



# БАЗЕЛЬСКАЯ КОНВЕНЦИЯ

## *ТЕХНИЧЕСКИЕ РУКОВОДЯЩИЕ ПРИНЦИПЫ*

**Технические руководящие  
принципы, касающиеся  
экологически обоснованной  
рециркуляции/утилизации  
металлов и их соединений (R4)**



**БАЗЕЛЬСКАЯ КОНВЕНЦИЯ**

**Технические руководящие принципы, касающиеся  
экологически обоснованной рециркуляции/утилизации  
металлов и их соединений (R4)**

Утверждено решением VII/14 на седьмой Конференции  
Сторон Базельской конвенции (Женева, октябрь 2004 год)



## Содержание

I.	Введение .....	1
A.	Сфера применения руководящих принципов: металлы .....	1
B.	Сфера применения руководящих принципов: процессы .....	2
C.	Сфера применения руководящих принципов: рассматриваемые темы .....	4
II.	Источники и применение вторичных металлов, включенных в приложение I .....	4
A.	Сурьма .....	5
B.	Мышьяк .....	6
C.	Бериллий .....	6
D.	Кадмий .....	7
E.	Соединения шестивалентного хрома .....	8
F.	Соединения меди .....	8
G.	Свинец .....	9
H.	Ртуть .....	11
I.	Селен .....	11
J.	Теллур .....	12
K.	Талий .....	12
L.	Соединения цинка .....	12
III.	Пригодность металлоотходов для рекуперации и утилизации .....	13
IV.	Создание и обустройство предприятия по рециркуляции или рекуперации .....	18
V.	Создание и обустройство предприятия по утилизации .....	20
VI.	Экологически безопасные объекты по утилизации .....	21
VII.	Экологические и санитарно-гигиенические соображения .....	24
A.	Отходы и остаточные продукты .....	24
B.	Системы сбора .....	24
C.	Перевозка и хранение .....	25
D.	Действия в чрезвычайных ситуациях .....	26
E.	Экологически обоснованное использование .....	26
F.	Системы рационального природопользования .....	27
VIII.	Прогноз и оценка экологических последствий .....	28
IX.	Безотходное и экологически более чистое производство .....	29
X.	Потенциальные факторы экологического риска и их ограничение .....	30
A.	Факторы риска и их ограничение .....	30
B.	Мониторинг .....	34
XI.	Закрытие предприятий по утилизации металлов .....	34

## Приложения

I	Глоссарий терминов .....	37
II	Литература и материалы по теме .....	39
III	Другие источники полезной информации .....	40
IV	Веб-сайты .....	41



## I. Введение

1. Цель настоящих технических руководящих принципов – прежде всего служить руководством для стран, создающих у себя потенциал по экологически безопасному и эффективному обращению с отходами, при разработке ими процедур или стратегий рециркуляции металлов и их соединений, а также дополнительно способствовать экологически обоснованной рециркуляции металлов. Некоторые виды отходов содержат металлы и их соединения в формах и количествах, достаточных для рассмотрения вопроса об их рециркуляции и утилизации в качестве альтернативы удалению; в таких случаях предпочтение должно отдаваться рециркуляции и утилизации.

### A. Сфера применения руководящих принципов: металлы

2. В данных руководящих принципах речь идет в основном о рециркуляции и утилизации металлов и их соединений, включенных в приложение I к Базельской конвенции в качестве категорий веществ, подлежащих регулированию. В число этих категорий входят следующие металлы и их соединения: сурьма (Sb), мышьяк (As), бериллий (Be), кадмий (Cd), свинец (Pb), ртуть (Hg), селен (Se), теллур (Te) и таллий (Tl). К ним также относятся соединения меди, цинка и шестивалентного хрома, но не сами эти металлы. Указанные металлы и их соединения можно именовать металлами и их соединениями, включенными в приложение I, или, для краткости, – металлами, включенными в приложение I. Содержащие их материалы подлежат регулированию в рамках Базельской конвенции, если они подпадают под сформулированное в Конвенции определение отходов – кроме случаев, когда они не обладают ни одним из опасных свойств, перечисленных в приложении III к Конвенции.

3. Ввиду того, что большинство металлосодержащих опасных отходов, перечисленных в приложении VIII к Базельской конвенции, содержит цветные металлы, а также с тем, чтобы настоящее руководящие принципы не вышли за рамки разумного объема, ни черные металлы, такие, как железо и сталь, ни драгоценные металлы, такие, как золото и серебро, здесь непосредственно не рассматриваются.

4. Многое из сказанного ниже по поводу рекуперации, рециркуляции и утилизации относится ко всем широко используемым цветным металлам, независимо от того, включены ли они в приложение I к Базельской конвенции. Однако здесь особое внимание уделяется металлам, включенным в приложение I, т. е. в перечень Y. Как будет отмечено далее, первичными продуктами при рециркуляции и утилизации являются металлы, их сплавы и некоторые из их соединений. Соединения металлов, в зависимости от их физической или химической формы, представляют собой либо сырье, либо промежуточную или конечную продукцию, и не относятся к материалам, которые следует рассматривать как отходы. Соединения, обычно направляемые на повторное использование в результате рециркуляции или извлекаемые/производимые в процессе утилизации, образуются при нанесении гальванических металлопокрытий либо входят в состав металлосодержащей пыли или осадка, удерживаемых очистными системами.

5. Кроме того, речь может идти о таких веществах из перечня Y, как Y5 – отходы производства, получения и применения консервантов древесины (например, арсенаты меди или подобные им металлические соединения, содержащие мышьяк); Y7 – отходы тепловой обработки и облагораживания материалов, содержащие цианиды; Y14 – ненужные химические вещества, полученные в ходе научно-исследовательских работ или учебного процесса, природа которых еще не выявлена, и/или которые являются новыми, и чье воздействие на человека и/или окружающую среду еще не известно; а также Y17 – отходы обработки металлических и пластмассовых поверхностей (например, электролитическим способом). Следует обратить внимание на то, что отходы категории Y16, образующиеся при производстве, получении и применении фотохимикатов или материалов для обработки фотоматериалов, подпадают под действие настоящих руководящих принципов лишь в случаях, когда они не содержат серебра. В таких отходах часто содержится серебро, на которое положения Базельской конвенции не распространяются; широко практикуется их утилизация на предмет восстановления серебра, однако для этого используются химические процессы, отличающиеся от большинства других процессов рекуперации.

6. В целом Базельская конвенция рассчитана на регулирование веществ, неправильное удаление которых может с большой вероятностью повлечь за собой вредные последствия для окружающей среды или здоровья людей; она не распространяется на потенциально менее опасные металлы, а также на те формы включенных в нее металлов, которые менее способны

воздействовать на окружающую среду – такие, как лом металлического свинца в недисперсном виде. Например, положения Конвенции не распространяются на лом изделий из металлической меди и цинка; в то же время они распространяются на соединения меди и цинка, обладающие каким-либо из свойств, указанных в приложении III. Ниже рассмотрен конкретный случай с побочными продуктами, содержащими цинк.

## **В. Сфера применения руководящих принципов: процессы**

7. Руководящие принципы призваны служить источником информации о возможных вариантах организации работ по рециркуляции и утилизации цветных металлов и их соединений, а также о практике, которая позволяет избежать нежелательных экологических последствий такой рециркуляции и поэтому заслуживает рассмотрения в подобных случаях. При этом приводятся некоторые указания по поводу окончательного удаления отходов, которые могут оставаться после таких работ.

8. В тексте, посвященном цветным металлам, используется большое количество технических и специальных терминов. Глоссарий см. на сайте <http://www.amm.com/ref/glossary.htm>.

9. В руководящих принципах проводится различие между *рекуперацией*, *рециркуляцией* и *утилизацией*, представляющими собой отдельные компоненты в структуре промышленного производства. Рекуперацией можно считать сбор металлических или металлодержащих предметов либо металлических фрагментов на стадии, предшествующей их попаданию в состав отходов, или извлечение их из массы отходов, если они в нее попали. За этим следует рециркуляция, т. е. подготовка таких предметов и фрагментов к непосредственному дальнейшему использованию (например, прямой переплавке) или к направлению на утилизацию. Утилизацией обычно называют металлургический процесс, при котором чаще всего используются пирометаллургические – но в случае некоторых металлов и технологий также гидрOMETаллургические – методы и целью которого является очистка и переплавка либо рафинирование рекуперированного или рециркулированного металла до состояния, позволяющего использовать его так же, как первичный металл. Следует отметить, что не во всех странах режимы, регулирующие обращение с отходами, охватывают их рекуперацию, рециркуляцию и утилизацию. Однако рециркуляция и утилизация опасных отходов подпадают под режим регулирования, установленный Базельской конвенцией в соответствии с содержащимися в ней определениями отходов (подпункт 1 а) статьи 1 и раздел В приложения IV).

10. Рекуперация и рециркуляция металлов, включенных в приложение I, не всегда связаны с применением сложных и дорогостоящих технологий, хотя и требуют соответствующей подготовки руководителей и работников, а также наличия технических средств для охраны здоровья и окружающей среды. Как указывается в настоящем документе, рекуперация может осуществляться посредством обнаружения, сбора, сортировки по спецификациям и продажи включенных в приложение I металлов на внутреннем или внешнем рынке. Рекуперированные металлы могут направляться на переплавку (например, в литейных цехах), на аффинажные заводы либо на объекты по утилизации. Утилизация осуществляется на металлургических комбинатах или на специализированных предприятиях по вторичной выплавке, а иногда – с помощью гидрOMETаллургических методов.

11. Возможностями для сооружения и эксплуатации крупных металлургических комбинатов и связанной с ними инфраструктуры располагают лишь немногие страны. Металлургическое производство, особенно выплавка первичного металла (из руды), становится более экономичным при возрастании его масштабов, т. е. создавать крупные предприятия, как правило, выгоднее. Заводы по первичной выплавке часто располагаются вблизи рудных месторождений. Предприятия по вторичной выплавке строятся специально для утилизации металлов. Вторичные металлы, металлодержащие материалы и некоторые виды металлоносных остатков могут направляться для утилизации на заводы по первичной или вторичной выплавке. При обращении с некоторыми вторичными материалами и их обработке могут быть необходимы дополнительные меры экологического контроля и безопасности; на ряде металлургических заводов такие вторичные материалы составляют все больший процент перерабатываемого сырья.

12. При плавке вторичных материалов наряду с основным продуктом обычно образуется и несколько побочных. Например, очищенную медь, как правило, получают на медеплавильных заводах посредством трехэтапного технологического процесса. Побочными продуктами при этом являются окись цинка, оловянно-свинцовые сплавы, сульфат никеля, селен и драгоценные

металлы, требующие затем рафинирования в специальных цехах, а также мышьяк. Остающийся шлак может быть пригоден для использования в качестве строительного материала или при пескоструйной обработке, хотя исторический опыт показывает, что применение медного шлака для этих целей влечет за собой загрязнение мышьяком и свинцом. Категория B2040 в приложении IX к Базельской конвенции включает шлак, возникающий при производстве меди и предназначенный главным образом для использования в строительстве и в качестве абразивного материала, при условии, что он химически стабилизирован, обладает высоким содержанием железа (свыше 20%) и обработан в соответствии с промышленными спецификациями (например, DIN 4301 и DIN 8201). Некоторые виды медных шлаков содержат большие количества поддающегося рекуперации металла, в связи с чем в приложение IX к Базельской конвенции включена категория B1100 – шлаки, возникающие в результате обработки меди, предназначенные для дальнейшей обработки или рафинирования, при условии, что они не содержат мышьяка, свинца или кадмия в опасных концентрациях.

13. Настоящие руководящие принципы адресованы руководителям производств и сотрудникам регулирующих органов; они не предназначены для инженеров-проектировщиков и других технических специалистов, для которых существует специальная литература по рециркуляции металлов. Например, всеобъемлющая монография Henstock<sup>1</sup> содержит подробное описание многих химических процессов, используемых для рекуперации и утилизации цветных металлов, хотя некоторые из описываемых в ней технологий не находят коммерческого применения в силу технических либо экономических причин. В обширном энциклопедическом издании Объединенного исследовательского центра при Европейской комиссии<sup>2</sup> детально рассматриваются современные технические решения в области производства и утилизации цветных металлов.

14. Цель настоящего документа заключается не в том, чтобы служить источником проектно-конструкторской или технологической информации, которая могла бы использоваться в ходе практической деятельности по рециркуляции или утилизации металлов или их соединений. В этих руководящих принципах лишь дается обзор некоторых возможных решений с комментариями по поводу их применения. В случаях, когда планируется рекуперация, рециркуляция и особенно утилизация металлов или их соединений, для обеспечения жизнеспособности инвестиций необходима тщательная работа по технико-экономическому обоснованию, изучению рынка и проектированию, сопровождаемая анализом и оценкой экономических последствий и соответствующих стратегий контроля. Металлы представляют собой товар, являющийся предметом торговли и рециркуляции на мировом рынке; перечисляемые ниже подготовительные шаги должны предприниматься с учетом этого факта.

15. Настоящие руководящие принципы не претендуют на то, чтобы заменять собой внутригосударственные нормы и правила, касающиеся металлов и их соединений, либо служить руководством при выработке таких норм и правил. Имеется в виду, что соответствующие нормативные положения для применения в конкретных случаях будут определяться местными регулирующими инстанциями, в частности компетентными органами по охране окружающей среды. Утилизация, будь то путем выплавки или с помощью гидрометаллургических методов, предполагает наличие высокоразвитой инфраструктуры регулирования. Для целей рециркуляции, и в частности сбора, сортировки и предварительной обработки материалов согласно спецификациям, достаточно куда более простого режима регулирования, в связи с чем этот вариант хорошо подходит для вновь сооружаемых объектов, особенно в развивающихся странах. Авторы руководящих принципов также не ставили перед собой задачу анализа того, чем отходы отличаются от вторичных ресурсов или вторичного сырья. Источником указаний на эту тему может служить разработанный Международной организацией по стандартизации стандарт ISO 14040: 1997, в котором сырье определяется как «первичный или вторичный материал, используемый для производства продукции (промежуточной или конечной)»<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> M.E. Henstock, *The Recycling of Non-Ferrous Metals* (International Council on Metals and the Environment, Ottawa, 1996). [http://www.icmm.com/html/pubs\\_intro.php](http://www.icmm.com/html/pubs_intro.php).

<sup>2</sup> European Commission Joint Research Centre, *Integrated Pollution Prevention and Control (IPPC): Reference Document on Best Available Techniques in the Non-Ferrous Metals Industries* (2000). <http://www.jrc.org/>.

<sup>3</sup> См. <http://www.iso.ch/>.



16. В настоящих руководящих принципах не делалось попыток дать исчерпывающий перечень всех форм металлов и их соединений, которые могут подпадать под действие Базельской конвенции. За этим следует обращаться к тексту Конвенции и ее приложений, а также к вспомогательной документации, подготовленной в государствах-участниках. Необходимо также помнить о возможных различиях между опасными отходами для целей Базельской конвенции (статья 1, подпункт 1 а) и отходами, которые считаются опасными в соответствии с национальным законодательством (статья 1, подпункт b), поскольку речь не всегда идет об одном и том же.

- **Внимание: металлы в мелкокодисперсной форме, т. е. в виде тонко измельченного порошка, могут представлять опасность.**

17. В данных руководящих принципах делается акцент на соответствии рекуперированных и направляемых в продажу материалов установленным спецификациям. Это является обязательным условием продажи любых материалов. Спецификации нередко включают гигиенические нормативы, способствующие развитию экологически чистого производства и охране окружающей среды. В некоторых случаях, однако, спецификации распространяются только на происхождение материалов, т. е. требуют лишь, чтобы материал был получен по стандартной технологии.

18. Спецификации устанавливаются покупателями или продавцами либо определяются путем переговоров между ними. При этом обе стороны могут использовать в качестве основы международно-принятые и опубликованные спецификации. Информацию о них можно получить в Бюро по международной рециркуляции (БМР), [www.bir.org](http://www.bir.org), или в Институте промышленной рециркуляции вторичного сырья (МПРВ), [www.isri.org](http://www.isri.org).

19. Металлы могут рекуперироваться, рециркулироваться или утилизироваться многократно, не утрачивая при этом своих свойств. Прошедшие полный цикл утилизации вторичные металлы неотличимы от первичных.

20. Рекуперация, рециркуляция и утилизация металлов – промышленные процессы, требующие экологического контроля. При рекуперации и рециркуляции (в том смысле, в каком о них говорится в настоящем документе) необходимая степень такого контроля, как правило, является совершенно иной, нежели при утилизации, так как первые два процесса более просты и часто связаны с намного меньшей вероятностью рассеивания загрязняющих веществ в окружающей среде или на производственных объектах.

## **С. Сфера применения руководящих принципов: рассматриваемые темы**

21. Отдельные главы данных руководящих принципов посвящены ряду широких тем:
- источники и применение вторичных металлов, включенных в приложение I;
  - пригодность металлоотходов для рекуперации и утилизации;
  - создание и обустройство предприятия по рециркуляции или рекуперации;
  - экологически безопасные объекты по утилизации;
  - экологические и санитарно-гигиенические соображения;
  - прогноз и оценка экологических последствий;
  - безотходное и экологически более чистое производство;
  - потенциальные факторы экологического риска и их ограничение;
  - закрытие предприятий по утилизации металлов;
  - глоссарий терминов.

## **II. Источники и применение вторичных металлов, включенных в приложение I**

22. Вторичные металлы могут рекуперироваться из металлолома, а также из металлоносной золы, твердых остаточных продуктов, шлака, фильтрационного осадка, дроссов, накипи, окалины, пыли, пудры, шламов, кека и катализаторов. Источниками металлов могут также служить три основных вида металлолома: заводской, или оборотный, лом; отходы металлообработки (обрезки); и амортизационный лом, т. е. отслужившие свой срок детали и изделия.

