при производстве/рафинировании определенных цветных металлов, извлеченную в рамках программ сбора ртутьсодержащих продуктов и вторичную ртуть из других источников.

По данным оценочного доклада ЮНЕП, в странах Латинской Америки и Карибского региона, растущее выделение ртути из побочных продуктов при добыче полезных ископаемых и расширение применения альтернатив для замены ртути приведет к тому, что в регионе появится избыточное предложение ртути. Правительства стран региона осознают, что необходимо обеспечить должное обращение с такой избыточной ртутью и выводить ее на хранение, чтобы предотвратить ее выход на мировой рынок. Эти правительства в качестве

приоритета рассматривают вариант поиска экологически безопасных решений для хранения ртути.³³²

Хотя, как представляется, в других регионах (например, в Азии) в настоящее время не наблюдается избыточного предложения ртути по сравнению со спросом, можно предположить, что ситуация изменится после принятия и ввода в действие нового глобального соглашения по контролю ртути. В связи с этим, предполагается, что во всех регионах потребуются ввести в действие программы для изъятия избыточной ртути с рынков, чтобы предотвратить доступность дешевой ртути для неприемлемого применения, особенно в секторах, где обеспечить соблюдение законодательных ограничений на применение ртути может оказаться сложным, например в малотоннажной добыче золота.³³³

Для некоторых стран, таких как Соединенные Штаты, предпочтительным методом хранения ртути будет применение контролируемых наземных хранилищ. У американских военных, например, имеется большой склад, в котором ртуть хранится в баллонах на 76 фунтов. В свою очередь, эти баллоны упакованы в герметичные барабаны емкостью 30 галлонов. В каждом барабане находится по шесть баллонов со ртутью и барабаны размещаются на поддонах (5 барабанов на поддон) и устанавливаются в помещении с непроницаемым полом. Каждый баллон со ртутью упакован в несколько пластиковых мешков, между отдельными баллонами проложены разделительные прокладки и под ними проложен слой адсорбента, который выполняет также и амортизирующую роль. Барабаны помещаются на поддоны-сборники, которые, в свою очередь, помещают на складские деревянные поддоны. Поддоны не штабелируются, чтобы облегчить проверку и контроль загрязнения воздуха.³³⁴ Как представляется, это вполне адекватное решение для предотвращения утечки ртути со склада при условии должного обслуживания и мониторинга; при условии, что склад не подвергнется воздействию стихийного бедствия, такого как землетрясение, наводнение или ураган; и при условии, что склад не окажется в зоне военных действий. Другие используемые в США варианты для хранения ртути включают хранение в сосудах на 1 метрическую тонну и в пластиковых бутылках.

В Европейском Союзе законодательство предусматривает постоянное или временное хранение элементарной ртути в соляных шахтах, оборудованных для хранения металлической ртути или на большой глубине в твердых горных породах, если они обеспечивают такой же уровень безопасности и удобства работы как соляные шахты. Разрешается также временное хранение ртути в течение более одного года в наземных хранилищах, предназначенных и оборудованных для временного хранения металлической ртути.³³⁵

Что касается хранения ртути в соляных шахтах, то законодательство ЕС предусматривает, что окружающая отходы порода должна служить вмещающей породой для герметизации отходов. Участок хранения должен располагаться между двумя непроницаемыми пластами, чтобы предотвратить поступление подземных вод и утечку газов и жидкостей. В процессе работы скважины и шахтные стволы должны изолироваться, а после завершения работ - герметически закрываться. Если на шахте продолжается добыча, то участок размещения отходов должен отсекается гидравлически непроницаемой перемычкой. В процессе работы необходимо обеспечить стабильность вмещающей породы, а целостность геологического барьера должна быть гарантирована на неопределенный период времени.³³⁶

Законодательство ЕС также разрешает хранение ртути в геологических формациях твердых пород. Их определяют как участки подземного хранения на глубине в несколько сот метров, в толще твердых горных пород, к которым относятся различные вулканические породы, такие как гранит или гнейс, а также осадочные породы, такие как известняк и песчаник. Временное или постоянное хранение ртути в таких хранилищах разрешается только при условии, они обеспечивают такой же уровень безопасности и удобства работы как соляные шахты. Предусматриваются также и другие условия. Хранилище должно быть оборудовано для приема металлической ртути. Оно должно обеспечивать защиту от проникновения ртути в подземные воды и от утечки паров ртути. Хранилище должно быть непроницаемым для газов и жидкостей. Это должна быть пассивная конструкция, не требующая технического обслуживания. Следует также предусмотреть возможность извлечения отходов и осуществления мер коррекции в будущем. Хранилище должно сохранять стабильность в течение длительного времени, до нескольких тысяч лет. Кроме того, оно должно располагаться ниже слоя подземных вод, чтобы предотвратить прямое проникновение загрязнителей в подземные воды.³³⁷

Другие страны и регионы также рассматривают свои возможности для долгосрочного хранения элементарной ртути.

По данным проекта краткого доклада, подготовленного ЮНЕП и представленного в апреле 2010 г. на региональной встрече стран Латинской Америки и Карибского региона,³³⁸ некоторые требования к наземным специализированным оборудованным хранилищам включают:

- Место размещение объекта не должно быть сейсмоопасным, не должно быть угрозы ураганов и наводнений.
- Следует рассмотреть больше одного участка для размещения.

