

Второе рождение свинца

Свинец относится к числу металлов, которые многократно включаются в сферу материального производства, так как относительно мало теряются в процессе промышленного использования. Большая часть потребности в свинце в индустриально развитых странах и, в первую очередь, в тех из них, где его природные источники ограничены, удовлетворяется за счёт переработки лома автомобильных аккумуляторных батарей, на изготовление которых расходуется от 30 до 87% потребляемого в этих странах металлического свинца (табл.1).

Таблица 1

Структура потребления свинца в промышленно развитых странах, %

Производство продукции	США	Велико-британия	Япония	Франция	Италия	Германия
Аккумуляторные батареи	87	30	74	71	70	68
Кабели	>1	3	2	5	1	1
Сплавы	>1	11	2	1	1	2
Трубы и пластины	2	30	11	-	4	-
Химические соединения	>1	15	9	7	9	14
Боеприпасы	4	2	-	9	9	-
Прочее	4	9	2	7	6	15

В значительно меньших количествах свинец извлекается при переработке пришедших в негодность свинцовых труб различного назначения, силовых электрических кабелей, пластин, а также изделий из свинецсодержащих сплавов [26].

Несмотря на расширяющееся производство никель-марганцевых, никель-кадмиевых и других источников тока, выпуск свинцово-кислотных аккумуляторов из года в год увеличивают не только транснациональные компании США – мирового лидера по их производству и продажам, но и компании других стран, включая страны СНГ и Балтии. К 2010 г., по оценке аналитиков, мировой рынок аккумуляторов вырастет по сравнению с началом тысячелетия примерно на 7-10%, в связи с чем, естественно, увеличится и количество подлежащих утилизации аккумуляторных батарей.

В деле переработки отработанных аккумуляторных батарей основными проблемами являются, во-первых, организация их сбора, во-вторых, использование эффективных технологических методов извлечения свинца и в-третьих, соблюде-

ние экологических норм на всех этапах переработки; экологические проблемы осложняет присутствие в аккумуляторных батареях, кроме свинца, количество которого в общей их массе составляет 55-68%, и пластмассы (15-20%), экологически вредных сурьмы (1-3%) и серной кислоты (10-15%) [4]. Во многих экономически развитых странах (США, Германия, Япония, Италия и др.) эти проблемы успешно решены.

Переработка свинецсодержащих отходов с получением вторичного свинца диктуется не только экологическими соображениями, но и экономической эффективностью использования этого сырья. Так, по данным специалистов ЗАО КПВР «Сплав» (г.Рязань), энергозатраты при переработке аккумуляторных батарей с извлечением свинца в 3,5-4 раза меньше, чем при металлургическом переделе концентратов, полученных из природных свинцовых руд [19].

Во многих странах при переработке свинцово-кислотных аккумуляторов применяются технологии «СХ-Compact» (Италия) и «Ausmelt» (Австралия). Успешные исследования по совершенствованию технологических процессов получения свинца из вторичного сырья проводятся российскими и украинскими специалистами [20]. Вопрос о новых технологиях переработки вторичного сырья включён в программу работы очередного Международного симпозиума по свинцу и цинку, который планируется в 2008 г. провести в г.Кейптаун (ЮАР) [5].

Мировое производство свинца из вторичного сырья, по данным World Bureau of Metal Statistics, в последние годы колебалось от 3 до 3,7 млн т в год [26], в среднем составляя примерно 51% общего его выпуска; это самый высокий показатель в отрасли цветных и благородных металлов. Для сравнения: доля вторичного золота в его мировом производстве в этот период составляла 34%, серебра – 24%, алюминия – 23%, цинка – 16%, платины – 12%, меди – 11%, олова – 10%, железа – 2% [12].

За десятилетие 1996-2005 гг. выпуск металлического свинца из вторичного сырья в мире увеличился примерно на 24,4% и достиг 3,7 млн т [26, с.40], при этом динамика производства вторичного металла по сравнению с первичным характеризовалась более плавным ростом (рис.1), что, видимо, объясняется тем, что поставки вторичного свинцового сырья в мире растут достаточно стабильно.

Свинец из вторичного сырья производят около 50 стран мира, причём далеко не всегда те из них, где мало месторождений свинцовых руд: на долю стран со значительными (более 1 млн т) запасами этих руд, к числу которых принадлежат

США, Китай – держатели гигантских запасов, а также Канада, Мексика, ЮАР, Бразилия, приходится 68% мирового выпуска вторичного свинца.

Более трёх четвертей свинца из вторичного сырья в мире производят всего десять стран (более 100 тыс.т в год каждая): это страны Северной Америки (США, Канада, Мексика), Китай, Япония и страны Западной Европы – Германия, Япония, Италия, Испания, Великобритания и Франция (табл.2); две из этих стран: США и Китай – обеспечивают примерно 40% производства [26, с.38].