23. Так называемый заводской, производственный или оборотный лом возникает в процессе металлургического производства. Это могут быть, например, концы металлопроката, удаляемая из литейных ковшей настель, а также обрезки из литейных цехов (литники). В ходе технологического цикла на предприятиях цветной металлургии образуется целый ряд промежуточных, нерафинированных форм металлов или их соединений. Это не отходы, а ценные полуфабрикаты и материал для переработки в ходе следующего этапа рафинирования и утилизации – часто связанного с получением другого металла – на том же предприятии или в другом месте.

24. Отходы металлообработки (обрезки) образуются при изготовлении промежуточной продукции (прутки, болванки, лист, полосы, трубы, профили, плиты, слитки и т. п.) либо при обтачивании или формовке промежуточной и конечной продукции. По форме это могут быть токарная или сверлильная стружка, обрубки, выколотки, обрезки, а также бракованные (не соответствующие спецификациям) детали. Такие отходы являются «чистыми» в том смысле, что они «не были в употреблении» и сделаны из заводского металла, состав которого известен, т. е. идентичен составу закупленного предприятием сырья. Это ценный материал, на который в ряде случаев существует спрос со стороны первичных поставщиков металла. Он также представляет ценность для предприятий по переработке лома. Его рециркуляция осуществляется путем непосредственного повторного использования, в частности путем переплавки.

25. Особого внимания с точки зрения рационального использования отходов заслуживает амортизационный лом. Он образуется из непригодных к дальнейшей эксплуатации изделий и сооружений, т. е. при сносе зданий и сдаче на переработку отслуживших свой срок автомобилей, оборудования и электронных приборов. Часто такие изделия требуют демонтажа или разделки, будь то при помощи измельчительных агрегатов и механических ножниц или с применением ручного инструмента. Содержащиеся в них цветные металлы при этом должны идентифицироваться и подвергаться предварительной обработке и сортировке по спецификациям покупателей, после чего они могут быть реализованы на предмет рециркуляции. Предприятия, закупающие подготовленный таким образом лом, перерабатывают его в металлические заготовки, электроды, гранулы, листовой металл и т. п. В некоторых случаях это новое сырье может подпадать под действие положений Базельской конвенции (приложение VIII) или национальных режимов регулирования.

26. Предприятия по переработке амортизационного лома могут принимать также отходы металлообработки. Токарная и сверлильная стружка, обрубки и другие виды таких отходов, при необходимости прошедшие надлежащую предварительную обработку на заготовительных предприятиях, непосредственно используются в качестве сырья при изготовлении продукции, например, путем прямой переплавки.

27. Большинство цветных металлов, собираемых, сортируемых и распределяемых по категориям для целей рециркуляции, не являются опасными, т. е. не фигурируют в приложении VIII. Большая часть промежуточной и конечной продукции, изготавливаемой из лома цветных металлов, обычно состоит из алюминия, меди, свинца или сплавов на медной, алюминиевой или цинковой основе. Ниже, однако, приводится информация, дающая представление о некоторых источниках амортизационного лома тех металлов, их сплавов и соединений, которые упоминаются в приложении VIII.

## **А. Сурьма**

28. В чистом виде сурьма не используется; она применяется в качестве незначительной по объему, но весьма необходимой легирующей присадки. Наиболее важная область ее применения – в свинцовых пластинах аккумуляторных батарей, где сурьма играет роль упрочняющего элемента. Этот металл также входит в состав припоев и других сплавов, из которых изготавливаются, в частности, типографские шрифты. В небольших количествах сурьма применяется для легирования металла, используемого при производстве подшипников, а также при изготовлении сплавов на основе олова и материалов для декоративной бижутерии. Соединения сурьмы находят применение в качестве катализаторов, красителей, при изготовлении спичек и пиротехнических изделий, а также в качестве ветеринарных средств для уничтожения паразитов. Самое важное из этих соединений – сурьмянистый ангидрид, который служит прежде всего в качестве компонента огнезащитных составов, применяемых при производстве детской одежды, игрушек, в самолетостроении и при обработке обивки для автомобильных сидений. Возможность рециркуляции сурьмы из всех перечисленных источников невелика.

29. При утилизации сурьмяных сплавов входящие в их состав незначительные количества сурьмы обычно не отделяются от основного металла. Так, при плавлении свинцово-сурьмяного сплава системы очистки воздуха чаще всего улавливают пары свинца, но не сурьмы. Свинец плавится при температуре 327°C, а сурьма – 630°C.

30. Возможным исключением является треххлористая сурьма, раствор которой иногда используют для «бронзирования» железа, придания черной окраски цинку и окрашивания древесины. Во всех этих случаях могут образовываться остаточные продукты, малопригодные для рециркуляции, но требующие особого обращения.

31. Попадание чистой сурьмы в отходы крайне маловероятно.

## **В. Мышьяк**

32. Мышьяк образуется в качестве побочного продукта при производстве цветных металлов. В небольших количествах он также присутствует в качестве упрочняющей присадки в свинцовых сплавах, из которых изготавливаются решетки аккумуляторных батарей и оболочки кабелей. Мышьяковые добавки в пропорции до трех процентов улучшают свойства подшипниковых сплавов на свинцовой основе. В еще меньших дозах мышьяк добавляют в некоторые сплавы меди. Мышьяк используется при производстве специальных легкоплавких стекол, в состав которых он входит в полностью связанном виде, а также в качестве микрокомпонента в одной из разновидностей полупроводников. Ни одно из этих применений не представляет интереса с точки зрения рециркуляции мышьяка.

- **Внимание: на поверхности металлического мышьяка быстро образуется белесоватый налет окиси. В маловероятном случае обнаружения металлического мышьяка ни в коем случае не следует пытаться рециркулировать его без привлечения специалистов. Окись мышьяка, как и многие другие его соединения, высоко токсична. Плавкой этого металла должен заниматься только специализированный технический персонал.**

33. В сверхмалых количествах мышьяк находит целый ряд применений в электронной промышленности. Его используют для получения кристаллов арсенида галлия (применяемых в мобильных телефонах, лазерах и т. п.), в качестве легирующего элемента в составе кремниевых пластин, а также при синтезе газообразного арсина (H<sub>3</sub>As), необходимого для производства материалов сверхрешетчатой структуры и высокопроизводительных интегральных схем. Добавки металлического мышьяка также повышают коррозионную стойкость медных сплавов и их прочность на растяжение и упрочняют внутренние элементы конструкции свинцовых аккумуляторных батарей. При обращении с содержащими мышьяк отходами необходимо соблюдать осторожность, так как этот металл подвержен выщелачиванию и имеет относительно низкую температуру кипения (614°C).

34. Соединения мышьяка используются в качестве инсектицидов, консервантов древесины, красителей для стекла и керамики, а также ветеринарных препаратов. Наибольшие количества мышьяка потребляются промышленностью в виде мышьяковистого ангидрида, прежде всего при изготовлении консервантов для прессованной древесины. Возможность рециркуляции при этом весьма невелика.

35. Попадание чистого мышьяка в отходы крайне маловероятно.

## **С. Бериллий**

36. Бериллий служит легирующей добавкой к меди и никелю (в пропорции до 2%) при изготовлении пружин, электрических клемм, подшипников для авиационных шасси, пресс-инструментов для формования пластмасс, нефтеразведочного и бурового оборудования, держателей электродов в устройствах для точечной сварки, а также безопасного инструмента. В чистом виде бериллий применяется в ядерном оружии, в космических аппаратах, в отражателях излучения для ядерных реакторов, окнах рентгеновских трубок, системах инерционного наведения и других высокоточных приборах. Оксид бериллия (BeO) используется в некоторых электронных приборах в качестве поглотителя тепла. Рециркуляция бериллия возможна из отходов механической обработки бериллиево-медных сплавов, а также из значительных количества списываемой военной техники, в которой имеются детали из металлического бериллия. Оксид бериллия может в небольших количествах высвободиться при рециркуляции электронной

аппаратуры; его следует рекуперировать или иным образом изолировать от окружающей среды. В руки неспециалистов металлический бериллий попадает крайне редко.

- **Внимание: бериллий в форме компактного металла, будь то в чистом виде или в сплавах, не представляет опасности при работах с ним. Опасность, включая риск заболевания бериллиозом, возникает при контакте с бериллием или оксидом бериллия в форме взвешенных в воздухе мелких частиц, способных попадать в органы дыхания. Работы по механической резке, машинной обработке, нагреванию, плавке или сжиганию этих материалов должны выполняться только техническими специалистами в специальных цехах. Достаточно большая часть бериллиевых сплавов и металлического бериллия, встречающихся в составе отходов, пригодна для продажи без какой-либо предварительной обработки. Эти материалы вполне можно брать руками в рукавицах. См. также раздел, касающийся меди.**

37. Бериллиевые соединения помимо оксида бериллия в своем большинстве могут быть отнесены к разряду “лабораторных курьезов”, т. е. встречается крайне редко. Вместе с тем, поскольку бериллий в сверхмалых концентрациях присутствует в ломе почти всех электронных приборов (а в очень небольшом числе таких приборов содержится и в более значительных количествах), ему должно уделяться внимание в процессе широко практикуемой рециркуляции такого лома на предмет извлечения меди и драгоценных металлов. При низких уровнях содержания бериллия (<0,1%), обычно характерных для лома электронной аппаратуры, особых предосторожностей, как правило, не требуется, и в отходах, направляемых на рекуперацию меди, допускается присутствие микропримесей бериллия и его промежуточных соединений. Однако переплавка лома с более высоким содержанием бериллия может быть связана с риском вдыхания его паров, выделяемых образующимся шлаком; для снижения этой опасности следует применять вытяжную вентиляцию и воздушные фильтры.

## D. Кадмий

38. Металлический кадмий служит в настоящее время в основном для производства никель-кадмиевых батарей. В странах Северной Европы на сегодняшний день запрещено его использование в качестве материала для антикоррозийных покрытий, компонента красителей и химических стабилизаторов, хотя в других государствах он еще находит некоторое применение для этих целей. Кроме того, кадмий входит в состав деталей электронной аппаратуры (в частности, полупроводников), а также управляющих стержней ядерных реакторов. Крупным источником диффузного загрязнения окружающей среды кадмием могут быть удобрения, получаемые из фосфорсодержащих руд. Например, присутствие примесей кадмия в почвах, используемых для земледелия в Австралии, в значительной степени объясняется применением фосфатных удобрений. За последние десять лет австралийским производителям удобрений удалось значительно снизить содержание кадмия в своей продукции, в качестве местного сырья для которой сейчас используются фосфориты с более низкой концентрацией этого металла (<http://www.cadmium-management.org.au/>). В США Агентством по охране окружающей среды (АОС США) установлена предельно допустимая норма концентрации кадмия в цинковых микроудобрениях, изготавливаемых из содержащих цинк рециркулированных отходов, которая составляет 1,4 мг/кг (частей на миллион) кадмия на каждую единицу (1%) концентрации цинка (<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/recycle/fertiliz/index.htm>).

39. Примерно три четверти общего потребления кадмия приходится на производство никель-кадмиевых батарей, которые после их использования легко поддаются сбору и рециркуляции, а потому служат также основным источником вторичного кадмия. Кроме того, кадмий является побочным продуктом выплавки цинка и может в некоторых количествах рекуперироваться из колошниковой пыли, образующейся при переплавке изделий из оцинкованной стали в электродуговых печах. Рекуперация кадмия из батарей и колошниковой пыли – сложный и опасный технологический процесс, который должен осуществляться только на специальных объектах. Кадмий может также регенерироваться из осадка, удерживаемого очистными системами гальванических цехов. Такой осадок образуется при очистке технических сточных вод.

- **Внимание: при обнаружении металлического кадмия не следует допускать образования кадмиевой пыли или паров, что возможно, например, при его механической обработке или плавке. К работам по плавке металлического кадмия должны допускаться только технические специалисты.**

## **Е. Соединения шестивалентного хрома**

40. Хром используется в качестве легирующего элемента при производстве стали, жаропрочных сплавов на базе никеля и кобальта, алюминиевых сплавов, сплавов с высоким электрическим сопротивлением, зерна и порошков для твердосплавного покрытия, а также при гальванической обработке. В ходе работ с металлическим хромом и его сплавами особых мер предосторожности не требуется.

41. Содержащие хром металлоизделия, например, из нержавеющей стали или жаропрочных сплавов, являются весьма ценным сырьем для рециркуляции. В наибольших количествах хром рециркулируют в составе нержавеющей стали путем переплавки в новые изделия из нее же. Металлический хром в чистом виде встречается и рециркулируется редко.

42. Соединения шестивалентного хрома ( $\text{Cr}^{6+}$  или  $\text{Cr(VI)}$ ) обладают опасными свойствами. В виде таких соединений хром входит в состав гальванических электролитов, откуда его можно выделить добавлением специальных реагентов. При этом, однако, хром может частично задерживаться в растворе и не удаляться с промывной водой. Если содержащийся в электролите  $\text{Cr}^{6+}$  подвергнут химическому восстановлению («отравлен»), то в дальнейшем возможна рекуперация хрома из осадка, образующегося при очистке сточных вод. Хотя требуемой чистоты и концентрации конечного продукта бывает нелегко достичь в пределах себестоимости, которая делала бы этот процесс экономически выгодным, рециркуляция  $\text{Cr}^{6+}$  все же возможна при наличии соответствующих условий. В большинстве крупных цехов по нанесению гальванопокрытий промывная вода в той или иной мере рециркулируется. Кроме того, вполне возможны многочисленные ситуации, когда с экологической точки зрения самым практичным решением будет рециркуляция содержащих шестивалентный хром отходов без предварительного химического восстановления (либо непосредственно на предприятии, либо, если это позволяют химические и физические свойства отходов, – на заводе по производству хромосодержащих химикатов). Там, где удается обнаружить присутствие соединений  $\text{Cr}^{6+}$ , их количество обычно крайне мало; что касается деревообрабатывающей промышленности, то в обработанной древесине хром содержится почти только в трехвалентной форме (>99,9%), тогда как шестивалентный хром из-за наличия в составе древесины естественных восстановителей бывает трудно найти в ней даже в микроскопических количествах.

43. Шестивалентный хром находит применение благодаря своим консервирующим свойствам и используется также в качестве растворимой соли при хромировании изделий гальваническим способом. В кожевенной промышленности обычно применяются вещества, содержащие хром в трехвалентной форме (например, хромовые квасцы ( $\text{KCr(SO}_4)_2$ )). При обработке древесины в роли консерванта выступает не шестивалентный хром (если хром вообще способен выполнять эту роль). Хром используют в качестве закрепителя, причем в правильно обработанной закрепителем древесине он присутствует в трехвалентной форме. При этом химически связанный трехвалентный хром, содержащийся в обработанной древесине, сильно отличается по своим свойствам от хрома, входящего в состав хромовой кислоты или других соединений его шестивалентной формы, использованных в процессе обработки.

44. Хром может регенерироваться из осадка, удерживаемого очистными системами гальванических цехов. Такой осадок образуется при очистке технических сточных вод. Хром также может регенерироваться из ряда различных отработанных катализаторов и металлических порошков.

## **Ф. Соединения меди**

45. Большинство соединений меди не опасны и поэтому включены в приложение IX к Конвенции. В приложении VIII указано лишь несколько из них. Металлическая медь и медные сплавы (например, латунь и бронза) представляют большую ценность с точки зрения рекуперации, рециркуляции и утилизации. Как и цинк (пункт 63 ниже), медь входит в число важнейших химических элементов.

46. Перечисленные в приложении VIII соединения меди весьма редко встречаются в отходах, пригодных для рециркуляции. Некоторые из них являются промежуточными продуктами или технологическими химикатами в процессе металлургического производства; многие такие соединения вообще не покидают пределов металлургических предприятий, где обычно происходит и их утилизация. Исключение составляют содержащие медь отработанные травильные растворы, использованные при изготовлении монтажных плат для электронной

аппаратуры. Эти растворы можно регенерировать и использовать вновь, т. е. рециркулировать. Связанные с этим, а также с другими способами рекуперации меди химические процессы должны осуществляться на специализированных предприятиях, в роли которых иногда выступают сами поставщики травильных растворов.

- **Внимание: блоки или лом электротехнических и электронных деталей, содержащие опасные компоненты, требуют особого обращения. При сжигании лома электротехнических и электронных деталей, как и при сжигании кабелей, выделяются опасные летучие вещества, что делает необходимым экологический контроль. Электрический провод сжигать не следует; вместо этого его необходимо очищать от изолирующих материалов. После такой очистки переплавка электрического провода не связана с каким-либо риском, так как он состоит из меди очень высокого качества.**

47. Медь может также утилизироваться из различных шлаков, золы, дроссов, катализаторов и пыли, равно как и из осадка, образующегося при очистке сточных вод гальванических цехов. Она представляет собой один из наиболее широко используемых, рекуперлируемых, рециркулируемых и утилизируемых материалов, отчасти благодаря характерному внешнему виду этого металла и его сплавов, облегчающему их извлечение из массы отходов.