- Предпочтительными будут сухие участки.
- Объект должен располагаться на удалении от каких-либо бассейнов водосбора или густонаселенных территорий.
- Контейнеры со ртутью должны быть защищены от воздействия грунтовых вод.
- Должны предотвращаться выбросы паров в процессе упаковки, обработки, внутренней транспортировки и контроля температуры.
- Объект должен обеспечивать защиту от загрязнения грунтовых и поверхностных вод.
- Объект должен располагаться около дорог или транспортной инфраструктуры.
- Должны вводиться в действие программы предотвращения риска и аварий.
- Хранение должно быть обратимым.
- Должны использоваться системы для мониторинга воздуха, герметичности, крови и мочи работающих и т.д.
- На объекте должны действовать системы очистки газовых выбросов.
- На объекте должна быть установлена система непрерывного мониторинга паров ртути с чувствительностью, обеспечивающей, что не превышает индикативный пороговый уровень в 0,02 мг ртути/м³.
- На объекте должна применяться программа предотвращения и ликвидации утечек.
- Необходимо установить стандарты для упаковки.
- Складские помещения должны быть оборудованы устойчивыми к воздействию ртути непроницаемыми полами, с уклоном с сторону сборника.
- На объектах должны применяться адекватные меры безопасности.
- Ртуть не должна храниться с другими отходами.
- Ежегодно должна проводиться проверка технического состояния и калибровка систем мониторинга.
- Объект должен регулярно проходить независимый аудит.

Эксперты из ЕС дополнительно отметили, что при использовании наземных хранилищ ртуть по-прежнему остается в биосфере. Они отметили также, что безопасность такого варианта зависит от политической стабильности в стране и что наземное хранение не может быть решением для постоянного хранения.

В проекте доклада рассматривалось также и подземное хранение. Основная задача подземного хранилища состоит в том, чтобы изолировать отходы от биосферы в геологических формациях, которые останутся стабильными в течение

очень длительного времени. Лучше всего это делать на большой глубине. Перед погружением в шахту ртуть помещают в контейнеры. Изоляцию ртути обеспечивают контейнеры и дополнительные инженерные барьеры, а также естественный барьер в виде вмещающей породы. В проекте доклада отмечается, что наиболее распространенными породами для подземных хранилищ являются мел и соль, а также твердые магматические, метаморфические или вулканические породы, такие как гранит, гнейс, базальт или туф. Глубина зависит от типа используемой геологической формации и от изолирующих свойств вмещающих пластов.

В проекте доклада приводятся некоторые требования (некоторые из которых несовместимы) к подземному хранению отходов в старых шахтах:

- Должен существовать доступный, неиспользуемый участок шахты с извлеченной породой, удаленный от участков, где проводится добыча, который можно изолировать от рабочей зоны шахты.
- Полости в породе должны оставаться открытыми, чтобы оператору шахты не потребовалось заполнять их породой.
- Полости должны оставаться стабильными и доступными даже по истечении длительного времени.
- Шахта должна быть сухой и свободной от воды.
- Полости, в которых предполагается хранить отходы, должны быть изолированы от водоносных горизонтов.
- Для повышения уровня безопасности и для упрощения работы со ртутью, ее следует стабилизировать - т.е. подвергнуть химической обработке для превращения элементарной ртути в сульфид ртути.
- Чистота ртути должна быть выше 99,9 процентов, поскольку примеси повышают ее растворимость в воде.
- В непосредственной близости от ртути не должно быть окислительных реагентов.
- Поскольку ртуть обладает высоким давлением пара, в хранилище должны использоваться эффективные системы для работы с ней и системы вентиляции.
- Критерии приемлемости отходов будут зависеть от местной правовой базы.³³⁹

На региональной встрече в Азии также рассматривали возможные варианты для долгосрочного хранения ртути. В докладе, подготовленном для этой встречи несколькими институтами и организациями азиатских стран, рассматривались три варианта: специализированные оборудованные наземные хранилища, хранение в

подземных хранилищах, например, в соляных шахтах или в геологических формациях, а также вывоз в зарубежные хранилища. Авторы доклада пришли к выводу, что наиболее важными условиями для долгосрочного обращения со ртутью являются сухой климат; политическая и экономическая стабильность; безопасность; соответствующая инфраструктура; и экологическая безопасность.³⁴⁰

Авторы доклада рекомендуют, чтобы создание хранилищ для ртути проводилось параллельно с работами по созданию предприятий для переработки ртутьсодержащих отходов. Они отмечают, что это потребует значительных затрат и что потребуются специальные механизмы, чтобы разрешить проблемы, связанные с расходами и правовыми аспектами.

Авторы азиатского доклада предлагают, чтобы страны, на территории которых имеются пустыни и социально-политическая ситуации в которых стабильная, рассмотрели вопрос о размещении у себя наземных хранилищ. В то же время, они не рекомендуют странам Азии использовать подземные хранилища для хранения ртути из-за высоких затрат и отсутствия подходящих мест для их размещения. Авторы рекомендуют, чтобы страны, на территории которых нет пустынь, а ситуация в которых потенциально нестабильна, вывозили ртуть и ртутьсодержащие отходы в страны, которые могут организовать безопасное долгосрочное хранение ртути.³⁴¹

По мере продвижения переговоров о заключении глобального соглашения по ртути, дискуссии о создании хранилищ для длительного и/или постоянного хранения избыточной ртути будут продолжаться, поскольку очевидно, что после введения этого соглашения в действие потребность в таких хранилищах во всех регионах мира будет только расти.

Примечания

³²⁵ Peter Maxson, "Mercury Rising: Reducing Global Emissions from Burning Mercury-Added Products," for the Mercury Policy Project, February 2009,

http://www.zeromercury.org/International_developments/FINAL_MercuryRising_Feb2009.pdf.