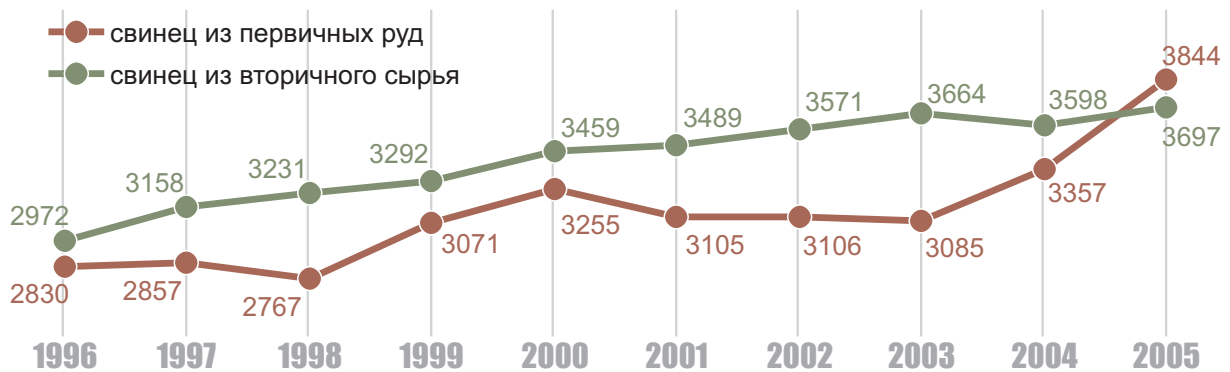


Рис.1. Динамика мирового производства рафинированного свинца из первичных руд и из вторичного сырья в 1996-2005 гг., тыс.т

Ещё около 15% вторичного свинца производят страны с годовым объёмом выпуска 50-65 тыс.т; это Бельгия, Россия, Украина, Таиланд, Аргентина, Малайзия, ЮАР, Швеция, Бразилия и Южная Корея.

Следует подчеркнуть, что треть металлического свинца, выпускаемого в мире, производят тридцать стран, не располагающих значительными природными ресурсами этого металла и получающими его в основном из вторичного сырья (тыс.т в год): Испания (125), Франция (105), Бельгия (63), Украина (61), Таиланд (58), Малайзия (54), Тайвань (40) и другие [26, с.40].

Таблица 2
Производство первичного и вторичного свинца в ведущих странах мира

	Общее производство свинца		Производство вторичного свинца		Доля вторичного свинца в общем его производстве в стране, %
	тыс.т	Доля в мировом производстве, %	тыс.т	доля в мировом производстве, %	
Китай	2378	31,4	540	14,6	22,7
США	1280	16,9	1140	30,8	89,1
Германия	386	5,1	227	6,1	58,8
Япония	275	3,6	168	4,5	61,1
Мексика	272	3,6	110	3,0	40,4
Канада	229	3,0	120	3,2	52,4
Италия	211	2,8	161	4,3	76,3
Великобритания	161	2,1	120	3,2	74,5
Испания	125	1,6	125	3,4	100
Франция	105	1,4	105	2,8	100
Итого	5373	70,8	2816	76,2	52,4
Весь мир	7573	100	3697	100	48,8

Крупнейшим продуцентом вторичного сырья являются США, где в минувшем десятилетии производилось 1100-1150 тыс.т вторичного свинца в год, что составляло 89% общего выпуска металла в стране. По данным U.S. Geological Survey (USGS), переработкой вторичного сырья в стране занимаются 13 компаний, в собственности которых находится 18 металлургических предприятий, расположенных в штатах Калифорния, Флорида, Индиана, Миннесота, Миссури, Техас и др. [25]. Примерно 1050 тыс.т вторичного свинца в год выплавляется из лома аккумуляторных батарей и около 100 тыс.т – из скрапа различных свинцовых сплавов. При этом значительна доля импортного сырья. Только из Мексики в 2005 г. импортировано около 14,4 млн аккумуляторных батарей легковых и грузовых автомобилей. Свинцовый скрап поступал также из Колумбии (1,1 тыс.т в пересчёте на металл), Канады (1,1 тыс.т), Мексики (1 тыс.т), а также в небольших количествах из Чили, Гватемалы, Туниса и Венесуэлы.

В Китае, по данным World Bureau of Metal Statistics [26], в 2005 г. производство вторичного свинца достигло 540 тыс.т; за десять лет оно увеличилось почти в четыре раза. Это обусловлено появлением значительного количества вторичного сырья в связи с бурным развитием автомобильной отрасли: в Китае в настоящее время производится более 5,1 млн автомобилей в год, страна по этому показателю заняла четвёртое место в мире.