- **Внимание: при плавке меди необходимо современное оборудование для защиты окружающей среды от загрязнения. Медь, извлекаемая из лома электронных изделий, может содержать бериллий, который опасен для здоровья и должен улавливаться воздухоочистительными системами.**
- **Внимание: если в целях рекуперации меди содержащий ее лом электронных изделий размалывается, то этот процесс необходимо контролировать на предмет улавливания пыли. Образующаяся при размолу пыль может содержать бериллий.**

## **Г. Свинец**

48. Свинец входит в состав земной коры практически повсеместно, и во многих странах имеются богатые месторождения свинцовых руд. Как сравнительно легкоплавкий металл, отличающийся высокой ковкостью, свинец использовался в разнообразных целях уже в самую раннюю историческую эпоху. Сегодня основной вид его применения связан с производством автомобильных аккумуляторов. Соответственно, потребление свинца увеличивается по мере роста экономики страны и ее автомобильного парка.

49. К середине 1980-х годов подход к использованию свинца существенно изменился в силу санитарно-экологических соображений. Его применение на производстве, не связанном с выпуском аккумуляторных батарей, продолжает сокращаться. В США, например, 88% всего потребляемого свинца используется для изготовления аккумуляторов. Только из использованных батарей было рекуперировано около миллиона тонн этого металла, что эквивалентно 61% общего объема его потребления в США. 76% всего свинца, произведенного в Соединенных Штатах Америки в 1999 году, имели вторичное происхождение. В том же году количество свинца, рекуперированного из свинцовых аккумуляторов в одних лишь США, составило 18% от общемирового объема его производства. Эти цифры наглядно показывают, насколько важным и технически несложным делом является рециркуляция свинца.

50. В мировом масштабе основными источниками вторичного свинца для целей рециркуляции служат использованные свинцовые аккумуляторы (автомобильные, судовые и стационарные), отходы металлургического производства в виде сажи и шлаков, а также оболочка кабелей (свинец в твердой форме, см. приложение IX). При рекуперации свинца из отработавших батарей необходимы специальные меры предосторожности: так, недопустимы их ручная разделка (например, топором) и открытое сжигание. Своим решением VI/22 Конференция Сторон Базельской конвенции утвердила Технические руководящие принципы экологически обоснованного использования отходов свинцовых аккумуляторных батарей. Дополнительную информацию можно найти на сайте [www.ilmc.org](http://www.ilmc.org); Конференцией Организации Объединенных Наций по торговле и развитию представлен ряд документов об опыте оказания ею помощи развивающимся странам в более эффективном налаживании сбора аккумуляторных батарей,

модернизации объектов по их переплавке (в целях улучшения технических, а также экологических характеристик) и увеличении объемов рециркуляции (см. [www.unctad.org](http://www.unctad.org)). На переправку использованные батареи принимаются вместе с содержащимся в них сульфатом свинца, что устраняет необходимость в его предварительном извлечении.

51. Рециркуляция свинцовых аккумуляторов важна еще по одной причине: благодаря ей свинец не попадает в отходы, направляемые на окончательное удаление. При захоронении свинцовых аккумуляторов на неизолированных свалках свинец, если он не оказывается химически связанным и не задерживается в окружающей почве, может попадать в грунтовые воды.

52. Свинец можно извлекать из осадков, удерживаемых очистными сооружениями при обработке сточных вод гальванических цехов. Его также можно регенерировать из использованного припоя, однако рециркуляция свинцово-оловянных припоев может быть крайне опасной из-за вероятного выделения диоксинов, бериллия, мышьяка, изоцианатов и свинца как такового.

53. Источником свинца для утилизации могут быть электронно-лучевые трубки, например от мониторов персональных компьютеров. С этой целью колбы электронно-лучевых трубок в разбитом виде направляют на соответствующие предприятия в целях утилизации стекла или свинца; при этом следует тщательно избегать контакта работников с токсичными люминофорами, а также риска заболевания силикозом. В качестве альтернативы стекло можно использовать в качестве флюса при выплавке свинца. В любом случае в цехах, где производится рекуперация свинцовосодержащего стекла из электронно-лучевых трубок, необходимо соблюдать большую осторожность при отрезании такого стекла от остальных деталей трубки, не допуская образования мелкой стеклянной пыли, способной попадать в органы дыхания.

54. Небольшие количества соединений свинца могут включаться в состав некоторых пластмасс, хотя от этого сейчас постепенно отказываются. Несколько таких соединений находят применение в ветеринарии. Окислы и хроматы свинца иногда используют для приготовления специальных красок, предназначенных для наружных работ (например, окраски мостов), так как это придает им превосходные антикоррозийные свойства. Тетраэтилсвинец может служить противодетонационной присадкой к топливу, хотя его применение для этих целей сокращается. Оно уже прекращено в большей (по численности населения) части стран мира (<http://www.ilmc.org/>). Свинец до сих пор широко используют при производстве проводов, покрытых полихлорвиниловой оболочкой (2% – 5%); об отказе от этого применения свинца речь пока не идет. Содержащийся в таких проводах свинец не рециркулируется, а высвобождается в окружающую среду в случае сжигания проводов или их изоляционной оболочки.

- **Внимание: плавка рекуперированного свинца, и особенно аккумуляторных батарей, не должна производиться на открытом воздухе и может осуществляться только в специально оборудованных цехах. Занятый ею персонал должен пользоваться индивидуальными средствами защиты, в частности респираторами установленного образца. В конце рабочего дня работники должны принимать душ и переодеваться во избежание загрязнения свинцовой пылью жилых помещений.**

55. Свинец в количествах до 3% может включаться в состав латуни для облегчения ее механической обработки. В латуни свинец почти не растворяется: он рассеивается в ней в виде мелких сферических капель. При последующей обработке свинец благодаря своей низкой температуре плавления способен выполнять роль смазки, уменьшая трение между заготовкой и инструментом. Это сокращает износ оборудования и улучшает внешний вид готовых изделий. В Европе около двух третей общего объема производства свинцовой латуни приходится на переплавку вторичного сырья; половину этого сырья составляют отходы механической обработки, принимаемые на утилизацию поставщиками. Работники цехов латунного литья должны соблюдать меры предосторожности, аналогичные применяемым на свинцовых производствах, хотя требования в данном случае менее строгие ввиду значительно меньшей концентрации свинца. Свинец используется в качестве легирующей добавки и к другим металлам, например алюминию – главным образом для более легкой их обработки.

## Н. Ртуть

56. Ртуть – уникальное явление природы: единственный металл, пребывающий в жидком состоянии при комнатной температуре. Благодаря этой ее исключительной особенности, и в частности связанному с ней свойству ртути равномерно расширяться при нагревании и хорошо проводить электрический ток, она находит ряд специализированных применений, в том числе в лабораторном оборудовании. Ее используют также при изготовлении осветительных приборов и в химическом производстве; применение ртути в сухих батареях и в электродах для электролитических аккумуляторов постепенно прекращается. В основном ртуть применяют для производства промышленных химикатов, электротехнических и электронных изделий, включая появившиеся недавно компьютерные мониторы и телевизоры с плоским экраном. Ртуть входит в состав флуоресцентных трубок, используемых для освещения. На обычные предприятия по рекуперации/рециркуляции цветных металлов ртуть попадает редко. На некоторых кустарных промыслах ее до сих пор используют для выделения золота из руды путем амальгамации, однако эта практика не является экологически оправданной. Из элементарной ртути в природных условиях может образовываться метилртуть – один из самых серьезных источников токсической опасности, известных человеку. Этим обусловлены серьезная ответственность и риск для предприятий, занимающихся удалением/рециркуляцией содержащих ртуть отходов.

- **Внимание: пары ртути опасны для здоровья. Содержащие ее емкости должны быть плотно закрыты, а все операции с металлической ртутью следует проводить в хорошо вентилируемых помещениях либо в замкнутых системах во избежание накопления ртутных паров в окружающем воздухе. Это особенно важно, если в ходе таких операций ртуть нагревается выше комнатной температуры. Существуют и факторы, представляющие более общую опасность для здоровья населения.**

57. Ртуть применяется в стоматологии для изготовления зубных пломб. В весьма умеренных количествах соединения ртути используются в ветеринарии, при производстве взрывчатых веществ, пиротехнических изделий и специализированных бактерицидных средств. Некоторые из ее соединений пригодны для рециркуляции – например, стоматологические амальгамы и каломель (хлористая ртуть), рециркулируемые как компоненты фармацевтических препаратов. Природная ртуть входит в качестве микропримеси в состав некоторых руд и улавливается оборудованием для очистки дымовых газов в цехах по выплавке цинка, меди и свинца.

58. Металлическая ртуть может рециркулироваться на специальных объектах путем вакуумной дистилляции. Однако рециркуляция ртути – потенциально опасный процесс, в связи с которым уже имели место трагические случаи: так, в начале 1990-х годов в Южной Африке отравление ртутью стало причиной гибели трех работников и заболевания еще по меньшей мере 20 человек. Рециркуляция является важным способом получения ртути: именно она служит основным внутренним источником этого металла в США. Поскольку ртуть по-прежнему применяется в ряде изделий и технологий, ее рециркуляция, возможно, будет сохранять свое значение, позволяя свести к минимуму первичное производство ртути. В целях вывода ртути из производственного и потребительского цикла некоторыми странами рассматриваются варианты ее окончательного удаления – например, помещение в контролируемые защищенные наземные хранилища с возможностью последующего извлечения и одновременное принятие соответствующей политики в области производства, сбыта и использования ртути. Растет число применений ртути, от которых постепенно отказываются в развитых государствах, но которые все шире практикуются в развивающихся странах, где возможности для правильного обращения с отходами ртути обычно весьма ограничены.

## И. Селен

59. Содержащие селен отходы образуются на предприятиях по рафинированию меди (анодные шламы), а также накапливаются в газоочистных системах цехов по выплавке никеля, производству сплавов и т. п. Селен используется в качестве легирующего металла – особенно вместо свинца в составе легкообрабатываемой латуни для водопроводной арматуры. Его применяют также при изготовлении электрических выпрямителей (хотя здесь ему на смену все чаще приходит кремний), для легирования сплавов, в красящих порошках для ксерокопировальных машин (где его все чаще



заменяют органическими соединениями) в составе красителей, а также для тонирования стекол. Он играет большую роль в качестве кормовой добавки в животноводстве и в качестве средства профилактики раковых заболеваний у человека: селен – необходимое питательное вещество, включаемое в рецептуру дополняющих рацион витаминных препаратов. Несколько соединений селена применяются в ветеринарии. Количества селена, подлежащие рециркуляции, крайне малы или близки к нулю.

## **Ж. Теллур**

60. Теллур – сравнительно редкий химический элемент, также являющийся побочным продуктом производства меди. Его используют для легирования железа и стали (в пропорции до 0,1%; основной вид применения), в составе термоэлектрических сплавов, при изготовлении запального шнура для взрывных устройств, при производстве катализаторов, в процессах вулканизации и в качестве красителя для стекла и керамики. Высокоочищенный теллур входит в состав полупроводников. Для производства красителей вместо теллура как такового могут использоваться его соединения. Количества теллура и его соединений, подлежащие рециркуляции, крайне малы или близки к нулю.

## **К. Талий**

61. Талий и его соединения – высоко токсичные вещества, за которыми установлен строгий контроль во избежание опасности для человека и окружающей среды. Он находит ограниченное применение в качестве легирующей добавки к ртути при изготовлении электропереключателей для космических аппаратов, а также в сложной электронной аппаратуре. Некоторые радиоактивные соединения талия используются в медицинской диагностике. Возможность поступления талия или его соединений на рециркуляцию практически исключена.

- **Внимание: при обнаружении где-либо металлического талия или его соединений к ним не следует прикасаться из-за их высокой токсичности. Необходимо поставить в известность компетентные органы.**

62. Сульфид талия используют в качестве крысиного яда, а сульфат талия – в качестве инсектицида и пестицида. Несколько радиоактивных соединений талия применяются в медицинской диагностике. Возможность поступления талия или его соединений на рециркуляцию практически исключена. На основе талия в настоящее время начинают получать материалы, обладающие высокотемпературной сверхпроводимостью и предназначенные для новейших электронных приборов, в которых используется этот эффект.

## **Л. Соединения цинка**

63. На долю рециркуляции приходится около одной трети общего производства цинка. Цинк – вещество, необходимое для здоровья человека и незаменимое в современной жизни. По физическому объему производства в мировом масштабе он занимает четвертое место, уступая лишь железу, алюминию и меди. Около трех четвертей производимого цинка используется в виде чистого металла – прежде всего для антикоррозийного покрытия железа и стали (производство оцинкованных металлоизделий), для легирования бронзы и латуни, производства сплавов на цинковой основе для литья под давлением, а также цинкового проката. Оставшаяся четверть потребляется в виде соединений (преимущественно окиси) цинка, в основном в каучуковой, химической, лакокрасочной промышленности и агроиндустрии. Цинк необходим для полноценного роста и развития человеку, животным и растениям; это второй по распространенности после железа микроэлемент, входящий в естественных условиях в состав человеческого организма. Окись цинка применяется в качестве медикамента<sup>4</sup>.

64. Из-за больших различий в характере цинкового лома, а также уровнях содержания в нем цинка как такового технологии его рециркуляции могут быть весьма разнообразными. Для рециркуляции чистого, заводского лома, такого, как обрезки латуни и цинкового проката или бракованные формы для литья под давлением, чаще всего достаточно простой переплавки. При обработке смешанного измельченного лома цветных металлов цинк отбирают вручную

<sup>4</sup> Из всех соединений цинка окись цинка производится в наибольших количествах и поступает в продажу в очень чистом виде.

или магнитным способом. Благодаря сравнительно низкой температуре плавления цинк можно отделить от некоторых других металлов в специальных печах для вытопки<sup>5</sup>. Из колошниковой пыли, образующейся при электродуговой плавке, цинк рекуперируется в основном посредством вельцевания во вращающихся печах.

65. В приложение VIII к Базельской конвенции включены соединения цинка, но не сам этот металл. Лишь очень немногие из его соединений являются опасными веществами<sup>6</sup>. Рециркуляция содержащей цинк золы и дроссов широко распространена; согласно ряду источников, концентрация свинца в таких дроссах может быть достаточной для появления у них свойств, о которых говорится в приложении III. Однако количество свинца и кадмия в золе и дроссах зависит от их количества в цинке, которое, как правило, является небольшим или микроскопическим; соответственно, значительная часть цинка, используемого в процессах непрерывного цинкования, образует золу и дроссы, безусловно не подпадающие ни под один из критериев приложения III.

66. «Зола» и «дроссы» – широко распространенные в металлургии термины. Например, под «золой», образующейся при плавке цинка, понимают не продукт горения какого-либо материала, а верхний слой расплавленного цинка, подвергшейся окислению на воздухе. Такая зола после ее вывода с поверхности представляет собой чистую смесь металлического цинка с цинкитом, т. е. вполне пригодна для рециркуляции. Дроссы состоят из накипи и остатков, накапливающихся в чанах для плавки цинка, и являются богатым источником металла для рекуперации и повторного использования. При непрерывном цинковании, когда в качестве легирующей присадки применяется алюминий, образуются дроссы, не содержащие свинца. В то же время технологии горячего цинкования погружением, при которых используются цинк марки «Прайм уэстерн» или ванны со свинцовым дном, обычно сопровождаются образованием золы, накипи и шламов, содержащих свинец в опасных концентрациях.

67. Еще одним источником цинка является пыль, улавливаемая системами очистки воздуха при плавке стали в электродуговых печах. Значительную часть сырья для этих печей составляют измельченные кузова старых автомобилей. В современном автомобилестроении используется оцинкованная (гальванизированная) листовая сталь. Испаряясь в электродуговых печах, цинк задерживается газоочистительными устройствами; его рециркуляция возможна только в специальных цехах. Хотя ряд влиятельных регулирующих органов относит образующуюся таким образом мелкодисперсную пыль к разряду опасных продуктов из-за содержащихся в ней кадмия и свинца, она может быть переработана в цинковые микроудобрения. Так, около половины цинковых удобрений, производимых в США, являются продуктами переработки опасных промышленных отходов, которые могут включать пыль от очистки воздушных выбросов электродуговых печей и цехов латунного литья, а также золу установок по энергетической утилизации автомобильных покрышек. Цинковые удобрения, производство которых из отходов регулируется нормами АОС США, обычно применяются в небольших количествах (несколько килограммов на гектар в год) для обработки земель под такие культуры, как кукуруза, картофель и плодовые деревья. Соответствующие нормы ограничивают содержание опасных металлов в удобрениях из вторичного цинка исходя из проверенных практикой технических критериев, а также устанавливают пределы концентрации диоксинов на основе их фоновых уровней в почвах.

### **III. Пригодность металлоотходов для рекуперации и утилизации**

68. К металлоотходам, подлежащим рекуперации и утилизации, в целом относятся материалы, которые содержат металлы в чистом виде или в виде соединений либо из которых они могут быть легко получены. Смешивание с другими материалами может приводить к появлению примесей, удаление которых удорожает процесс очистки, а сохранение может отрицательно повлиять на ход последующих технологических процессов или конечные свойства того или иного металла или его соединения. Существуют, однако, металлургические технологии, рассчитанные на переработку смешанного сырья из различных металлов и других материалов. Примерами технологий разделения, часто позволяющих извлекать из таких смесей чистые металлы, являются электролиз

<sup>5</sup> Печи для вытопки (называемые также печами с сухим подом) используются для разделения металлов с разной температурой плавления в процессе плавки.

<sup>6</sup> В некоторых источниках к опасным веществам справедливо относят триэтилцинк. Это соединение входит в состав боевых взрывчатых веществ и существует в чистом виде только в лабораторных условиях. О рециркуляции применительно к нему речь не идет.

(особенно для меди и цинка), выпаривание/отгонка/возгонка (особенно для кадмия и ртути) и шлакование (особенно для свинца).