³²⁶ "Summary of Research on Mercury Emissions from Municipal Landfills," NEWMOA factsheet, 2009,

<http://www.newmoa.org/prevention/mercury/landfillfactsheet.cfm>.

³²⁷ Ibid.

³²⁸ Xinbin Feng et al., "Landfill Is an Important Atmospheric Mercury Emission Source," *Chinese Science Bulletin*, 2004, <http://www.springerlink.com/content/11k8j12r71k091r5/>.

³²⁹ Z.G. Li et al., "Emissions of Air-Borne Mercury from Five Municipal Solid Waste Landfills in Guiyang and Wuhan, China," *Atmospheric Chemistry and Physics*, 2010, <http://www.atmos-chem-phys.org/10/3353/2010/acp-10-3353-2010.pdf>.

³³⁰ "Summary of Supply, Trade and Demand," UNEP (см. ссылку выше).

³³¹ "Treatment Technologies for Mercury in Soil, Waste, and Water," U.S. EPA Office of Superfund Remediation and Technology Innovation (см. ссылку выше).

³³² "Assessment Report: Excess Mercury Supply in Latin America and the Caribbean, 2010-2050," UNEP Chemicals, July 2009, http://www.chem.unep.ch/mercury/storage/main_page.htm.

³³³ "Development of Options, Analysis and Pre-Feasibility Study for the Long Term Storage of Mercury in Asia and the Pacific," UNEP, February 2010, http://www.chem.unep.ch/mercury/storage/main_page.htm.

³³⁴ "Background Paper for Stakeholder Panel to Address Options for Managing U.S. Non-Federal Supplies of Commodity-Grade Mercury," U.S. EPA, March 2007, <http://www.epa.gov/mercury/stocks/backgroundpaper.pdf>.

³³⁵ "Requirements for Facilities and Acceptance Criteria for the Disposal of Metallic Mercury," European Commission, April 2010, http://ec.europa.eu/environment/chemicals/mercury/pdf/bipro_study20100416.pdf.

³³⁶ Ibid.

³³⁷ Ibid.

³³⁸ "Draft Annotated Outline: Developments of Options Analysis and Feasibility Study for the Long Term Storage of Mercury in Latin America and the Caribbean," UNEP, 2010, http://www.chem.unep.ch/Mercury/storage/LAC_Docs/First%20Draft%20report%20feasibility%20study%20Hg%20storage%20LAC%20project%2005-04-10%20parcial.doc

³³⁹ Ibid.

³⁴⁰ "Development of Options, Analysis and Pre-Feasibility Study for the Long Term Storage of Mercury in Asia and the Pacific," UNEP (см. ссылку выше).

³⁴¹ Ibid.

11. На пути к глобальному соглашению по контролю ртути

В феврале 2009 г. на встрече Руководящего совета (РС) ЮНЕП в Найроби (Кения) с представителями 150 правительств было принято решение о создании межправительственного комитета для проведения переговоров об условиях глобального, юридически обязывающего соглашения по контролю ртути. РС также принял решение, что межправительственные переговоры по тексту нового соглашения должны начаться в 2010 г., с тем, чтобы завершить переговоры и принять соглашение на дипломатической конференции, которая будет проходить в 2013 г.³⁴²

Межправительственные дебаты о необходимости международных действий для контроля ртутного загрязнения уже начались гораздо раньше. В 2000 г. этот вопрос обсуждался на второй встрече Арктического совета на уровне министров, проходившей в Барроу (Аляска). Арктический совет - это межправительственный форум, членами которого являются правительства восьми стран Арктики. На встрече в Барроу правительственные представители восьми арктических стран договорились тесно координировать свои действия по важным экологическим проблемам Арктики. Они отмечали, что выбросы ртути оказывают опасное воздействие на здоровье населения и могут нанести вред экологически и экономически важным экосистемам, включая экосистемы Арктики. В связи с этими опасениями Арктический совет призвал ЮНЕП инициировать проведение глобальной оценки ртути, которая могла бы стать основой для целесообразных международных действий и отметил, что страны Арктики могут принять активное участие в этой оценке.³⁴³

11.1 Доклад по глобальной оценке ртути

В ответ на запрос Арктического совета ЮНЕП был подготовлен доклад по глобальной оценке ртути, выпущенный в декабре 2002 г.³⁴⁴ Основные результаты доклада были следующими:

- **Ртуть широко присутствует в окружающей среде.** Уровни ртути в окружающей среде значительно увеличились после начала промышленной эры и сейчас ртуть присутствует в различных компонентах окружающей среды и в продуктах питания (особенно в рыбе) по всему миру в таких концентрациях, которые оказывают вредное воздействие на здоровье человека и на дикую природу.