69. Вопрос о рекуперации того или иного металла обычно решается путем коммерческой оценки перспектив его повторного использования на экономически выгодных условиях. Потребители металла всегда имеют возможность закупать его у первичных поставщиков, и металл, производимый из вторичного сырья, должен выдерживать рыночную конкуренцию с первичным металлом. К факторам, определяющим жизнеспособность проектов по рециркуляции и утилизации, относятся<sup>7</sup>:

- изначальная чистота рекуперированных металлов;
- спрос на продукты рециркуляции и утилизации и их предложение на рынке;
- стоимость того или иного металла в денежном выражении;
- затраты на сбор и перевозку;
- затраты на сортировку и переработку, необходимые для повторного использования металла;
- затраты на специальные или дополнительные меры по защите работников и окружающей среды, необходимые ввиду особенностей того или иного материала;
- издержки, связанные с соблюдением дополнительных экологических норм, которые могут действовать в отношении данного материала;
- затраты на окончательное удаление, избежать которых позволяет рециркуляция;
- затраты на удаление возможных остаточных продуктов по завершении процессов рециркуляции и утилизации.

Другими определяющими факторами являются меньшая по сравнению с первичным производством энергоёмкость, а также наличие источников вторичного сырья на длительную перспективу; последнее необходимо учитывать при инвестировании в конкретные технологии и мощности по рециркуляции, так как для сохранения конкурентоспособности они в дальнейшем будут нуждаться в постоянной загрузке.

70. Рекуперация, рециркуляция и утилизация цветных металлов широко практикуются в современном мире<sup>8</sup>. Таблица 1 дает некоторое представление о масштабах рекуперации ряда цветных металлов. Эксплуатируемые без соблюдения природоохранных норм металлургические заводы могут быть крупными точечными источниками загрязнения; данные об уровнях выбросов, типичных для металлургических предприятий в странах Организации экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), можно найти на сайте [http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri\\_home\\_e.cfm](http://www.ec.gc.ca/pdb/npri/npri_home_e.cfm).

71. Некоторые из данных, приведенных в таблице 1, относятся только к США, так как по другим странам аналогичная информация отсутствует; часть этих цифр уже устарела, однако это самые свежие данные, имеющиеся на сегодняшний день. Так или иначе, процент рециркуляции цветных металлов, как правило, высок, что позволяет судить о связанной с этим экономической выгоде. Для полноты картины в таблице приведены также данные о мировом производстве и цифры по нескольким металлам, фигурирующим в приложении IX<sup>9</sup>.

72. К такому показателю, как процент рециркуляции, следует подходить с осторожностью в силу ряда причин. Основная часть соответствующих металлов (т. е. первичных изделий из них, рециркулируемых в виде лома) была произведена годы или десятилетия тому назад. Процент рециркуляции часто рассчитывают по сравнению с современными уровнями потребления, которые могут быть намного выше, чем во времена первичного производства этих металлов. Как показывает арифметика, при росте общего производства металла доля рециркуляции в

<sup>7</sup> См. М. С. Campbell, *Non-ferrous Metals Recycling* (International Council on Metals and the Environment, Ottawa 1996).

<sup>8</sup> Эти металлы рециркулировались уже в бронзовом веке (Ближний Восток, 4500 год до н. э.), так как считались слишком ценными для одноразового использования. В этом отношении ничего не изменилось и по сей день.

<sup>9</sup> Данные по: М. С. Campbell, *Non-ferrous Metals Recycling* (International Council on Metals and the Environment, Ottawa, 1996), [http://www.icmm.com/html/pubs\\_intro.php](http://www.icmm.com/html/pubs_intro.php); Н. Alter, "Industrial Recycling and the Basel Convention" (*Resources Conservation and Recycling*, Vol. 19, pp. 29-53, 1997), где приводятся цифры Горного бюро США; United States of America Geologic Survey, *Minerals Yearbook* (United States of America Department of Commerce, Government Printing Office, Washington D.C., 2000).

этом производстве может снижаться даже несмотря на увеличение ее физических объемов. Реальный процент рециркуляции должен представлять собой соотношение между общим количеством металла, содержащегося в отслуживших свой срок изделиях, и той его частью, которая попадает на рециркуляцию. Речь идет о сопоставлении количества металла, имеющегося в наличии для рециркуляции, с тем его количеством, которое покидает замкнутый цикл по тем или иным причинам (малопригодное для рециркуляции физическое состояние или просто вывоз металлолома на свалки).

73. Возможность массовой рециркуляции цветных металлов и их широко распространенных остатков (металлоносные остатки часто состоят из соединений того или иного металла, например, окислов или комплексных кремнекислых солей, входящих в состав шлака) ограничивается лишь немногими факторами.

74. Исходный материал должен иметься в достаточном количестве и обладать достаточной ценностью, чтобы рекуперация была экономически оправданной. При этом должны учитываться альтернативные издержки, с которыми было бы связано использование первичных материалов, а также затраты на удаление отходов. Предпочтительным иногда оказывается накопление более значительных количеств в течение более долгого времени или из источников на более обширной территории. Существенным фактором могут быть транспортные расходы, особенно в случаях, когда процент содержания нужного металла в перерабатываемом сырье невелик. Для выяснения практической целесообразности рекуперации часто бывает достаточно даже простого анализа себестоимости. Соответствующие глобальные объемы для каждого металла, рассматриваемого в данных руководящих принципах, а также его соединений, варьируются в очень широких пределах – от тысяч тонн до всего нескольких сот килограммов в год.

75. При определении пригодности металлов и их соединений для рекуперации крайне важно проконсультироваться с конечным пользователем, т. е. с предприятием по рециркуляции или утилизации металла. Необходимо выяснить ограничения и спецификации по количеству, физической форме, допустимым и недопустимым компонентам, а также требования по обеспечению качества. На практике аффинажные заводы часто указывают максимальные уровни содержания примесей в принимаемых на переработку металлоотходах; при этом от количества примесей зависит предлагаемая за отходы цена (т. е. экономическая жизнеспособность проекта). Например:

- предприятие по рафинированию никеля может принимать никелевые отходы, в состав которых входит медь, по ценам, зависящим от количества медных примесей, но при этом строго ограничивать количество примесей цинка;
- медеплавильный завод может принимать медные отходы с небольшой примесью никеля, а также цинка, олова и свинца, но, вероятно, установит жесткие пределы содержания в них ртути, бериллия, висмута, хрома и натрия;
- производители нержавеющей стали могут принимать смешанный лом, состоящий из железа, никеля и хрома в определенной пропорции;
- некоторые химические формы металлов, в частности галогениды и цианиды, могут становиться пригодными для металлургических предприятий только после преобразования в другие соединения – например, в гидроксиды.

76. Наиболее подходящими для рекуперации и утилизации являются отходы, которые состоят из чистого металлолома (либо только из определенных соединений металлов, что встречается редко) или из которых металлы могут быть легко выделены. В спецификациях покупателя подробно указываются примеси, содержание которых должно контролироваться. Во всех случаях желательно заранее обеспечивать сортировку (или иную подготовку) отдельных металлов и сплавов либо приемлемого по составу смешанного лома для целей рециркуляции. Например, смешанный медно-цинковый лом подходит для цехов латунного литья.

77. Существуют технологии, специально рассчитанные на эффективную переработку смешанного сырья. Так, на некоторых медеплавильных комбинатах дополнительно установлено специализированное очистное оборудование, позволяющее использовать печатные электронные схемы в качестве сырья для рекуперации драгоценных металлов, меди и других металлов.

78. Спецификации распространяются также на отходы металлообработки, что важно для производителей, заинтересованных в реализации таких отходов, так как требует от них контроля за чистотой производственного процесса.

79. Некоторые металлы могут рекуперироваться даже из недостаточно отсортированного лома. Например, специализированные меднолитейные предприятия могут закупать лом водопроводной арматуры, в состав которого входят медь, латунь и некоторые количества свинца (припой). Заводы по выплавке вторичной меди принимают такой лом без ограничений, поскольку в качестве побочной продукции они производят также свинец или содержащие его материалы.

80. Сложные смеси металлов (а также их соединений) редко встречаются где-либо кроме первичных производств цветной металлургии. Такие смеси образуются в процессе рафинирования и выплавки металлов. Их переработка и разделение на составляющие являются частью единого технологического процесса (руды всех цветных металлов за исключением алюминия содержат по два и более таких металла; для их выплавки применяется многоступенчатая технология, при которой остаточные продукты получения одного металла служат сырьем для получения следующего).

81. Несколько цветных металлов могут рекуперироваться из шламов, остающихся при очистке сточных вод электролизных цехов. Такие шламы, в зависимости от содержания в них металлов, могут предлагаться к продаже на предмет последующей утилизации.

82. На гальванических производствах, где соблюдаются экологические нормы, отработанные электролизные и промывные ванны перед сливом подвергаются соответствующей обработке. Содержащиеся в них небольшие количества соединений металлов (например, меди, хрома, свинца, цинка, кадмия или никеля) могут удаляться из раствора различными способами. Самый простой из них заключается в повышении щелочности раствора (с помощью каустических добавок), от чего металлы выпадают в осадок в виде гидроокисей, ценность которых определяется концентрацией соответствующего металла. Ее можно повысить с помощью ряда заблаговременных мер. Дополнительные указания см. на сайте <http://www.namf.org/>.

83. Шламы, образующиеся при очистке сточных вод и содержащие металлы в форме гидроокисей или в иных формах, аналогичны многим другим видам отходов (а также руд) цветных металлов в том смысле, что их ценность зависит от пробы (концентрации металла). Соответствующие спецификации устанавливаются покупателями. Дополнительные сведения см. на сайте <http://www.namf.org/>.

84. Некоторые виды шлаков и иные остаточные продукты пирометаллургических производств представляют (благодаря высокому содержанию металлов) рыночную ценность для других пирометаллургических предприятий. Однако на эффективно функционирующих металлургических комбинатах и литейных заводах потери ценных металлов сведены к минимуму, и содержание их в шлаке невелико. В высоких концентрациях металлы неизбежно присутствуют в пыли и осадках, задерживаемых очистными системами на некоторых видах предприятий. Перерабатывать их лучше всего на тех же предприятиях, если это не ведет к накоплению загрязняющих примесей. Переработку такой пыли и осадков, часто обладающих опасными свойствами, целесообразно осуществлять в специализированных цехах с привлечением опытного и квалифицированного персонала.

**Таблица 1. Объемы производства и рециркуляции металлов (в тысячах тонн в год).  
Данные по избранным металлам за 1989 год: рециркуляция в процентах к объему потребления**

Металл	Производство в 1999 г.		Рециркуляция		Рециркуляция в % к производству		ПРИМЕЧАНИЯ
	Западный мир	США	Западный мир	США	Западный мир	США	
Сурьма	1,2	0,5	20			49 (1989)	Только выплавка из руды
Бериллий	6,2	5,1					Только выплавка из руды
Кадмий	19,1	1,2	19			10	Объем рециркуляции увеличился с ростом рециркуляции аккумуляторных батарей.
Хром	14 000			118		21(1989)	Рециркулируется из лома нержавеющей стали и сплавов черных металлов; производится из руды.
Кобальт	31,2			0,3		22 (1989)	Количество пригодных для рециркуляции остаточных продуктов ограничено.
Мель	11 582	2132	5582	1257	34	31	
Свинец	4944	1447	2953	1097	60	76	Рециркулируется в более значительных количествах с ростом рециркуляции свинцовых аккумуляторов.
Ртуть	3				62		Спрос на ртуть снижается.
Никель	1 050			71		33	Широко рециркулируется в составе нержавеющей стали.
Селен	0,15						
Теллур	0,01						
Олово	269	16	17	16		30	
Цинк	5 831	371	555	140	30	>25	Рециркулируется в более значительных количествах при наличии возможности использовать пыль из электродуговых печей.

#### IV. Создание и обустройство предприятия по рециркуляции или рекуперации

85. В данной главе рассматривается возможное устройство предприятия по рекуперации, используемого для сбора цветных металлов, их складирования, сортировки, разделения на категории (согласно спецификациям), упаковки и продажи. Некоторые из таких предприятий можно назвать примитивными в техническом отношении: для них не требуется сложного и высокосовременного оборудования. Их функция заключается в приеме, сортировке металлов и их распределении по категориям для продажи плавильным комбинатам, литейным и аффинажным заводам. Эти предприятия, т.е. базы по заготовке металлолома, являются неотъемлемой частью глобальной инфраструктуры рециркуляции цветных металлов<sup>10</sup>. Типичная схема заготовительного предприятия по рекуперации металлов приводится ниже.

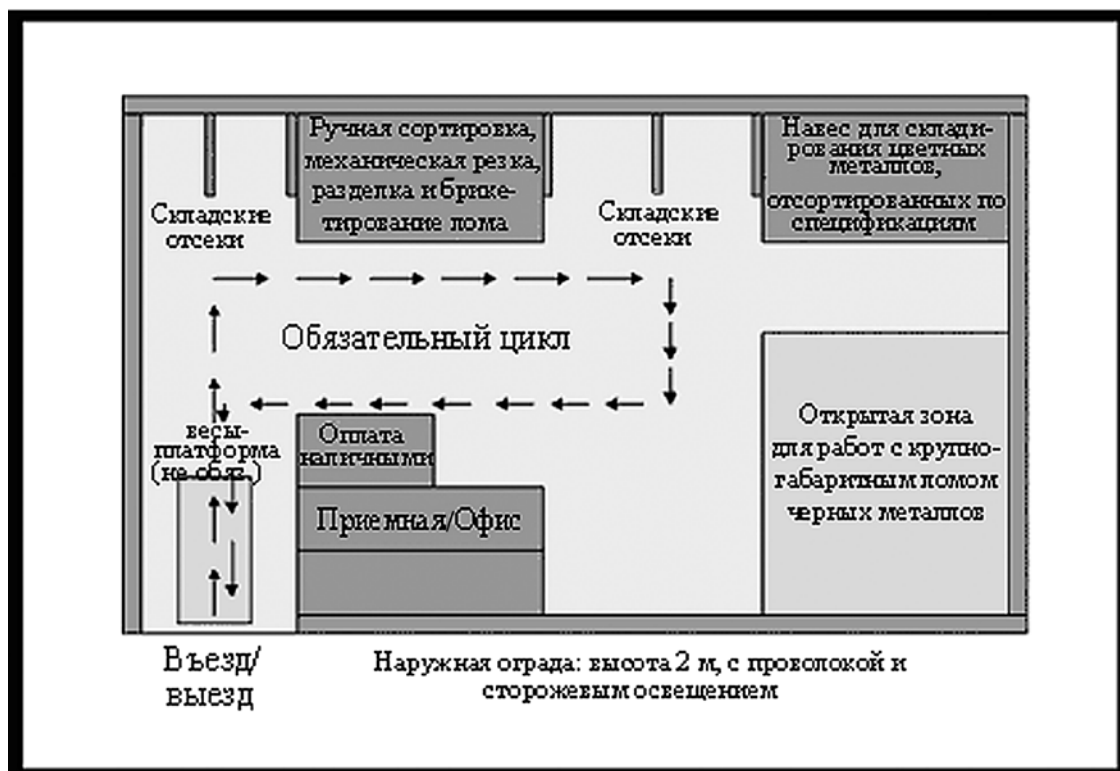


Рисунок 1. Типичная схема предприятия по рекуперации (база по заготовке металлолома)

86. Объект, как правило состоит из приемной площадки (оборудованной весами и кассой для расчетов), площадки или навеса для складирования лома, сортировочной зоны и погрузочной эстакады. В сортировочной зоне имеются режущие приспособления, необходимые для разделки лома на фрагменты, соответствующие спецификациям, а также для отделения друг от друга деталей из разных металлов (например, клапанов из бронзы от медных патрубков, железа от нержавеющей стали). Если база принимает проволоку и кабель, здесь также могут быть предусмотрены устройства для зачистки и/или резки проводов.

87. Вся территория объекта должна быть обнесена оградой, предотвращающей задувание на территорию пыли и мусора и предохраняющей от хищений: металлолом представляет собой ценное имущество.

88. Приемная площадка обеспечивает доступ на объект людей и автомашин, доставляющих металлолом. Груз взвешивается и оплачивается на месте. Лом цветных металлов помещается на склад.

<sup>10</sup> Такие заготовительные базы необходимы и в целях рециркуляции железа и стали. Для обработки лома этих металлов обычно требуется более крупногабаритное оборудование – в частности, резаки и прессы. На некоторых предприятиях подобного рода имеются мощные агрегаты для разделки старых автомобилей.

89. Пол склада должен быть изолирован для предотвращения любого соприкосновения металлолома с грунтом, т. е. в интересах охраны окружающей среды; если этого требуют погодные условия, лом должен складироваться в закрытом помещении или под навесом. На складе должны иметься контейнеры или иная тара (например, чистые пустые бочки или большие картонные ящики). Сдаваемый лом цветных металлов обычно состоит из мелких деталей. Должна быть предусмотрена возможность подъема и транспортировки заполненной тары в пределах склада или сортировочной зоны, а следовательно, размер емкостей должен быть таким, чтобы их можно было перемещать вручную или механическим способом (автопогрузчиками). Указания по хранению, погрузочно-разгрузочным работам, транспортировке, организации и маршрутам перевозок автомобильным транспортом можно почерпнуть из рекомендации 98/1 о наилучших имеющихся методах и оптимальной экологической практике первичного производства цветных металлов (цинка, меди, свинца и никеля) (принята комиссией по осуществлению Конвенции о защите морской среды Северо-Восточной Атлантики (ОСПАР), <http://www.ospar.org/>).
90. Сортировочная зона должны быть обособлена аналогичным образом и иметь пол с твердым покрытием. В ней должны быть предусмотрены столы и тара. Лом цветных металлов при необходимости разделяется согласно спецификациям и сортируется по емкостям, которые могут в дальнейшем использоваться и для его перевозки. Сортировка должна производиться квалифицированным персоналом, способным различать, например, различные сорта медных сплавов (чистой меди, латуни и бронзы) или марки нержавеющей стали. Это необходимо для выполнения спецификаций и продажи металлолома по максимальной цене.
91. Погрузочная эстакада предназначена для погрузки отсортированного лома на грузовики, которыми он доставляется на металлургические предприятия. Часто такие предприятия расположены в других странах, и для трансграничной перевозки бочки или картонные ящики с ломом упаковываются в транспортные контейнеры. Ценную помощь в таких случаях может оказывать агент по таможенной очистке.
92. Методы упаковки должны соответствовать типовым правилам Организации Объединенных Наций по перевозке опасных грузов. Дополнительные сведения см. на сайте [http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13nature\\_e.html](http://www.unece.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13nature_e.html).
93. С указаниями по сортировке, и прежде всего с соответствующими спецификациями, можно ознакомиться на сайтах <http://www.big.org/> и [www.isri.org](http://www.isri.org).
94. Коммерческий успех подобных предприятий обычно определяется такими факторами, как соответствие формы и спецификаций их продукции международным стандартам и возможность найти рынки сбыта (в этом отношении весьма полезны услуги маклеров и торговых агентов). Успех зависит также от цены металлов на мировом рынке, которая определяет спрос на те или иные виды металлолома и соответствующие расценки.
95. В число других факторов экономического успеха входят уровень возможных затрат на удаление с территории базы остаточных материалов, а также себестоимость сбора и транспортировки лома.
96. Предприятия по рекуперации, относящиеся к вышеописанному типу (базы по заготовке металлолома), обеспечивают себя сырьем путем распространения коммерческих предложений и рекламы. Двумя основными источниками металлолома являются металлообрабатывающие и машиностроительные заводы, на которых используются цветные металлы, а также предприятия по разборке автомобилей и продаже использованных деталей. Большой интерес в плане рекуперации цветных металлов представляют отслужившие свой срок радиаторы, коробки передач, стартеры, генераторы и т. п. В помощь операторам имеется соответствующая литература<sup>11</sup>.
97. Данные о мировых ценах доступны на сайтах *Metal Bulletin* ([www.metalbulletin.co.uk](http://www.metalbulletin.co.uk)) и *American Metal Market* (<http://www.amm.com/>).

<sup>11</sup> Например, А. А. Nijkerk, *Handbook of Recycling Techniques* (Nijkerk Consultancy, The Hague (в США и Канаде распространяется издательством American Metal Market, New York), 2000).



## V. Создание и обустройство предприятия по утилизации

98. Создание и обустройство предприятия по переплавке или утилизации (первичного или вторичного сырья) может представлять собой крупномасштабную задачу. И в том, и в другом случае необходимы подробные исследования, проектно-конструкторские работы и экономический анализ, квалифицированный персонал, значительные капиталовложения и т. д. Проектирование и сооружение такого объекта может занимать до десяти лет и более. Соответственно, необходимо прогнозировать рыночный спрос на продукцию предприятия в период после его ввода в эксплуатацию. Все это связано с серьезным финансовым риском. Из двух вышеупомянутых категорий более простыми по своему устройству являются заводы по переплавке, так как сырьем для них часто служит заготовленный на соответствующих базах металлолом. Предприятия по утилизации более схожи с заводами по первичной выплавке руд, так как для получения искомого металла (металлов) на них применяется многоступенчатый технологический процесс. На рисунке 2 ниже приведена типичная схема завода по переработке и утилизации металлов. (Примечание: термин «фильтр» на рис. 2 использован в общем смысле и означает воздухоочистительную систему любого нужного типа.)

99. Экологически рациональное проектирование и эксплуатация предприятия по утилизации предполагают современный уровень инженерно-конструкторских работ, высокую квалификацию персонала и большое внимание к техническому состоянию и обслуживанию объекта. Это задача не для тех, кто пасует перед трудностями или стеснен в средствах. Свежая подборка материалов об оптимальных технических решениях имеется на сайте <http://www.jrc.org>. Технологии, о которых идет речь, во многих случаях требуют крупногабаритного и весьма сложного оборудования. Поэтому неудивительно, что большинство металлургических комбинатов и других предприятий по утилизации металлов сооружаются и эксплуатируются крупными международными корпорациями, тогда как заводы по вторичной выплавке, рафинированию и переплавке чаще принадлежат местным компаниям.

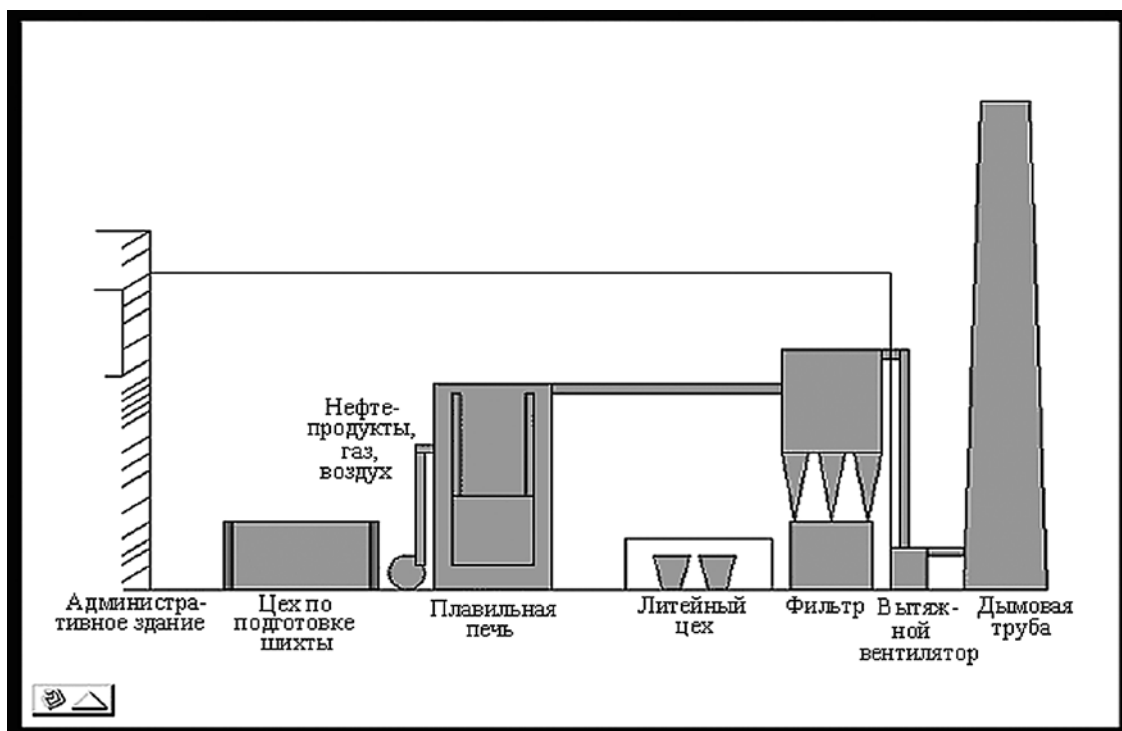


Рисунок 2. Схема завода по переплавке

100. Глобальный спрос и цены на цветные металлы подвержены циклическим колебаниям: эти металлы относятся к сырьевым товарам. Что касается производственных мощностей, то они, будучи сооружены и сданы в эксплуатацию, остаются постоянными независимо от рыночного цикла. В периоды падения спроса (и цен) металлургические заводы оказываются недозагруженными. Снижение спроса распространяется также на вторичное сырье (и цены на него). К счастью для индустрии рециркуляции, рециркулируемый металлолом часто составляет лишь небольшую долю сырья, потребляемого металлургическими комбинатами. В период

подготовки настоящего документа (2003 год) мировые цены на цветные металлы были в исторической ретроспективе сравнительно низкими. В силу вышеперечисленных экономических, рыночных и технических факторов сооружение новых предприятий по утилизации связано со значительным финансовым риском.

101. В ряде случаев альтернативой пирометаллургической утилизации отдельных металлов и исходных материалов может быть применение гидрометаллургических технологий. Например, твердые остатки, накапливающиеся в газоочистительных устройствах никелевых и медеплавильных заводов, могут промываться, разжижаться и выщелачиваться раствором сернокислого натрия при высокой температуре и заданном уровне pH. Сернокислый натрий обладает выраженной способностью селективно растворять и связывать селен, благодаря чему весь свободный металлический селен в материалах, помещаемых в раствор сернокислого натрия, переходит в растворимый селеносульфитно-натриевый комплекс. После этого выщелачивающий раствор доводится до кипения с целью выпаривания воды и повышения его концентрации. По достижении предела растворимости селена в растворе сернокислого натрия селен выпадает в осадок, образуя на дне ванны черный шлам, из которого отфильтровывается селеновый концентрат, пригодный для продажи в качестве технического селена.

## VI. Экологически безопасные объекты по утилизации

102. После того, как в первоочередном порядке будут проанализированы возможности организации безотходного и малоотходного производства, можно перейти к рассмотрению вариантов рекуперации и утилизации отходов. При этом вначале следует наметить широкий спектр таких вариантов, а затем изучить их на предмет выявления наиболее привлекательных и их последующего углубленного анализа.

103. Существующие технологии рекуперации и утилизации весьма разнообразны. Их применимость будет зависеть от физической формы и состава металла. Некоторые из технологий предназначены для твердых металлоотходов, другие – для водных растворов и сточных вод. В таблице 2 ниже содержится обобщенная информация, дающая представление об ассортименте потенциальных методов рекуперации и об их применимости к различным металлам. Эта информация приводится в качестве примера, и ее не следует воспринимать как точный или исчерпывающий перечень возможных вариантов.

**Таблица 2. Методы рекуперации металлов и их применимость**

Методы рекуперации	Sb	As	Be	Cd	Cr	Cu	Pb	Hg	Se	Te	Tl	Zn
<b>Из твердых отходов</b>												
Выщелачивание	✓	✓		✓		✓	✓		✓	✓	✓	✓
Удаление покрытий				✓	✓	✓	✓					✓
Плавка	✓				✓	✓	✓					✓
Отгонка (термальная)		✓		✓			✓	✓				✓
<b>Из растворенных отходов</b>												
Абсорбция	✓	✓		✓	✓	✓	✓	✓				✓
Цементация						✓						
Осаждение		✓		✓	✓	✓	✓					✓
Обогащение					✓	✓						
Жидкостная экстракция				✓		✓	✓	✓				✓

Sb = сурьма; As = мышьяк; Be = бериллий; Cd = кадмий; Cr = хром; Cu = медь; Pb = свинец; Hg = ртуть; Se = селен; Te = теллур; Tl = таллий; Zn = цинк

104. Любая деятельность по рекуперации и утилизации обязательно должна соответствовать экологическим требованиям. Это предполагает принятие всех практически возможных мер для такого обращения с опасными и иными отходами, при котором обеспечивалась бы защита людей и окружающей среды от их возможного вредного воздействия.

105. Предприятия по утилизации отходов должны применять эффективную систему обращения с ними, обеспечивающую охрану окружающей среды и здоровья человека. Такие предприятия потенциально могут быть источниками выбросов в атмосферу вредных газов (в частности, двуокиси серы (SO<sub>2</sub>); их деятельность может сопровождаться образованием металлоносной пыли и загрязненных металлами стоков, а также твердых отходов, способных представлять опасность. На многих предприятиях разных стран мира предусмотрены защитные системы для безопасного удаления таких газообразных, жидких и твердых отходов. В рамках вышеупомянутой системы должны быть приняты все практически возможные меры для такого обращения с опасными отходами, при котором обеспечивалась бы защита людей и окружающей среды от их возможного вредного воздействия<sup>12</sup>.

106. Системы экологически рационального обращения с отходами, среди прочего, требуют, чтобы оператор:

- профессионально занимался рециркуляцией;
- действовал только с ведома и согласия компетентных местных органов власти;
- полностью соблюдал все действующие на местном и национальном уровне правила и требования к отчетности (которые должны быть определены местными и центральными органами);
- вел надлежащую хозяйственную документацию;
- вступал в сделки на основе официально заключаемых договоров;
- обеспечивал возвращение хотя бы одного из продуктов технологического процесса в общеэкономический цикл;
- обеспечивал, чтобы применяемая технология и средства борьбы с загрязнением соответствовали задачам эффективной рециркуляции сырья и отвечали всем действующим положениям местных законов и правил;
- отбирал для переработки сырье, удовлетворяющее согласованным между покупателем и продавцом спецификациям по форме и/или сортности и/или содержанию металлов;
- обладал необходимым и достаточным уровнем технических и экологических знаний и навыков для такой эксплуатации и обслуживания соответствующего оборудования, которые позволяли бы решать поставленную задачу (задачи), а также обеспечивал профессиональную пригодность и надлежащую подготовку персонала предприятия;
- при обращении с материалами и их складировании стремился сводить к минимуму ущерб, причиняемый окружающей среде, и не использовал опасные отходы в спекулятивных целях;
- имел программу контроля за выбросами загрязняющих веществ с предприятия и по мере необходимости представлял данные о таких выбросах в государственные административные структуры;
- при обращении с остаточными продуктами технологического процесса избегал создания существенной угрозы здоровью людей или окружающей среде;
- имел план действий в аварийных ситуациях и принимал соответствующие меры в случае случайного разлива или просыпи материалов;

<sup>12</sup> Описание таких систем см. в решении II/13 Конференции Сторон Базельской конвенции и в монографии Н. Alter “Environmentally Sound Management of the Recycling of Hazardous Wastes in the Context of the Basel Convention”, (*Resources, Conservation and Recycling*, Vol. 29, pp. 111-130, 2000).

- имел программу постоянного совершенствования работы предприятия – самостоятельную либо в рамках ISO 14000 или созданной при Европейской комиссии Системы экологического аудита для предприятий (EMAS)<sup>13</sup>, или программы Responsible Care®, или иной общепризнанной программы.
- производил утилизацию под надзором государственных административных структур, наделенных полномочиями и располагающих возможностями для регулирования экологических последствий рециркуляции и обеспечения соблюдения нормативных положений.

107. Система экологически рационального обращения с отходами должна включать учет и документальную регистрацию их физических и химических свойств. Например, как неоднократно отмечается в настоящем документе, металлы в дисперсной форме, то есть в виде пыли или порошков, часто бывают опасными для окружающей среды или здоровья людей, тогда как металлы в компактной форме – т. е. в виде таких готовых изделий, как лист, полосы, балки, профили или прутки – никакой или почти никакой опасности для здоровья не представляют. Лишь небольшое число металлов, например талий и ртуть, опасны в любой форме. Связанные с этим соображения отчасти определяют способы обращения с металлами и соответствующие правила.

108. Нормативные требования регулирующих органов являются различными в разных странах и применительно к разным предприятиям и зависят от уровня, характера и степени сложности технологий утилизации, а также от местных и/или национальных условий. В некоторых случаях то или иное предприятие и/или соответствующий компетентный орган может предпочесть руководствоваться критериями обращения с отходами, которые установлены в другой стране. Опубликованную информацию об одной из схем экологически рационального обращения с отходами, особенно при их трансграничной перевозке, можно найти на веб-сайте Международного совета по делам горнодобывающей и металлургической промышленности<sup>14</sup>.

109. В отношении свинца действуют дополнительные нормы производственной гигиены, согласно которым персонал перед уходом с работы должен принимать душ и переодеваться. Это позволяет избежать загрязнения жилых помещений свинцовой пылью. Дополнительные сведения см. на сайте Международного центра по безопасному использованию свинца ([www.ilmc.org](http://www.ilmc.org)).

110. Целевые показатели по ограничению загрязнения должны определяться с учетом индикаторов потенциальной опасности для здоровья и окружающей среды. В таблице 3 ниже указан ряд примеров таких показателей по загрязнению свинцом, заимствованных из национального законодательства и нормативных инструкций разных государств (эти данные приводятся здесь не с целью установления конкретных пределов для каких-либо предприятий или стран, а для получения общего представления о том, какие ограничения уже вводились в этой области).

**Таблица 3. Примеры целевых показателей по ограничению загрязнения для свинцово-плавильных производств**

Выбросы Pb	Типичные целевые показатели по ограничению загрязнения Pb и соответствующие очистные системы (АОС США)
На выходе дымовых труб	Лицензия: < 10 мг/м <sup>3</sup> . Преобладающий фактический уровень: < 1 мг/м <sup>3</sup> . Очистные системы: циклонный сепаратор, затем пылеуловитель с матерчатыми фильтрами.
В атмосферном воздухе	Стратегический целевой показатель: < 1,5 мкг/м <sup>3</sup> в среднем за 90 дней. Устройства, применяемые на производстве для сбора летучих отходов и сокращения неорганизованных выбросов: вакуумные пылеуловители, экраны, фильтры, газоочистительное оборудование.
В воздухе производственных помещений	Норма: 150 мкг/м <sup>3</sup> за 8 часов. Индивидуальные средства защиты: защитные респираторы и спецодежда в зонах, где указанная норма превышает.

<sup>13</sup> <http://europa.eu.int.comm/environment/emas/>.

<sup>14</sup> The Global Environment and Technology Foundation, "Implementing and Assuring a Practical Approach for the Environmentally Sound Management of Hazardous Metal Recyclables", working paper (International Council on Metals and the Environment, Ottawa, 2001). См. [http://www.icmm.com/html/library\\_publicat.php?rcd=32](http://www.icmm.com/html/library_publicat.php?rcd=32).