- **Ртуть - это стойкий загрязнитель, циркулирующий в глобальном масштабе.** Ртуть сохраняется в окружающей среде, где она в различных формах циркулирует между атмосферой, водой, осадками, почвами и биотой. Текущие выбросы пополняют глобальный запас ртути, которая постоянно высвобождается, выпадает на землю и на воду и снова высвобождается. В окружающей среде ртуть может превращаться в метилртуть, которая способна накапливаться в живых организмах (биоаккумуляция) и концентрироваться по мере продвижения в пищевых цепях (биоконцентрация). Практически вся ртуть в рыбе присутствует в виде метилртути.
- **Ртутная экспозиция сопровождается серьезными последствиями.** Ртуть оказывает разнообразные негативные воздействия на здоровье человека и на окружающую среду по всему миру. Экспозиция человека по ртути может происходить в результате потребления рыбы, применения ртути в быту и на производстве, из-за амальгамных пломб и ртутьсодержащих вакцин. Некоторые группы обладают повышенной чувствительностью к воздействию ртути, особенно это касается плода человека в период внутриутробного развития, новорожденных и детей младшего возраста. Опасности подвергаются также коренные народы и другие группы населения, в больших количествах потребляющие загрязненную рыбу или морских млекопитающих. Во многих регионах мира рыба является важным компонентом питания людей, обеспечивая их питательными веществами, которые часто отсутствуют в альтернативных пищевых продуктах. Ртутное загрязнение создает серьезную угрозу для этого источника пищи. Уязвимы также некоторые экосистемы и дикие животные, включая птиц и млекопитающих, которые питаются рыбой, арктические экосистемы, водно-болотные угодья, тропические экосистемы и почвенные микроорганизмы.
- **Меры по контролю ртутного загрязнения могут быть успешными.** Для разрешения проблем ртутного загрязнения можно использовать целый ряд мер, направленных на сокращение применения, выделения и воздействия ртути на национальном, региональном и глобальном уровнях.
- **Необходимы глобальные действия, поскольку одних только местных и региональных мер будет недостаточно.** Из-за переноса ртути на большие расстояния ее негативному воздействию могут подвергаться даже страны с минимальными собственными выбросами. Высокие уровни ртути наблюдаются в Арктике, на весьма значительном удалении от сколько-нибудь значительных источников выбросов. Рыба в международных водах часто мигрирует в отдаленные и самые разные места, а после промышленного вылова ее обычно экспортируют в весьма удаленные от места первоначального вылова страны. Это делает ртутное загрязнение по

настоящему глобальной проблемой, влияющей на рыбный промысел и на потребителей рыбы по всему миру.

- Ртуть может быть особенно значительной проблемой в менее развитых регионах. В ответ на растущую информированность об опасности ртути, многие промышленно развитые страны существенно сократили у себя применение ртути и для большинства ее применений появились конкурентоспособные и коммерчески доступные альтернативы. Это привело к снижению спроса на ртуть по отношению к ее предложению, а в результате цены на ртуть остаются низкими. В свою очередь, это создает стимулы для продолжения или увеличения применения ртути и устаревших ртутных технологий в менее развитых регионах. Не удивительно, что именно в этих странах непропорционально сильно проявляются связанные со ртутью негативные последствия для здоровья человека и для окружающей среды.³⁴⁵

В заключительной главе доклада ЮНЕП по глобальной оценке ртути рассматриваются возможные варианты для разрешения глобальной проблемы негативного воздействия ртутного загрязнения. В частности, предлагалось приступить к переговорам о заключении юридически обязывающего соглашения по контролю ртути.³⁴⁶

11.2 Решение приступить к переговорам о соглашении по контролю ртути

В 2003 - 2009 гг. вопросы, связанные с международными действиями по ртути обсуждались на всех проходящих раз в два года заседаниях Руководящего совета ЮНЕП. Идея принятия глобального соглашения по контролю ртути приобрела все более широкую поддержку и в 2009 г. правительственные представители на заседании РС ЮНЕП приняли Решение 25/5, в котором они договорились приступить к переговорам о глобальном, юридически обязывающем соглашении по контролю ртути.³⁴⁷

В Решении 25/5 признается, что ртуть является химическим веществом, вызывающим глобальную обеспокоенность из-за ее атмосферного переноса на большие расстояния, устойчивости в окружающей среде, способности к биоаккумуляции в экосистемах и значительного негативного воздействия на здоровье человека и на окружающую среду. В этом решении правительства согласились с тем, что это соглашение могло бы включать как обязательные, так и добровольные подходы, а также временные меры с целью сокращения риска для здоровья человека и для окружающей среды. Они также договорились, что для выполнения некоторых обязательств в рамках этого соглашения развивающимся

странам и странам с переходной экономикой потребуется помощь для укрепления потенциала, техническая и финансовая помощь. В Решении 25/5 было определено, что соглашение должно включать положения по следующим действиям:

- a) Установление целей соглашения
- b) Сокращение предложения ртути и расширение мощностей для экологически безопасного хранения ртути
- c) Сокращение спроса на ртуть для продуктов и процессов
- d) Сокращение международной торговли ртутью
- e) Сокращение выбросов ртути в атмосферу
- f) Разрешение проблем ртутьсодержащих отходов и очистки загрязненных объектов
- g) Повышение уровня знаний за счет повышения уровня информированности и обмена научными данными
- h) Определение схем для предоставления помощи с целью укрепления потенциала, технической и финансовой помощи
- i) Разрешение проблем, связанных с соблюдением³⁴⁸

В Решении 25/5 правительства также согласились с тем, что участие в межправительственном переговорном комитете должно быть открыто не только для правительств и региональных организаций экономической интеграции, но также и для профильных межправительственных и неправительственных организаций, соответствующих правилам ООН.

И наконец, в Решении 25/5 правительства договорились, что международные действия по ртути не должны дожидаться завершения переговорного процесса и что их следует продолжать в следующих областях:

- a) Расширение мощностей для хранения ртути
- b) Сокращение предложения ртути, например, первичной добычи ртутной руды
- c) Проведение проектов повышения уровня информированности и пилотных проектов в ключевых странах с целью сокращения применения ртути в артельной и малотоннажной добыче золота
- d) Сокращение применения ртути в продуктах и процессах, повышение уровня информированности о безртутных альтернативах
- e) Предоставление информации о наилучших доступных технологиях, наилучших в экологическом отношении видах практики, о переходе от ртутных процессов к безртутным

- f) Расширение подготовки национальных инвентаризаций ртути
- g) Повышение уровня информированности общественности и поддержка мер предупреждения о риске
- h) Предоставление информации о надлежащем обращении со ртутью

Примечания

³⁴² United Nations Environment Programme, Report of the Governing Council, Twenty-Fifth Session, Decision 25/5 Chemicals management, including mercury, <http://www.unep.org/gc/gc25/>.