## VII. Экологические и санитарно-гигиенические соображения

### А. Отходы и остаточные продукты

111. При рассмотрении вопроса о потенциальных последствиях деятельности предприятий по рекуперации, рециркуляции и утилизации для окружающей среды и здоровья людей необходимо четко представлять себе характер всех воздушных выбросов, жидких и твердых отходов, а также то, что происходит с ними после попадания в окружающую среду. Как уже указывалось в настоящем документе, экологические и санитарно-гигиенические последствия работ по рекуперации и рециркуляции незначительны; потенциальные последствия деятельности объектов по утилизации – таких, как металлургические заводы – более серьезны, независимо от того, идет ли речь о получении металла из руды или из вторичного сырья. На большинстве предприятий по рециркуляции и выплавке металлов действуют меры контроля за воздушными выбросами, стоками и твердыми отходами и положения по рациональному обращению с ними. Возможные последствия работы объектов по прямой переплавке, таких, как литейные цеха или заводы, являются средними по масштабам. Однако и на этих объектах также необходимы меры контроля при плавке как первичных, так и рекуперированных металлов.

112. Если твердые остаточные продукты являются опасными, то при обращении с ними необходимо проявлять осмотрительность. Их не следует сваливать на открытых площадках. Такие остаточные продукты должны надлежащим образом удаляться на изолированные свалки. Указания на этот счет можно получить в имеющейся обширной литературе. Речь идет, например, об учебном пособии, подготовленном ЮНЕП специально для развивающихся стран<sup>15</sup>. См. также информацию на сайте <http://www.unepie.org/> и действующие в США нормативные положения о свалках для захоронения опасных отходов, имеющиеся на сайте <http://www.gpoaccess.gov/ecfr/> (Title 40 of the Code of Federal Regulations, part 264, subpart N<sup>16</sup>).

### В. Системы сбора

113. Технические аспекты таких предшествующих рециркуляции мероприятий, как сбор, перевозка и складирование вторичного сырья, должны быть охвачены комплексным стратегическим подходом, позволяющим определять круг участников этой деятельности и сферу их ответственности, а также экономические стимулы, способные поддерживать эту деятельность в перспективе. Такой стратегический подход необходим для:

- сокращения количества образующихся отходов;
- максимального увеличения объема экономически обоснованной и экологически чистой рекуперации отходов;
- расширения доступа к источникам металлов внутри страны;
- создания возможностей для экологически безопасной и экономически эффективной рециркуляции.

114. Ниже приводится ряд важных требований, которые следует учитывать при организации систем сбора.

- Общий принцип состоит в том, что краеугольным камнем реализации любых программ должно быть участие потребителей. Поэтому потребителей следует информировать о возможности рециркуляции лома тех или иных металлов и о местонахождении пунктов сбора такого лома.
- Экологически опасное размещение пунктов сбора должно быть запрещено.
- Пункты сбора должны иметь лицензии на сбор и временное хранение металлолома, выдаваемые при условии наличия складов, оборудованных в соответствии с настоящими техническими руководящими принципами. При этом

<sup>15</sup> UNEP Industry and Environment Programme, Environmental Education and Training Unit and the International Solid Waste and Public Cleansing Association, *The Landfill of Hazardous Industrial Wastes: A Training Manual* (UNEP Industry and Environment Programme, Paris, 1993).

<sup>16</sup> <http://ecfr.gpoaccess.gov/cgi/t/text/text-idx?c=ecfr&sid=efb7ed359ccab9aa376c2f6231caaf4e&rgn=div5&view=text&node=40:23.0.1.1.5&idno=40>.

можно законодательно определить соответствующие минимальные требования в зависимости от условий конкретной страны и при необходимости принимать дальнейшие меры по стимулированию и обеспечению выполнения таких экологических требований – в частности, путем регулярного инспектирования складов. К процессу лицензирования следует подходить как к источнику ценной информации, которая должна быть использована для составления и опубликования карты расположения пунктов сбора металлолома.

- Деятельность плавильных заводов должна лицензироваться; на вновь сооружаемых предприятиях такого рода следует применять лучшие из современных технических решений, а на уже существующих – совершенствовать технологии и/или эксплуатационную практику в целях достижения высоких экологических стандартов. Рекомендуется также обеспечивать постоянный контроль за выбросами.
- Одним из возможных решений при недостатке финансирования является совместное использование ресурсов в рамках консорциумов, что позволяет снижать себестоимость. Там, где это целесообразно, могут применяться своды правил, регулирующих деятельность таких объединений.

115. В разных странах мира разработано несколько моделей практической организации сбора металлолома, рассчитанных на потребности конкретных государств с учетом их размеров, имеющейся транспортной инфраструктуры, местных налогов и т. д. Судя по всему, существует общая тенденция к выработке законодательства, основанного на принципе ответственности производителя, хотя на сегодняшний день такие законы введены в действие лишь в немногих странах.

## **С. Перевозка и хранение**

116. Перевозка отходов, а иногда и рекуперированных из них продуктов, должна осуществляться с соблюдением соответствующих транспортных кодексов. Сведения о надлежащей практике в области перевозок можно почерпнуть в типовых правилах Организации Объединенных Наций по перевозке опасных грузов (см. [http://www.unec.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13nature\\_e.html](http://www.unec.org/trans/danger/publi/unrec/rev13/13nature_e.html)); аналогичные кодексы или нормы имеются в большинстве стран.

117. Согласно Базельской конвенции и принципам экологически рационального обращения с отходами, последние должны иметь надлежащую упаковку и храниться на соответствующем оборудованных складах. Склад отходов должен обеспечивать их защиту от рассеивания (например, ветром), выщелачивания и загорания. В связи с этим следует руководствоваться соответствующими нормативными правилами хранения опасных материалов. Применительно к металлам осложнения могут возникать в случаях, когда металл или металлоносные остаточные продукты (соединения) в мелкодисперсной форме – например, в виде порошка – хранятся без надлежащей защиты от ветра, что может приводить к их выдуванию с территории склада и рассеиванию на грунте. При отсутствии необходимой защиты от дождя намокание материала может вести к его выщелачиванию и смыву в поверхностные водоемы или просачиванию в грунтовые воды. По этой причине площадка для складирования должна иметь изолированный пол, возможно даже оборудованный специальным покрытием.

118. Металлоносные остатки, такие, как дрессы и шлак, могут быть более подвержены выщелачиванию, чем сами металлы. Металл в виде крупных фрагментов может во многих случаях безопасно складироваться на открытом грунте.

119. Все бочки и иная тара для хранения должны иметь надлежащую, хорошо заметную маркировку. Персоналу должны быть даны инструкции по обнаружению, ремонту или замене бочек и других емкостей, которые подверглись коррозии или целостность которых была нарушена. Такие емкости ни в коем случае нельзя оставлять на открытом грунте. Площадки для хранения жидкостей, а также материалов, способных вызывать коррозионное разрушение тары, должны помимо твердого покрытия быть оборудованы защитными бермами, дренажем и резервуарами для стоков.

## **D. Действия в чрезвычайных ситуациях**

120. Должен быть разработан план действий и обеспечена подготовка персонала на случай чрезвычайных или аварийных ситуаций, включая правильное использование индивидуальных средств защиты. Чрезвычайные ситуации возможны как на территории объекта, так и за его пределами, в процессе перевозки. Должны быть приняты во внимание история эксплуатации объекта и опыт аварийных ситуаций и неконтролируемых выбросов отходов в окружающую среду, если таковые имели место в прошлом. Действия в чрезвычайных ситуациях должны включать ликвидацию возможного разлива или просыпи и устранение допущенных отступлений от правил.

121. В плане должно быть предусмотрено наличие в определенных точках на территории предприятия аварийного оборудования и указано его местонахождение. Такое оборудование должно включать огнетушители, индивидуальные средства защиты – например, спецодежду, защитные маски и респираторы, абсорбирующие средства и лопаты для сбора разлитых или просыпанных материалов – в зависимости от характера технологического процесса и веществ, имеющихся на предприятии.

122. План действий в чрезвычайных ситуациях должен обеспечивать скорейшее смягчение экологических последствий возможной аварии. Для подготовки персонала к выполнению этого плана должны проводиться учения. В ходе них необходимо отрабатывать также соблюдение особых правил обращения с отходами на объекте.

123. Для финансового обеспечения мероприятий по ликвидации загрязнения, а также компенсации за возможный ущерб третьим сторонам в случае аварии на объекте или за его пределами могут требоваться оформление страховых договоров или иные действия. Консультации относительно типа и объема страхования, необходимого с учетом вида работ и характера перерабатываемых материалов, часто можно получить в местных регулирующих органах.

124. Рекуперация, рециркуляция и утилизация большинства металлов не связана с особой опасностью, за исключением случаев, когда металлы имеют дисперсную форму. Некоторые твердые остатки (соединения) могут подвергаться выщелачиванию дождевой водой; хотя этот процесс протекает медленно, для защиты от него необходимы соответствующие меры.

125. Большинство просыпей материалов на предприятиях цветной металлургии могут ликвидироваться с помощью обычных лопат и путем подметания, так как в основном речь идет о материалах, не растворимых в воде. Просыпи водорастворимых материалов влекут за собой более серьезные проблемы, и их лучше всего вообще не допускать.

- **Внимание: если пролитый или просыпанный материал является токсичным или мелкодисперсным, необходимо соблюдать соответствующие санитарные и иные меры предосторожности. Хотя для ликвидации просыпи и в этих случаях часто можно использовать метлы и лопаты, работники должны при этом пользоваться надлежащей спецодеждой и индивидуальными средствами защиты. Необходимо выполнять все инструкции, изложенные в информационной карточке безопасности соответствующего вещества или в аналогичной документации.**

## **E. Экологически обоснованное использование**

126. Ряд элементов системы экологически обоснованного использования уже приведен выше (см. главу VI об экологически безопасных объектах по утилизации); они являются отражением идей, которые высказываются во многих публикациях, подготовленных в рамках Базельской конвенции. В настоящем разделе дается ссылка на дополнительные источники сведений на эту тему.

127. Читателю можно посоветовать обратиться к соответствующей публикации Международного центра экотехнологий ЮНЕП: хотя ее главной темой являются твердые коммунально-бытовые отходы, в ней приводятся и рекомендации по соответствующей экологически обоснованной практике<sup>17</sup>.

## **Г. Системы рационального природопользования**

128. Различные элементы систем рационального природопользования определены в разработанных на эту тему международных нормах, которые содержат также указания по их практической реализации. Так, целесообразно ознакомиться со стандартами серии ISO 14000, а также с положениями EMAS.

129. Внедрение системы рационального природопользования помогает обеспечить уверенность в том, что функционирование объекта по рекуперации металлов будет экологически безопасным. Система рационального природопользования представляет собой механизм управления, включающий в себя согласованный комплекс организационных структур, полномочий и обязанностей, практики, процедур, технологий и ресурсов, который позволяет применяющей его компании систематически проводить в жизнь свою экологическую политику.

130. Система рационального природопользования может применяться организациями и предприятиями всех видов: принципы, на которых она строится, носят универсальный характер. К основным элементам системы рационального природопользования относятся:

- экологическая политика, т. е. изложение намерений и принципов организации применительно к ее деятельности в целом, которое служит точкой отсчета для принятия конкретных мер и для определения целей и целевых показателей в экологической области;
- четкое указание целей и целевых показателей в экологической области;
- процедура для определения существенных экологических последствий текущей или планируемой деятельности;
- программы, которые позволят организации достичь искомых целей и показателей. Они должны включать распределение обязанностей между сотрудниками, а также способы и сроки выполнения намеченного;
- программы, обеспечивающие подготовку персонала и его ознакомление с соответствующими требованиями;
- процедуры контроля за деятельностью, поддержания внутренних и внешних контактов и контроля документации;
- порядок действий в чрезвычайных ситуациях и подготовки к ним;
- процедуры для отслеживания результатов и принятия необходимых мер в случае, если результаты не обеспечивают достижения поставленных целей;
- программа аудита, позволяющая подтвердить правильность построения и функционирования системы и соответствие деятельности предприятия всем положениям существующего законодательства и нормативных правил;
- периодическая оценка руководством функционирования системы рационального природопользования.

131. Важнейшие преимущества системы рационального природопользования заключаются в том, что она позволяет упорядоченно подойти к данному аспекту деятельности и обеспечивает выявление и решение проблем, потенциально затрагивающих окружающую среду.

---

<sup>17</sup> Международный центр экотехнологий ЮНЕП и Гарвардский институт международного развития. *International Source Book on Environmentally Sound Technologies for Municipal Solid Waste Management* (UNEP International Environmental Technology Centre, Osaka/Shiga, 1996).



132. Система рационального природопользования должна также включать план на случай остановки или закрытия предприятия. Должны быть составлены планы соответствующей реабилитации зданий и почв, а также финансирования расходов на надлежащее свертывание работы предприятия в случае, если его остановка или закрытие окажутся необходимыми.

133. Вопросы реабилитации зданий и почв весьма важны и должны быть продуманы применительно к предприятиям по утилизации и переплавке. Это также может быть необходимым применительно к объектам по рекуперации и рециркуляции, перерабатывающим дисперсные материалы или изделия, из которых возможна утечка жидкостей (например, свинцовые аккумуляторы). В свете этого особенно важно, чтобы площадки для складирования, погрузки и разгрузки материалов имели влагонепроницаемое или твердое покрытие, позволяющее предотвратить загрязнение почвы.

## **VIII. Прогноз и оценка экологических последствий**

134. Содержание данной главы относится почти исключительно к пирометаллургической утилизации. Приводимая здесь информация может быть полезной для операторов и компетентных инстанций, которые несут ответственность за действующие предприятия или планируют сооружение новых. Потенциальные экологические последствия работы таких предприятий по утилизации намного более серьезны, чем у предприятий по рекуперации или рециркуляции. Изложенные ниже соображения могут также представлять интерес для операторов плавильных заводов и предприятий по переплавке и для органов, регулирующих их деятельность.

135. При планировании работ по утилизации чрезвычайно важно получить консультации и необходимые разрешения в компетентных регулирующих инстанциях. В зависимости от характера предполагаемых работ речь может идти о внесении поправок в уже действующую лицензию либо о составлении акта экологической экспертизы или эквивалентного документа, в котором официально определяются и оцениваются потенциальные экологические последствия таких работ.

136. Предъявляемые при оценке требования обычно устанавливаются регулирующим органом. Она должна включать определение и анализ предполагаемых экологических последствий сооружения и эксплуатации предприятия. В ней должны быть рассмотрены вопросы, связанные с подбором площадки, возможными технологическими решениями и организацией управления объектом.

137. В число ключевых вопросов, нуждающихся в рассмотрении при экологической экспертизе предприятий по утилизации металлов, входят:

- транспортировка и складирование сырья (во многих случаях речь идет об отходах) и возможность аварий, сопровождающихся высвобождением опасных отходов;
- любые выбросы, стоки и твердые остаточные продукты, образующиеся в процессе утилизации, и надлежащее обращение с ними;
- мониторинг выбросов, стоков и твердых остаточных продуктов, т. е. подтверждение надлежащего и безопасного функционирования предприятия и очистного оборудования.

138. Следует разработать официальную программу мониторинга, включающую общие цели, показатели их достижения и индикаторы улучшения состояния окружающей среды.

139. Должен быть введен в действие план отбора и анализа образцов. Поступающее на объект сырье должно анализироваться на предмет соответствия спецификациям применяемой технологии (технологий), если для подтверждения его пригодности недостаточно имеющейся технической информации или сертификата поставщика. Следует периодически отбирать пробы воздушных выбросов, стоков и твердых остаточных продуктов для подтверждения их соответствия нормативам и обеспечения уверенности в надлежащем, безопасном функционировании технологического и очистного оборудования.

140. Текущая информация о работе предприятия должна заноситься в регистрационные журналы в соответствии с надлежащей международной практикой эксплуатации сложных производственных объектов. Анализ записей, отражающих процессы функционирования и технического обслуживания объекта, позволяет избежать дорогостоящих ошибок и нежелательных выбросов в окружающую среду.

141. Во многих случаях предприятиям рекомендуется при проведении анализов, обеспечении и контроле качества прибегать к услугам внешних аналитических лабораторий. Такие лаборатории могут помочь и в определении режимов отбора образцов.

## **IX. Безотходное и экологически более чистое производство**

142. В данной главе не рассматриваются связанные с данной темой важные вопросы экологически чистого и безотходного производства и использования металлов на стадиях от добычи руд до проектирования изделий и далее, в течение всего срока их службы; здесь говорится только о рекуперации, рециркуляции и утилизации. Эти мероприятия позволяют свести к минимуму количество отходов, направляемых на окончательное удаление и, следовательно, делают производство более экологически чистым.

143. Общепринятая иерархическая последовательность операций с отходами начинается с обеспечения безотходности или малоотходности производства и включает затем рекуперацию материалов, обработку и окончательное удаление отходов. Процессы рекуперации, рециркуляции и утилизации естественным образом сопряжены с мерами по предотвращению образования отходов, позволяющими обеспечить максимальный выход продукта. Операторам следует иметь это в виду и в ходе анализа применяемых ими технологий изыскивать возможности минимизации остаточных продуктов и иных отходов. При производстве цветных металлов, будь то первичном или вторичном, сведение «отходов» к минимуму не всегда представляется возможным и экономически оправданным. Это не всегда оптимально и с экологической точки зрения: лом металлов, как и их руды, обычно имеет смешанный состав и точно так же нуждается в поэтапной переработке для производства «свежих» металлов или сплавов, пригодных для повторной продажи. При этом остаточные продукты одной стадии технологического процесса служат сырьем для следующей.