³⁴³ "Barrow Declaration on the Occasion of the Second Ministerial Meeting of the Arctic Council," http://arctic-council.npolar.no/Meetings/Ministerial/2000/bar_decl.pdf.

³⁴⁴ "Global Mercury Assessment Report," UNEP, <http://www.chem.unep.ch/mercury/Report/Final%20Assessment%20report.htm>.

³⁴⁵ Ibid., Summary of Key Findings.

³⁴⁶ Ibid., chapter 11.

³⁴⁷ Proceedings of the Governing Council/Global Ministerial Environment Forum at Its Twenty-Fifth Session, <http://www.unep.org/gc/gc25/Docs/Proceeding-FINAL.pdf>.

³⁴⁸ Ibid.

12. Участие в переговорах с целью добиться эффективного глобального соглашения по контролю ртути

Существует возможность добиться международного согласия по всестороннему, сильному и эффективному глобальному соглашению по контролю ртути с уже окончательно согласованным текстом к 2013 г., как к тому призывает решение Руководящего совета ЮНЕП. Но чтобы это стало реальностью, НПО и другие организации гражданского общества должны сыграть критически важную роль. Необходимо, чтобы НПО помогли повысить уровень информированности общественности своих стран об опасности ртути и сформировать общественную поддержку в пользу сильного и эффективного глобального соглашения. НПО могут также помочь оказать позитивное влияние на правительственных представителей, принимающих участие в переговорном процессе.

Пока правительства ведут переговоры по глобальному соглашению о контроле ртути, организациям гражданского общества и другим важно не забывать, что основную пользу от эффективного глобального соглашения по ртути получают миллиарды людей в мире, основными продуктами в рационе питания которых являются рыба и моллюски - особенно жители развивающихся стран и стран с переходной экономикой, жители малых островных государств та представители коренных народов. Многие из них просто не могут себе позволить ограничить потребление рыбы несколькими рыбными блюдами в неделю или в месяц, чтобы избежать опасной ртутной экспозиции. В этих сообществах воздействие ртути наносит вред здоровью детей еще до рождения и всю свою жизнь они страдают от расстройств развития нервной системы, которые могут ухудшить качество жизни. Люди, которые зависят от рыбы в качестве источника питания, нуждаются в согласованных глобальных действиях для существенного сокращения потребления ими метилртути. Правительства наименее развитых стран, малых островных государств из числа развивающихся стран и другие правительства, представляющие значительные сообщества людей, зависящие от рыбы, следует рассматривать как ключевых потенциальных союзников в переговорах по соглашению. Если мы хотим добиться сильного и эффективного глобального соглашения по контролю ртути, нам потребуется их активное участие и поддержка.

В то же время, важно учитывать, что будет сложно установить контроль над некоторыми из наиболее значительных источников глобального ртутного загрязнения. В ряде стран планируют существенно увеличить выработку

электроэнергии в качестве одного из важных компонентов национальных стратегий развития и программ сокращения бедности. Несмотря на то, что угольные тепловые электростанции являются крупнейшим источником ртутного загрязнения и выбросов парниковых газов, похоже, что в соответствии с уже утвержденными планами в нескольких странах будет продолжаться строительство множества новых угольных электростанций, по крайней мере в краткосрочной перспективе. Как представляется, расширятся также и артельная и малотоннажная добыча золота, а в этом секторе добиться существенного сокращения выбросов ртути будет трудно и дорого. Это означает, что несмотря на решение правительств приступить к переговорам о глобальном соглашении по контролю ртути, глобальное ртутное загрязнение может тем не менее расти.

Можно ожидать, что некоторые правительства будут активно возражать против таких мер в соглашении, которые могли бы привести к реальному и существенному сокращению глобальных выбросов ртути угольными электростанциями и некоторыми другими непреднамеренными источниками. Можно также предположить, что ряд правительств будет против мер соглашения по обеспечению выделения достаточных финансовых и технических ресурсов, чтобы позволить развивающимся странам и странам с переходной экономикой эффективно реализовать необходимые меры по контролю ртути, не подрывая при этом выполнение своих национальных планов и достижение целей сокращения бедности. Тем не менее, переговоры по соглашению о ртути нельзя будет считать успешными, если это соглашение будет включать только лишь добровольные меры для контроля наиболее крупных источников ртути. Чтобы такое соглашение было успешным, оно должно включать юридически обязательные меры по контролю электростанций и других основных источников, а также договоренности по выделению достаточных финансовых и технических ресурсов для обеспечения эффективной реализации соглашения в развивающихся странах. Кроме того, соглашение должно также включать меры для контроля предложения ртути, спроса на нее и торговли ртутью; для постепенного отказа от производства, продажи, импорта и экспорта ртутьсодержащих продуктов; для разрешения проблем, связанных со ртутными отходами и загрязненными объектами.

Хотя будет важно не пойти на уступки по вопросу необходимости юридически обязывающих мер для контроля крупных источников глобальных выбросов ртути, таких как электростанции, малотоннажная добыча золота и т.д., может оставаться простор для переговоров по срокам введения в действие юридически обязывающих мер и по увязке обязательств развивающихся стран по их выполнению с доступностью адекватной финансовой и технической помощи. Кроме того, хотя важно, чтобы соглашение включало положения, требующие обязательного применения наилучших доступных технологий (НДТ) для электростанций и некоторых других источников выбросов ртути, вовсе не

обязательно включать все важные детали положений по НДТ в текст собственно соглашения. Вместо этого может оказаться достаточным включить в текст соглашения общие положения по требованиям к НДТ, а также положение о создании экспертной группы для разработки детализированных руководящих указаний по НДТ и календарных планов реализации. Такая экспертная группа может создаваться в качестве вспомогательного органа при Конференции Сторон (КС) нового соглашения. Состав группы можно было бы согласовать на КС, результатом ее работы будут рекомендации для рассмотрения КС, и только после их утверждения КС такие рекомендации могут вступить в силу.

Чтобы добиться за остающееся время принятия сильного и всестороннего соглашения по контролю ртути потребуются умелое ведение переговоров и мощная поддержка со стороны гражданского общества. И есть неплохие основания для оптимистичного прогноза, что этого можно будет добиться.

13. Взгляды IPEN на глобальное соглашение по ртути

Международная сеть по ликвидации СОЗ, в лице своей Рабочей группы по тяжелым металлам, Руководящего комитета и Глобальной ассамблеи, приняла политический документ - "Взгляды IPEN на глобальное соглашение по ртути" отражающий ее точку зрения.³⁴⁹

IPEN считает, что для защиты здоровья человека и экосистем это соглашение должно:

- Ставить целью защиту здоровья человека, дикой природы и окружающей среды от ртути путем устранения - если это реально осуществимо - антропогенных источников и выбросов ртути.
- Признавать особую уязвимость таких групп населения, как дети, женщины репродуктивного возраста, коренные народы, сообщества Арктики, жители островов и прибрежных зон, рыбаки, старатели, занятые в малотоннажной добыче золота, бедные, рабочие и другие.
- Иметь широкий охват и рассматривать полный жизненный цикл ртути.
- Ставить своей целью контролировать все антропогенные источники ртути и все виды деятельности человека, которые приводят к существенным выбросам ртути в окружающую среду.
- Разработать адекватно финансируемый и предсказуемый финансовый механизм с привлечением новых и дополнительных ресурсов, достаточных для того, чтобы помочь развивающимся странам и странам с переходной экономикой выполнять свои обязательства по соглашению, не подрывая при этом достижения своих целей сокращения бедности.
- Использовать меры, направленные на устранение, с возможными ограниченными и предусматривающими конкретные сроки действия исключениями для отказа от всех продуктов и процессов, содержащих или использующих ртуть, а в промежуточный период установить стандарты и меры контроля для остающихся продуктов и процессов.
- Снизить и минимизировать глобальный коммерческий спрос на ртуть.

- Сократить глобальное предложение ртути путем введения запрета на добычу первичной ртути; требовать постоянного, безопасного и контролируемого хранения существующих запасов ртути и всей ртути, которая рекуперируется на предприятиях по производству хлора и щелочи; и ограничить торговлю ртутью, которую получают из остающихся источников.
- Установить эффективный контроль за международной торговлей ртутью и ртутьсодержащими продуктами.
- Требовать применения экологически безопасных решений для обращения с отходами, содержащими ртуть и ее соединения, включая меры для предотвращения поступления ртути в бытовые, медицинские и промышленные отходы.
- Разрешать проблему рекультивации и восстановления загрязненных ртутью объектов.
- Ускорить отказ от применения ртути в секторе здравоохранения.
- Продвигать альтернативные решения для замены амальгам в стоматологии с конечной целью полного отказа от такой практики.
- Запретить ртутьсодержащие пестициды.
- Установить наилучшие доступные технологии (НДТ) для угольных теплоэлектростанций, цементных печей и других процессов сгорания, которые приводят к выбросу ртути в окружающую среду, с установлением согласованных конкретных сроков для их поэтапного внедрения с целью вывода из эксплуатации какие-либо таких источников выбросов при наличии подходящих работоспособных, доступных и приемлемых по цене альтернатив.
- Продвигать применение возобновляемых альтернативных источников энергии вместо угольных теплоэлектростанций, которые приводят к выбросу ртути в окружающую среду.
- Вводить эффективные меры для снижения и - если это практически возможно - прекращения применения ртути при добыче золота.
- Минимизировать применение ртути в лабораториях, школах и других институтах; запрещать неприемлемые виды ее применения, включать информацию о токсичности ртути и о методах безопасного обращения со ртутью в школьные программы.

- Запретить применение ртути для новых целей.
- Продвигать исследования и разработки в области устойчивых, нетоксичных альтернатив для продуктов и процессов, которые содержат или используют ртуть, уделяя особое внимание потребностям развивающихся стран и стран с переходной экономикой.
- Обеспечить, что развивающиеся страны и страны с переходной экономикой не станут свалкой для ртутьсодержащих отходов и избыточного предложения ртути.
- Создать механизм для укрепления потенциала и передачи технологий.
- Требовать от каждой Стороны разработки и выполнения национального или регионального плана реализации соглашения; включить в эти планы проведение инвентаризации предложения ртути, источников, отходов и загрязненных объектов.
- Обеспечивать, чтобы гражданское общество играло активную роль в разработке и реализации соглашения, включая возможность участия общественности в разработке и выполнении национальных или региональных планов реализации.
- Создать механизмы для повышения уровня знаний, для предоставления и обмена информацией о:
 - Выбросах, предложении и применении ртути;
 - Воздействии ртути на человека и на окружающую среду;
 - Данных экологического мониторинга;
 - Социально-экономических последствиях применения ртути, ее выбросов и мер контроля;
 - Альтернативах для ртути в продуктах, процессах и других источниках.
- Обеспечить регулярное обновление всей научной информации о ртути, ее доступность и легкий доступ к ней общественности, своевременно, в приемлемом формате и на соответствующих языках.
- Создать механизм отчетности, требующий, чтобы Стороны периодически обновляли данные национальной инвентаризации ртути и отчитывались о прогрессе в выполнении национальных или региональных планов реализации и обязательств по соглашению;
- Создать механизм для оценки эффективности соглашения, включающий глобальный мониторинг ртути в окружающей среде и организме человека;