144. Термин «экологически более чистое производство» означает стратегию непрерывных, комплексных профилактических мер, принимаемых в отношении продукции, ее потребления и производства с целью сокращения риска для человека и окружающей среды. Она включает в первую очередь задачу внесения в производственный процесс изменений, позволяющих предотвратить или свести к минимуму образование отходов. В этой связи возможен целый ряд различных вариантов: хотя идеальным решением может быть внедрение новых технологий и методов, радикально сокращающих или вообще исключающих попадание металлов и их соединений в отходы, в ближайшей перспективе осуществимы лишь некоторые преобразования, тогда как для других могут потребоваться многие годы. И все же внимательное и подробное изучение даже хорошо освоенных производственных процессов нередко может подсказать сравнительно простые меры, дополнительно способствующие минимизации отходов: путем изменения технических условий можно добиться сокращения количества или повышения качества металлоносных отходов, а разделение этих отходов на обособленные потоки может сделать пригодными для рекуперации те из них, которые в смешанном виде рекуперации не поддавались.

145. Возможности для рециркуляции, рекуперации и утилизации можно улучшить путем доведения до машиностроительных предприятий и других производителей вторичного сырья сведений об установленных спецификациях. Если производитель пригодных для рекуперации или утилизации остаточных продуктов обращает внимание на соблюдение спецификаций потенциальных покупателей, то такие продукты могут использоваться более рационально. В то же время рециркуляция не обязательно является наилучшим решением для любого вида отходов: так, образования опасных отходов лучше вообще избегать, а применительно к некоторым отходам захоронение представляется более целесообразным, чем рециркуляция. В связи с этим существует мнение, согласно которому на глобальном уровне необходимо предпринять усилия по целому ряду направлений с целью постепенного отказа от производства и применения таких токсичных металлов, как мышьяк, бериллий, кадмий, свинец и ртуть; это, естественно, привело бы и к сокращению количества отходов, содержащих эти токсичные элементы. Речь шла бы о

прекращении использования токсичных металлов при производстве аккумуляторов, припоев, термометров, барометров, красок и т. д.; при этом, однако, возникал бы насущный вопрос о том, есть ли вообще необходимость продолжать рециркуляцию указанных металлов или же лучше полностью отказаться от их использования, а значит, и рециркуляции. Таким образом, вместо того чтобы специально создавать в стране инфраструктуру для рециркуляции ртути, можно было бы просто запретить большинство видов ее применения, заменив ртуть альтернативными материалами.

146. Читателю можно рекомендовать такие публикации на тему экологически более чистого производства, как, например, No. 7 в серии технических докладов ЮНЕП: Руководство по аудиту и сокращению выбросов и отходов промышленных производств (*Audit and Reduction Manual for Industrial Emissions and Wastes*). См. на сайте: <http://www.unido.org/doc/331372.htmls> или <http://www.emcentre.com/unepweb/>. Веб-сайт Базельской конвенции также содержит ссылки на другие сайты по тематике экологически более чистого производства (<http://www.basel.int/links.htm>).

## **Х. Потенциальные факторы экологического риска и их ограничение**

### **А. Факторы риска и их ограничение**

147. В данной главе приводятся не более чем примеры потенциальных факторов экологического риска и способов их ограничения. Все потенциальные формы воздействия металлов и их соединений на экосистемы и на людей, занятых в процессе производства, перечислить невозможно; многие из этих форм являются специфичными для конкретных объектов и/или требуют проведения специальной оценки риска. Не поддаются исчерпывающему описанию и все технологии защиты, разработанные в различных отраслях промышленности. Выбор той или иной из этих технологий определяется инженерно-техническими и экономическими соображениями, в основе которых лежат действующие правила и нормы.

148. Невозможно также привести здесь указания по поводу конкретных пределов, которыми должны быть ограничены выбросы или стоки. В разных странах такие пределы различны и зависят от местных условий и от того, какую степень защиты стремится обеспечить для себя население того или иного района.

149. Руководство предприятия располагает определенной информацией о составе используемого сырья, производимой продукции, выбросов, стоков и твердых отходов производства. Ее можно принять за основу при определении риска воздействия. Выбросы, стоки и твердые отходы опасны для человека лишь в том случае, если они могут попадать в организм через органы дыхания, желудочно-кишечный тракт или кожу. Опасность для окружающей среды они представляют при поступлении в нее в количествах, превышающих предельно допустимые уровни, и в форме, биодоступной для животных и растений. Главная цель мер по ограничению риска состоит в предотвращении контакта этих веществ с человеком и их биодоступности в окружающей среде. Биодоступными являются не все формы металлов и их соединений; при этом даже некоторые из их биодоступных форм не обязательно представляют опасность, если их количество не выходит за рамки предельно допустимых норм.

150. В ходе рассматриваемых здесь процессов рекуперации и рециркуляции (за исключением переплавки) вероятность выбросов в окружающую среду невелика. Эти процессы сводятся в основном к простым механическим операциям. Что касается утилизации и, в несколько меньшей степени, переплавки, то они связаны с возможностью высвобождения опасных веществ. Поэтому объекты по утилизации и переплавке должны быть оборудованы очистными устройствами, техническое обслуживание и эксплуатация которых должны отвечать требованиям соответствующей системы рационального природопользования.

151. Для обозначения каждого вида отходов, как правило, используют название компонента, присутствующего в нем в наибольшей концентрации. Однако этот компонент не всегда является самым опасным и способным причинять наибольший вред.

152. В таблице 4 ниже содержится информация о токсичности ряда металлов, а также об установленных в некоторых странах предельно допустимых нормах. Эти данные, однако, приводятся лишь в качестве примера, так как зависимость между химическим составом

и биологической реакцией не всегда поддается однозначному определению. Отдельные количественные значения наподобие тех, что в порядке иллюстрации указаны в таблице 4, служат лишь для примера и не должны рассматриваться как некий абсолют применительно ко всем предприятиям и странам, так как в них не учитывается ни продолжительность воздействия, ни биодоступность.

153. Некоторые металлургические заводы сообщают о присутствии в их выбросах диоксинов. В связи с этим выбросы плавильных предприятий по утилизации металлов необходимо постоянно контролировать на содержание как диоксинов, так и фуранов. В приложение С к Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях (перечень категорий источников, способных приводить к сравнительно высокому уровню образования диоксинов и фуранов и их выбросам в окружающую среду) включены, среди прочих:

- вторичное производство меди;
- агломерационные установки на предприятиях чугунолитейной промышленности;
- вторичное производство алюминия;
- вторичное производство цинка.

Кроме того, среди перечисленных в приложении С категорий источников, также способных приводить к непреднамеренному образованию и выбросу стойких органических загрязнителей, фигурируют не упомянутые выше термические процессы на предприятиях металлургической промышленности. В рамках Стокгольмской конвенции, в которой уже рассматриваются выбросы диоксинов и фуранов из различных источников, ведется работа над руководящими принципами, касающимися таких выбросов.

154. Дополнительную информацию о воздействии выбросов первичных и вторичных производств по выплавке и рафинированию меди, а также первичных и вторичных производств по выплавке и рафинированию цинка в Канаде, включая диоксины, на здоровье населения, см. на сайте [http://www.ec.gc.ca/cceb1/eng/public/CuZn\\_e.html](http://www.ec.gc.ca/cceb1/eng/public/CuZn_e.html). Еще один полезный сайт, где можно, в частности, найти некоторые указания по контролю за выбросами диоксинов, расположен по адресу <http://www.jrc.org/>. Источники данных на эту тему, а в некоторых случаях также источники дополнительной информации, указаны в списке литературы.

155. Степень опасности металлов и некоторых из их соединений для окружающей среды и людей на производстве зависит от молекулярного и ионного состояния металла. Например, как указывалось выше, хром и многие его соединения, такие как зеленая окись трехвалентного хрома ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ), не опасны. Хром в этих соединениях находится в валентном состоянии +3. В то же время в валентном состоянии +6 хром высоко токсичен, обладает канцерогенными свойствами, а в некоторых молекулярных и физических формах может также проявлять выраженную коррозионную активность, в связи с чем он включен в приложение I к Базельской конвенции. Еще одним примером являются металлы, становящиеся опасными при окислении. Входя в состав шлаков, окислы таких металлов оказываются связанными на молекулярном уровне сложной силикатной матрицей, сокращающей биодоступность этих опасных соединений.

156. В любом случае металлы, как и многие другие вещества, часто приобретают опасные (например, пирофорные) свойства в мелкодисперсном состоянии. Более вероятными источниками опасности являются также водорастворимые соединения из-за их высокой биодоступности.

Таблица 4. Примеры показателей потенциальной опасности

Охрана труда и производственная гигиена							
Воздействие на окружающую среду: нормы защиты							
Металлы или соединения	Вода		Почва		Свалки	Токсичность (ЛД <sub>50</sub> , мг/кг массы тела) <sup>5</sup>	Воздух на производстве (СВЗ <sup>6</sup> , мг/м <sup>3</sup> ) <sup>7</sup>
	Питьевая вода <sup>1</sup> (мг/л)	Защита экосистем <sup>2</sup> (мг/л)	Жилые районы <sup>3</sup>	Другие территории <sup>3</sup>			
Сурьма	0,005	-	-	-	Не ограничивается	7000	0,5
Мышьяк	0,01	0,05	43	30,50	5	763	0,2
Бериллий	-	-	-	-	Не ограничивается	-	0,002
Кадмий	0,003	0,2-1,8	6	0,5-10	1,0	225	0,01
Хром(VI)	0,05	0,002	240	200,300	5 (общее)	50 (Na <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> )	0,05
Медь	2	0,002-0,004	113	30-200	Не ограничивается	300 (CuSO <sub>4</sub> )	0,2
Свинец	0,01	0,001-0,007	307	150-800	5	450 (TDL <sub>0</sub> )	0,15
Ртуть	0,001	0,00001	5	2	0,2	1 (HgCl <sub>2</sub> )	0,05
Селен	0,01	0,001	-	-	1	6700	0,2
Теллур	-	-	-	-	Не ограничивается	83	0,1
Талий	-	-	-	-	Не ограничивается	6 (LDL <sub>0</sub> )	0,1 (дермально)
Цинк	-	0,03	430	100-350	Не ограничивается	3000	1-10

Примечания: 1. Всемирная организация здравоохранения (1996).

2. Канадские нормы качества воды для защиты пресноводных организмов. Совет министров экологии Канады (1995).

3. Целевые показатели качества окружающей среды в Нидерландах. Управление по химическим веществам, экологической безопасности и радиационной защите и министерство жилищного строительства, ландшафтного планирования и экологии (1994).

4. Величины, полученные АОС США с помощью метода определения токсических свойств путем выщелачивания (TCLP), коэффициент разбавления (КР) = 100.

5. Lewis (1992), ЛД<sub>50</sub> при пероральном приеме. Данные носят сугубо ориентировочный характер: различные соединения, вероятно, обладают неодинаковой токсичностью.

6. СВЗ (средневзвешенное по времени значение) концентрации в воздухе в расчете на обычный восьмичасовой рабочий день и пятнадцатую рабочую неделю.

7. Американская конференция государственных экспертов по промышленной гигиене (1994).

## Пояснения к таблице 4

**Хроническая токсичность.** Токсический эффект, возникающий при неоднократном или продолжительном воздействии. Хронические эффекты могут проявляться через некоторое время после прекращения воздействия.

**Питьевая вода.** Национальные величины могут отличаться от тех, которые установлены ВОЗ. Данные о нормах качества питьевой воды, действующих в США, см. на сайте <http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>.

**Защита экосистем.** Данные по экотоксичности металлов и их соединений до сих пор окончательно не согласованы. ОЭСР еще не опубликовала свои руководящие принципы на этот счет. Металлы характеризуются стойкостью в окружающей среде, так как, будучи химическими элементами, они вообще не подвержены распаду. Приведенная здесь низкая величина для меди (по поводу которой до сих пор нет единого мнения на международных форумах) является причиной, по которой соединения меди используются в качестве биоцидов (при этом медь должна быть биодоступной). Канадские цифры относятся к пресной воде и являются самыми низкими в мире. АОС США применяет иные критерии экотоксичности и выводит на их основе более высокие величины, в которые затем вносится поправка на жесткость воды. Так, для меди эти величины колеблются от 1,4 до 19,6 мкг/л, в отличие от 2-4 мкг/л, указанных в таблице 3. Нормы для меди и цинка рассчитаны на растворимые соли этих металлов и не имеют смысла для металлов как таковых.

**Жилые районы.** Величины, приведенные здесь для Нидерландов, относятся к ранее загрязненным, а ныне реабилитированным районам и, вероятно, представляют собой самые строгие ограничения в мире. Аналогичные цифры для США могут сильно отличаться от них. Наиболее строгие из пределов, установленных в США, основаны на данных о хроническом пероральном поступлении загрязнителей из почвы в организм детей.

**Другие территории.** См. пояснение, касающееся жилых районов.

**Свалки.** Применяемый АОС США метод определения токсических свойств путем выщелачивания (TCLP) основан на экстрагировании отходов в форме твердых частиц и анализе фильтрата. Приведенные величины по отдельным металлам получены на основе действующих в США норм для питьевой воды (предельно допустимая концентрация загрязняющих веществ) при коэффициенте разбавления (КР), равном 100. Это означает, что концентрация металла соответствует уровню, наблюдающемуся при разбавлении фильтрата в пропорции 1:100. Данный метод предположительно воспроизводит результаты естественного выщелачивания органическими кислотами, образующимися при анаэробном разложении смеси бытовых и промышленных отходов на свалке. Принятое с определенным запасом значение КР=100 получено путем компьютерного моделирования процессов растворения и разбавления фильтрата по мере его просачивания сквозь грунт в водоносные слои. Описание лабораторной методики TCLP можно найти на сайте <http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/sw846.htm>.

**Токсичность по  $LD_{50}$ .**  $LD_{50}$  – стандартный показатель, используемый для количественного выражения и сопоставления острой токсичности химических веществ.  $LD_{50}$  означает дозу, при получении которой гибнет половина (50%) подопытных животных ( $LD$  – смертельная доза). Опыты обычно проводятся на крысах или мышах. При интерпретации данных об  $LD_{50}$  следует быть внимательным. Если величина  $LD_{50}$  для кадмия ниже, чем для мышьяка, то это означает, что кадмий более токсичен, чем мышьяк. Доза определяется сочетанием интенсивности воздействия, концентрацией вещества и временем воздействия; так, умеренно токсичное вещество в больших дозах может представлять более серьезную опасность для работников, чем высокотоксичное вещество в малых дозах.

**Воздух на производстве.** Приведенные величины предполагают профессиональное (хроническое) воздействие – как правило, из расчета 8 часов в день и 250 рабочих дней за год.

**Общие замечания.** Готовые примеры данных имеются не для всех соединений металлов, часто встречающихся на предприятиях по рекуперации или утилизации. Например, в таблице указаны цифры по медному купоросу ( $CuSO_4$ ). Это соль меди легко растворяется в воде и не является аналогом каких-либо твердых отходов, пригодных для рекуперации или утилизации меди. Однако

благодаря ее растворимости она хорошо подходит для определения ЛД<sub>50</sub>. Следует отметить, что для цинка приведены величины, имеющие отношение к экотоксичности и очистке загрязненных почв. В то же время почвы во многих районах мира страдают от недостаточного содержания цинка, который приходится добавлять в них при выращивании сельскохозяйственных культур. Как ЛД<sub>50</sub>, так и СВЗ для цинка являются высокими, что говорит о его малой токсичности. Цинк – необходимый питательный элемент для человека, животных и почв.

Данные о предельных нормах содержания диоксинов не приводятся; на сегодняшний день в мире вообще отсутствует общепринятое мнение о том, какими они должны быть. В ряде стран установлены различные предельно допустимые концентрации диоксинов в организме человека: например, в США – 0,006, в Канаде – 10, в Нидерландах – 4, а в Германии – 1-10 пг/кг массы тела (пг – пикограмм (10<sup>-12</sup> грамма)).

## **В. Мониторинг**

157. Мониторинг совершенно необходим для определения того, существует ли экологический риск, требующий контроля. Он дает возможность подтвердить, что та или иная деятельность не представляет опасности для работников и населения и не оказывает вредного воздействия на окружающую среду. Вопрос о безопасности людей и окружающей среды должен решаться в первую очередь; за основу при этом принимаются научные данные и сведения о токсичности, а также предельно допустимые нормы воздействия. Затем должны быть определены параметры, нуждающиеся в контроле. После этого начинается собственно контроль (мониторинг). Мониторинг позволяет лишь определить, соблюдаются ли установленные предельные уровни. Чтобы выяснить наличие риска для окружающей среды, необходимо провести оценку экологического риска.

158. Мониторинг деятельности по рекуперации и рециркуляции представляет собой сравнительно простую задачу. Иногда для этого достаточно наблюдения за степенью запыленности воздуха. На объектах по утилизации мониторинг чрезвычайно важен и одновременно более сложен из-за сложности применяемого оборудования и технологий.

159. Даже жизненно необходимые человеческому организму металлы, полное отсутствие которых ведет к его гибели, способны в больших дозах вызывать отравление. Хорошим примером такого металла является медь. Вместе с тем следует иметь в виду, что опасность, исходящая от того или иного металла, зависит от многих факторов – таких, как количество вещества, его форма, физико-химическое состояние и характер воздействия. Экологически безопасное обращение с металлами требует учета всех этих факторов. В качестве очевидного примера можно привести использование цветных металлов в монетах нового образца – таких, как евро. Эти монеты могут выпускаться в обращение без каких-либо ограничений, так как они состоят из компактных металлов, которые не могут быть переведены в биодоступную форму. С другой стороны, правительствам следует продумать технологии утилизации вышедших из обращения монет, так как это связано с их плавкой, при которой образуются пары металлов, с отливкой в болванки, растворением в кислотах и электролитической рекуперацией.