- Создать и поддерживать работу глобальной сети мониторинга рыбы для оценки прогресса в сокращении объемов ртути, циркулирующих в глобальной окружающей среде и для сбора необходимой информации, чтобы государственные органы здравоохранения могли эффективно информировать об опасности потребителей рыбы;
- Установить эффективные и реально выполнимые положения о соблюдении соглашения.

Помимо предложенных выше положений соглашения, сеть IPEN согласовала также следующие соображения:

- Сокращение и устранение источников ртути должны проходить быстро, организованно и справедливо. Положения могут вводиться в действие в течение некоторого времени, но при этом не должно быть необоснованных отсрочек.
- Значимые международные действия по сокращению и устранению предложения и источников ртути не должны откладываться до того времени, когда будет принято и вступит в силу глобальное соглашение по ртути. Наоборот, адекватно финансируемые международные программы по контролю ртути должны выполняться незамедлительно. Должны быть также выделены ресурсы для широкого экологического мониторинга во всех регионах, который позволит определить исходное положение дел и расширить доступность информации по регионам.
- Так как ртуть представляет собой глобальную проблему, которая оказывает воздействие на все регионы мира, все страны должны играть важную роль как в переговорах, так и в реализации глобального соглашения по ртути.
- Соглашение по ртути и его реализация должны дополнять другие соответствующие международные инструменты, включая Стокгольмскую конвенцию о стойких органических загрязнителях, Базельскую конвенцию о контроле за трансграничной перевозкой опасных отходов и их удалением, Роттердамскую конвенцию о применении процедуры предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле, Стратегического подхода к международному регулированию химических веществ и т.д. Следует развивать синергичные с этими соглашениями элементы.
- Соглашение по ртути должно включать положения, которые позволят в будущем расширить его для контроля других токсичных металлов, таких как свинец и кадмий, или других загрязнителей, вызывающих аналогичную

озабоченность на глобальном уровне, не ставя при этом под угрозу целостность соглашения по ртути.

- Все страны должны вносить свой вклад в реализацию соглашения в соответствии со своими возможностями.
- Развитым странам следует выделить достаточные новые и дополнительные финансовые ресурсы и предоставлять техническую помощь, чтобы позволить развивающимся странам и странам с переходной экономикой в полной мере выполнять свои обязательства по соглашению. В соглашение также следует включить положения, предусматривающие, что Конференция Сторон изучает, достаточны ли уровни финансирования, эффективно ли используют эти средства реципиенты и приводят ли предпринятые действия к достижению полного соблюдения положений соглашения.
- Переговорный процесс по соглашению должен быть открытым и прозрачным. Следует разработать положения, чтобы обеспечить реальное участие профильных НПО и других заинтересованных групп общественности.
- Связанные с постепенным отказом от ртути переходные процессы должны проходить в плановом и организованном режиме, разработанным таким образом, чтобы минимизировать экономические и социальные потери и избежать дезорганизации и нарушений. В некоторых случаях может потребоваться помощь в переходном процессе и/или иная помощь отдельным группам рабочих или сообществ, чьи источники средств к существованию в настоящее время зависят от деятельности, приводящей к выбросу ртути в окружающую среду.
- Во всех возможных случаях, ответственность за связанные со ртутью меры перехода и за очистку загрязненных территорий, должна рассматриваться в соответствии с принципом "загрязнитель платит", согласно которому затраты разделяются между ответственными сторонами, причем особое внимание при этом уделяется частному сектору.
- Связанные со ртутью действия должны соответствовать принципу предосторожности. Они должны основываться на весомости доказательств, при этом особое внимание следует уделять риску для плода человека, детей и других уязвимых групп населения.
- Соглашение должно включать другие соответствующие Принципы Рио, включая: Право на развитие (3); Охрана окружающей среды в процессе развития (4); Ликвидация бедности (5); Приоритет для наименее развитых страны (6); Укрепление потенциала для устойчивого развития (9); Участие общественности (10); Компенсации пострадавшим от загрязнения и от иного

экологического ущерба (13); Сотрудничество государств с целью сдерживать или предотвращать перенос и перевод в другие государства любых видов деятельности и веществ, которые наносят серьезный экологический ущерб или считаются вредными для здоровья человека (14); Интернализации экологических издержек (16); Женщины играют жизненно важную роль (20); Коренные народы играют жизненно важную роль (22); и другие.

- Мониторинг и надзор за выполнением соглашения и финансированием должны проводиться независимыми структурами, подотчетными общественности.
- Должны быть созданы специализированные региональные центры и сети специализированных предприятий для предоставления помощи в сборе и обращении со ртутьсодержащими отходами. Должен быть введен запрет на размещение этих отходов на свалках для твердых бытовых отходов. Должна быть разработана единая система регистрации и отчетности по их сбору, транспортировке и переработке.
- Должен быть разработан координационный механизм для обработки и распространения информации по ртути. Он должен предоставлять прямой доступ к соответствующей информации о ртути, включая: практический опыт, научную и техническую информацию, и другую информацию, которая может содействовать эффективному научному, техническому и финансовому сотрудничеству и укреплению потенциала. Организации гражданского общества должны рассматриваться как партнеры и как важный источник информации для этого механизма.
- Соглашение должно уделять особое внимание потребностям занятых в артельной и малотоннажной добыче золота. Оно должно содействовать их доступу к эффективным и целесообразным технологиям, которые позволяют минимизировать применение ртути или (если это практически возможно) избежать ее применения. Там, где это практически нецелесообразно, соглашение должно содействовать разработке программ для оказания им помощи в обеспечении альтернативными средствами к существованию.
- Соглашение должно включать положения, которые предоставляют возможности для участия и поддерживают эффективное участие в выполнении соглашения групп общественных интересов и организаций, занимающихся вопросами здоровья человека и охраны окружающей среды.
- Соглашение должно предусматривать информирование общественности, повышение уровня информированности и образование, особенно для женщин, детей, рабочих, занятых в артельной добыче золота, для бедных и маргинализированных групп, и для наименее образованным. Это же должно быть предусмотрено для коренных народов, арктических сообществ, жителей

островов и прибрежных территорий, рыбаков и других групп, рацион питания которых включает в основном рыбу или другие загрязненные ртутью продукты питания.

- Следует поддерживать новые исследования для расширения знаний об источниках ртути и о механизмах ее переноса в отдаленные места. Общественность должна получить своевременный доступ к соответствующим государственным и частным источникам данных об опасности ртути, ее источниках и об альтернативах для ртутьсодержащих продуктов.
- Следует также поддерживать новые исследования по разработке эффективных, нетоксичных, приемлемых по ценам альтернатив для ртутьсодержащих продуктов, зависящих от применения ртути промышленных процессов и других видов деятельности, приводящих к выделению ртути в окружающую среду.
- Следует создать механизм для выявления, регулирования и восстановления загрязненных ртутью объектов. Это может включать соответствующие компенсации пострадавшим рабочим и сообществам.
- Соглашение должно призвать Стороны в полной мере учесть существенное воздействие на здоровье населения и на окружающую среду, связанное с превращением ртути в метилртуть в почвах при строительстве плотин и затоплении новых территорий.
- Должны быть доступны чувствительные измерительные приборы и методы определения для выявления загрязнения ртутью окружающей среды, продуктов питания и организма человека.

Примечания

³⁴⁹ См. <http://www.ipen.org/hgfree/#booklet>.

14. Заключение

Уже много десятилетий было известно, что ртутное загрязнение наносит серьезных вред здоровью человека и окружающей среде. До недавнего времени правительства отказывались от применения многих мер контроля, необходимых для сведения ртутного загрязнения к минимуму. Сейчас же можно надеяться, что ситуация изменяется.

Растущая обеспокоенность общественности и расширение научных представлений о вреде, который наносит местное, национальное и глобальное ртутное загрязнение, заставили многие правительства приступить к реальным действиям для сокращения выбросов ртути в атмосферу и других видов выделения ртути в окружающую среду. Решение правительств приступить к переговорам о глобальном соглашении по контролю ртути облегчает действия НПО и других сторон для разрешения местных, национальных, региональных и глобальных проблем, связанных со ртутью, более того, это решение делает такие действия особенно актуальными. Это справедливо для стран, где ртутные проблемы уже давно вошли в национальную экологическую и политическую повестку дня, и это еще более справедливо для стран и регионов, где обеспокоенность ртутным загрязнением только начинает проявляться.

Это создает новые возможности (равно как и новые обязанности) для НПО и других организаций гражданского общества, чья миссия связана со здравоохранением или охраной окружающей среды. Это также создает новые возможности и обязанности для организаций, представляющих интересы пострадавших групп, таких как люди, зависящие от рыбы в качестве важного компонента рациона питания, местные сообщества в районах расположения предприятий - источников ртутного загрязнения, рабочие, подвергающиеся воздействию ртути и многие другие. В нынешнем политическом климате действия по связанным со ртутью проблемам могут добиться значительного успех и могут дать серьезный эффект. И наконец, в процессе переговоров по соглашению по контролю ртути и впоследствии, когда национальные правительства будут рассматривать вопрос о его ратификации а также в процессе реализации соглашения, именно информированность общественности соответствующих стран существенно повлияет на то, как они решат поступить.

В силу глобального характера ртутного загрязнения, существенно важную роль здесь играет глобальное движение НПО и других организаций гражданского общества, действующих совместно для разрешения этой проблемы. Международная сеть по ликвидации СОЗ намеревается это движение развивать и укреплять.



www.ipen.org/hgfree

Кампания IPEN по ртути

это ответ на растущую информацию о тревожном размере ущерба здоровью человека и окружающей среде, вызванном воздействием глобального загрязнения ртутью.

Кампания продвигает инициативы национальных и местных НПО и организаций гражданского общества во всех регионах мира, направленные на:

- Повышение информированности об ущербе, вызванном загрязнением ртутью и его воздействием;
- Проведение целевых кампаний по ликвидации и улучшению контроля источников загрязнения ртутью;
- Продвижение свободных от ртути альтернатив;
- Формирование поддержки государственных чиновников, политических лидеров принятию и выполнению национальных законов и политик по контролю ртути;
- Формирование общественной и политической поддержки принятию и ратификации весомого и комплексного глобального соглашения по контролю ртути.



IPEN

Международная сеть по ликвидации СОЗ

Работаем вместе во имя будущего без токсичных веществ

www.ipen.org ipen@ipen.org