160. Так и или иначе, для мониторинга должна быть разработана официальная программа. Она должна включать соответствующие цели, показатели их достижения и индикаторы улучшения состояния окружающей среды. В программе должно быть также определено, какие эксперты будут привлекаться к работе по мониторингу, какие методы анализа будут использоваться, как будет вестись отбор образцов и какие меры будут приниматься для контроля и обеспечения качества.

161. Частью программы мониторинга является ведение журнала учета работы предприятия. Он может быть полезен для выявления преждевременных отказов в системах экологического контроля.

## **XI. Закрытие предприятий по утилизации металлов**

162. Важным аспектом любого промышленного производства, включая рекуперацию металлов, является обеспечение того, чтобы загрязняющие вещества, которые могут выделяться при таком производстве, не создавали опасности для здоровья людей или для окружающей среды в будущем, когда объект и земельный участок, на котором он расположен, могут перейти в руки

новых владельцев. В наши дни потенциальные покупатели предприятий и земельных участков, как правило, проводят в процессе подготовки сделок экологическую экспертизу, включая отбор и анализ образцов почвы и грунтовых вод для официального подтверждения того, что они не подверглись загрязнению или что последствия их загрязнения надлежащим образом ликвидированы и в дальнейшем не смогут причинить вреда.

163. Материальная ответственность за загрязнение земельного участка и грунтовых вод, как правило, возлагается на его виновника; поэтому при рекуперации и утилизации металлов крайне важно избегать такого загрязнения или надлежащим образом ликвидировать его последствия во избежание причинения вреда в дальнейшем.

164. Если речь идет о металлах и их соединениях, то они, однажды попав в почву, обычно продолжают загрязнять ее в течение долгого времени, и концентрация их снижается лишь постепенно под воздействием выщелачивания и рассеяния: в отличие от органических соединений, металлы не подвержены разложению. В почве металлы, как правило, не обладают мобильностью, кроме как в кислой среде или при физическом перемещении грунта; чаще всего они остаются адсорбированными на частицах почвы вблизи от того места, где произошел их выброс.

165. В процессе закрытия и вывода из эксплуатации предприятий, где велись работы с металлами и их соединениями, должна быть проведена независимая официальная экспертиза, с тем чтобы возможное загрязнение почвы и грунтовых вод было обнаружено и при необходимости устранено. При этом, как правило, ставится задача обеспечения пригодности земельного участка и грунтовых вод для их предполагаемого дальнейшего использования. Металлы не подвержены разложению (являясь химическими элементами, они не могут претерпевать химический распад). Однако многие из них в почве минерализуются, превращаясь в соединения, близкие по составу к тем, из которых состоит сама почва. В кислой среде они иногда подвергаются выщелачиванию. Поскольку многие минерализованные металлы, а иногда и металлы в других формах, не являются биодоступными, выводы о степени загрязненности участка лучше всего делать по итогам конкретной оценки риска на месте. Если загрязняющие металлы не являются мобильными, то они скорее всего не представляют опасности и не являются поводом для беспокойства.

166. К участкам, которые будут в дальнейшем использоваться в промышленных целях, обычно предъявляются наименее строгие требования: в случае такого их использования даже сравнительно высокий уровень загрязнения металлами, при условии отсутствия пыли, часто не причиняет вреда здоровью работников и населения. При других видах использования земли, в частности под жилую застройку, требования являются более строгими, так как это связано с большей вероятностью попадания частиц почвы в организм людей через желудочно-кишечный тракт, а также с воздействием на детей; потенциально ограничивающим фактором являются также возможные последствия для растительности. Если существует возможность перевода земельного участка, загрязненного металлами и их соединениями, в зону более экологически чувствительной застройки, следует обратить особое внимание на ликвидацию его загрязнения.

167. В случаях, когда почва на участке подверглась загрязнению либо на нем имело место удаление отходов (для которых, например, было создано хранилище на территории объекта), должен быть разработан и введен в действие план, предусматривающий в будущем необходимые меры по отношению к таким отходам. Следует предусмотреть механизм, обеспечивающий выполнение положений этого плана так долго, как это будет необходимо. Должны быть определены процедуры или способы информирования будущих операторов либо владельцев объекта по рекуперации или удалению о проблемах, связанных с имеющимся загрязнением, чтобы они продолжали проводить необходимые в этой связи мероприятия. Наличие у операторов объекта планов на период после его закрытия может выдвигаться в качестве обязательного условия выдачи разрешения на эксплуатацию объекта.

168. Важнейшей предпосылкой соблюдения оптимальной практики при выводе предприятия из эксплуатации является наличие соответствующих финансовых резервов. Необходим механизм финансирования, гарантирующий наличие достаточных средств на расходы, связанные с закрытием предприятия, и обеспечивающий, чтобы бремя этих расходов не оказалось чрезмерным в завершающий период его деятельности, когда доходы могут снижаться. Величина резервов на закрытие предприятия должна соответствовать реальным размерам связанных с этим



издержек. Это важно, поскольку такие издержки могут составлять существенную долю общей стоимости проекта и, следовательно, влиять на его рентабельность. В экстремальных случаях непредвиденные расходы на вывод предприятия из эксплуатации могут значительно превысить доход, полученный за все время его функционирования.

169. Разработка планов закрытия предприятия позволяет компаниям составить представление о потенциальной себестоимости проекта уже на ранних этапах его осуществления. Меры по созданию финансовых резервов могут приниматься еще на стадии концептуального планирования вывода объекта из эксплуатации, однако прогнозирование затрат на этом этапе является нелегким делом и может давать весьма неточные результаты. Тем не менее, работа по предварительной оценке затрат способствует сосредоточению внимания компаний на тех аспектах вывода объекта из эксплуатации, где элемент непредсказуемости наиболее значителен. Это позволяет наметить приоритетные направления дальнейшей работы, а также путем соответствующего анализа более четко определить требования к конечному результату и, соответственно, объем затрат на протяжении всей жизни предприятия.

## Приложение I

### Глоссарий терминов

**Возгонка** – перевод вещества путем нагревания из твердого состояния непосредственно в газообразное, минуя жидкую фазу.

**Деятельность по рекуперации** – процесс, посредством которого материалы, более не способные выполнять свои первоначальные функции, приводятся в состояние, позволяющее использовать их, либо процесс извлечения материалов в пригодной для использования форме.

**Дросс** – окислы, всплывающие на поверхность расплавленного металла или образующиеся на ней.

**Заводской лом** – лом, образующийся на предприятии из предметов, не имеющих лакокрасочного или иного твердого покрытия.

**Зола** – а) Остаточные продукты пирометаллургических процессов, таких, как горение угля или сжигание фотопленок, электронных монтажных схем, медной проволоки и т.п., пригодные в качестве сырья для рециркуляции цветных металлов.

б) верхний слой расплавленного металла, например свинца или цинка, подвергшейся окислению на воздухе. Такая зола после ее вывода с поверхности представляет собой чистую смесь металла с его оксидом, т. е. вполне пригодна для рециркуляции.

**Кек** – обезвоженный осадок, извлекаемый из фильтр-прессов или аналогичных устройств и обычно содержащий от 25% до 35% твердого вещества.

**КР** – коэффициент разбавления

**Литник** – вертикальный канал, используемый для заливки формы; часть металла, застывающая в этом канале.

**Недисперсный** – не обладающий подвижностью, фиксированный в неизменной форме: например, компактный металл.

**Оборотный лом** – лом, образующийся на предприятии из отходов литья, прессовки, зачистки, формовки, штамповки, рубки и резки материалов без лакокрасочного или иного твердого покрытия, не включающий отходы обработки на токарных, сверлильных и фрезерных станках, а также иной механической обработки, и непосредственно возвращаемый в производственный цикл.

**Окалина** – продукт окисления, образующийся на поверхности металла при его нагревании в присутствии атмосферного воздуха.

**Осадок** – масса, образующаяся в результате естественного или искусственного осаждения твердых частиц из различных водных растворов и взвесей.

**Остаточный продукт** – то, что остается по завершении какого-либо процесса.

**Отгонка** – перевод вещества из жидкого состояния в газообразное; скорость отгонки обычно возрастает с повышением температуры или понижением давления.

**Отходы** – вещества и предметы, подвергающиеся удалению либо намеченные к удалению, либо требующие удаления согласно национальному законодательству.

**Отходы металлообработки** – лом, образующийся при обработке деталей и производстве готовых изделий.

**Печь для вытопки** – печь, называемая также печью с сухим подом и используемая для разделения металлов с разной температурой плавления в процессе плавки.

**Плавильный завод** – цех или предприятие, где осуществляется выплавка руды.

**Порошок** – вещество, состоящее из мелких частиц; сухой материал в тонко гранулированном виде.

**Производственный лом** – см. заводской лом.

**Пыль** – мелкие частицы вещества. В порошковой металлургии – особо тонкий порошок, обычно состоящий из частиц диаметром менее одного микрометра.

**Рекуперация** – сбор металлических или металлосодержащих предметов и металлических фрагментов на стадии, предшествующей их попаданию в состав отходов, или извлечение их из массы отходов, если они в нее попали.

**Рециркуляция** – а) подготовка рекуперированных предметов и фрагментов к непосредственному дальнейшему использованию (например, прямой переплавке) или к направлению на утилизацию;

б) серия мероприятий, включая сбор, разделение и обработку, посредством которых продукты или материалы извлекаются из массы твердых отходов на предмет их использования в качестве сырья при производстве новой продукции (кроме случаев их сжигания с целью получения тепла или энергии).

**СВЗ** – средневзвешенное по времени значение концентрации вещества в воздухе.

**Снятие шлака** – см. шлакование.

**TCLP** – метод определения токсических свойств путем выщелачивания (АОС США).

**Утилизация** – металлургический процесс, при котором чаще всего используются пирометаллургические – но в случае некоторых металлов и технологий также гидromеталлургические – методы и целью которого является очистка и переплавка либо рафинирование рекуперированного или рециркулированного металла до состояния, позволяющего использовать его так же, как первичный металл.

**Шлак** – материал, образующийся в результате сплавления компонентов шихты либо продуктов реакций между огнеупорными материалами и флюсом в процессе металлургического производства. На вид может представлять собой жидкую стекловидную массу на поверхности расплавленного металла в печи.

**Шлакование** – процесс очистки расплавленного металла от примесей (оксидов и т. п.), образующихся на его поверхности. Такие примеси (дроссы) обычно выводятся с поверхности металла при помощи скреперов с длинной рукоятью.

**Экологически более чистое производство** – стратегия непрерывных, комплексных профилактических мер, принимаемых в отношении продукции, ее потребления и производства с целью сокращения риска для человека и окружающей среды.

**Экосистема** – часть окружающей среды: природная система, сохранение которой зависит от ряда весьма чувствительных параметров, которые должны тщательно поддерживаться в определенных пределах.

## Приложение II

### Литература и материалы по теме

American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) (1994) Threshold Limit Values for Chemical Substances and Physical Agents and Biological Exposure Indices 1994, ACGIH, Cincinnati, Ohio.

Campbell, M. C. (1996) 'Non-Ferrous Metals Recycling', ICME имеется на сайте [http://www.icmm.com/html/pubs\\_intro.php](http://www.icmm.com/html/pubs_intro.php).

Dalrymple, C.W. (1995), Heavy Metals in Industrial Wastewater, PE Hydrologics Inc 101 S Platte Drive, Englewood, Colorado.

Gilbert and Ramachandran (1995) 'Treatment and minimization of heavy metal containing wastes' article in Proceedings edited by J.P. Hager et al, The Minerals, Metals and Materials Society.

Henstock, M. (1996) 'The Recycling of Non-Ferrous Metals', ICME имеется на сайте [http://www.icmm.com/html/pubs\\_intro.php](http://www.icmm.com/html/pubs_intro.php).

International Organization for Standardization. (1996), ISO 14001- Environmental Management Systems - Specification with Guidance for Use.

International Organization for Standardization. (1996), ISO 14004 - Environmental Management Systems - General Guidelines on Principles, Systems and Supporting Techniques.

International Organization for Standardization. (1996), ISO 14010 - Guidelines for Environmental Auditing - General Principles of Environmental Auditing.

International Organization for Standardization. (1996), ISO 14011.1 - Guidelines for Environmental Auditing - Audit Procedures - Part 2 - Auditing of Environmental Management Systems.

International Organization for Standardization. (1996), ISO 14012 - Guidelines Environmental Auditing- Qualification Criteria for Environmental Auditors.

White, C.V. and J.P. Hager, (1996), Dept Metallurgical and Materials, Engineering, Colorado School of Mines, Golden, Colorado.

## Приложение III

### Другие источники полезной информации

Общая информация о металлах:

- International Council on Mining and Metals (ICMM), 3rd Floor, 19 Stratford Place, London W1C 1BQ, United Kingdom, Phone +44 20 7290 4920, E-mail [info@icmm.com](mailto:info@icmm.com); web site <http://www.icmm.com>
- Australian Mineral Foundation - web site <http://www.amf.com.au/amf>

Информация о поверхностной обработке металлов:

- Metal Finishing Guidebook and Directory (публикуется ежегодно)
- Transactions of the Institute of Metal Finishing (публикуется каждые два месяца), Exeter House, 48 Holloway Head, Birmingham B1 1NQ, UK ( e-mail [ukfinishing@dial.pipex.com](mailto:ukfinishing@dial.pipex.com))
- Plating and Surface Finishing (публикуется ежемесячно), AESF/NAMF/MFSA, Government Relations Office, 2600 Virginia Ave, NW, Suite 408, Washington, DC 20037 Fax 202/965-4037

Информация по конкретным металлам:

- Сурьма, мышьяк, селен и теллур: Minor Metals Symposium, Mining, Metallurgy and Exploration. (2000)
- Селен: Tailings and Mine Wastes 95 Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference, Colorado State University, Civil Engineering Department.

Информация по охране труда и производственной гигиене:

- National Institute for Occupational Safety and Health, Occupational Health Guidelines for Chemical Hazards, US Government Printing Office.

Информация о воздействии металлов и их соединений на окружающую среду:

- United States of America Environmental Protection Agency: <http://www.epa.gov>

Информация о воздействии металлов и их соединений на организм человека:

- World Health Organization: <http://www.who.int>

Информация об экологически более чистом производстве:

- Journal of Cleaner Production (публикуется один раз в квартал), Elsevier Science Ltd, PO Box 800, Oxford OX5 1DX, UK Fax +44 1865 853333.

## Приложение IV

### Веб-сайты

<http://www.amm.com/ref/glossary.htm>. Американский рынок металлов: глоссарий технических и специальных терминов

<http://www.jrc.org/>. Объединенный исследовательский центр при Европейской комиссии

<http://www.bir.org/>. Бюро по международной рециркуляции

[www.isri.org](http://www.isri.org). Институт промышленной рециркуляции вторичного сырья

[www.ilmc.org](http://www.ilmc.org).

[www.unctad.org](http://www.unctad.org). Правила Организации Объединенных Наций по перевозке опасных грузов

<http://www.pacificraremetals.com/>.

<http://www.namf.org/>.

<http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity>.

[www.ilzsg.org](http://www.ilzsg.org). Международная исследовательская группа по свинцу и цинку

<http://www.chromium-asoc.com>

<http://www.un.org/Pubs/whatsnew/e99rtd.htm>. Методы упаковки в соответствии с Правилами Организации Объединенных Наций по перевозке опасных грузов

[www.metalbulletin.co.uk](http://www.metalbulletin.co.uk). Бюллетень по металлам

<http://www.amm.com/>. Американский рынок металлов

<http://www.jrc.org>.

<http://www.icmm.com/>. Международный совет по делам горнодобывающей и металлургической промышленности

<http://www.unepie.org/>. Программа ЮНЕП “Промышленность и окружающая среда”

<http://www.unep.or.jp/ietc/>. Международный центр экотехнологий ЮНЕП

<http://www.iso.ch/>. Международная организация по стандартизации

<http://europa.eu.int/comm/environment/emas/>. Система экологического аудита для предприятий (Европейская комиссия).

<http://www.unido.org/doc/331372.htmls> или <http://www.emcentre.com/unepweb/>. Серия технических докладов ЮНЕП, No.7.

[http://www.ec.gc.ca/cceb1/eng/public/CuZn\\_e.html](http://www.ec.gc.ca/cceb1/eng/public/CuZn_e.html).

<http://www.epa.gov/safewater/mcl.html>. Нормы качества питьевой воды, установленные Агентством США по охране окружающей среды

<http://www.epa.gov/epaoswer/hazwaste/test/sw846.htm>. Лабораторная методика TCLP

<http://www.amf.com.au/amf>. Австралийский фонд полезных ископаемых

<http://www.epa.gov>. Агентство США по охране окружающей среды

<http://www.who.int>. ВОЗ

[www.eippcb.jrc.es](http://www.eippcb.jrc.es). Европейский центр передовых технологий

<http://www.basel.int/links.htm> Страница веб-сайта Базельской конвенции со ссылками на несколько сайтов, посвященных экологически более чистому производству.

---







# [www.basel.int](http://www.basel.int)

**Secretariat of the Basel Convention**

International Environment House  
15 chemin des Anémones  
1219 Châtelaine, Switzerland  
Tel : +41 (0) 22 917 82 18  
Fax : +41 (0) 22 797 34 54  
Email : [sbc@unep.org](mailto:sbc@unep.org)