Высокий спрос на свинец и появление большого количества вторичного свинцового сырья (использованных автомобильных аккумуляторов) в эти годы способствовали тому, что некоторые китайские компании начали строительство новых заводов по переработке вторичного сырья. В частности, компанией *Chongqing Chunxing Alloys Co. Ltd.* в провинции Сычуань в 2005 г. построен завод мощностью 20 тыс.т вторичного металла в год, а компанией *Anyang Yubei Gold and Lead Co.* – завод мощностью 50 тыс.т в год в провинции Хэнань. Крупнейший производитель свинца в стране – компания *Yuguang Gold&Lead* планировала в конце 2006 г. начать строительство завода мощностью 100 тыс.т вторичного свинца в год [15].

В Индии до недавнего времени перерабатывался в основном лом импортных аккумуляторных батарей преимущественно на мелких частных предприятиях. В настоящее время в штате Раджастхан построены и работают два завода по выпуску вторичного свинца, принадлежащих компании *Hindustan Zinc Ltd.*, мощностью 35 и 50 тыс.т в год; компания планирует в ближайшее время строительство ещё одного завода мощностью 50 тыс.т вторичного металла в год. Эти заводы перерабатывают в основном индийское вторичное сырьё, в первую очередь лом аккумуляторных батарей, поставки которого увеличиваются в связи с развитием национальной автомобильной промышленности. В стране ежегодно производится около 1,41 млн различных типов автомобилей, и по этому показателю Индия опережает Россию, Италию и Таиланд. По оценке экспертов ассоциации *Indian Lead Zinc Development Assn*, внутренний спрос на свинец из-за роста производства автомобилей в Индии к 2010 г. достигнет 366 тыс.т, и в значительной степени он будет удовлетворяться за счёт переработки собственного и импортного вторичного сырья [11].

В Мексике производство вторичного свинца за последние десять лет выросло примерно на 70%, до 110 тыс.т в год; это более 40% металла, выпускаемого в стране. На заводе в г.Торреон ежегодно перерабатывается более 3 млн свинцово-кислотных батарей и выпускается более 30 тыс.т рафинированного свинца.

Следует отметить, что во многих странах вторичный свинец извлекается не только из лома отработанных свинцово-кислотных батарей, но и из свинецсодержащего скрапа, причём в ряде случаев он импортируется в значительных количествах из других стран. Например, Великобритания ввозит до 15 тыс.т (в пересчёте на металл) этого сырья в год, Испания – до 30 тыс.т, Франция – до 50 тыс.т.

В России дефицит свинца, в том числе для производства аккумуляторных батарей, имеет многолетнюю историю, но наиболее остро проблема обеспечения автомобилестроителей металлом встала в начале 1990-х годов в связи с резким сокращением его производства в Казахстане, который был традиционным поставщиком рафинированного свинца на предприятия России. В этот период потребность в свинце только аккумуляторных заводов России составляла около 190 тыс.т в год, а производство в стране составляло чуть более 31 тыс.т. При этом производство свинца из свинцового лома находилось на уровне всего 8 тыс.т в год.

Для снижения остроты проблемы планировалось построить завод по переработке накопившегося аккумуляторного лома и производству вторичного свинца мощностью 26 тыс.т в год в Приморье и ещё один, мощностью 30 тыс.т в год – в Красноярске. Однако эти планы не были осуществлены, и проблема осталась актуальной до настоящего времени [4; 13].

В последние пять лет ситуация в России несколько улучшилась: из 60-65 тыс.т ежегодно выпускаемого рафинированного свинца около 40 тыс.т производится из вторичного сырья. Тем не менее, по этому показателю страна занимает одно из последних мест в мире. Свинец производят в основном ОАО «Рязцветмет» (г.Рязань) и АО «Верх-Нейвинский завод» (Свердловская обл.). По оценке российских специалистов, мощности этих предприятий недостаточны для переработки ежегодно накапливающегося в стране свинецсодержащего лома, прежде всего отработанных аккумуляторных батарей отечественного и зарубежного производства. В последние годы в России выпускается около 11,5 млн автомобильных аккумуляторов в год; кроме того, по данным руководства ЗАО «Электрозаряд» (г.Москва), в Россию поставляется из-за рубежа 1,7 млн аккумуляторных батарей легально и ещё около 4 млн – нелегально.

Зарубежные производители автомобилей, имеющие производственные мощности на территории России, планируют довести уровень выпуска аккумуляторов в России до 5-6 млн в год, и тогда количество свинца во вторичном аккумуляторном ломе, по нашей оценке, может достигнуть 185-200 тыс.т в год.

В настоящее время, по подсчётам специалистов ЗАО КПВР «Сплав», на территории России находится около 1 млн т отслуживших свой срок не утилизованных аккумуляторов. Только в пределах Москвы и Московской области ежегодно образуется более 25 тыс.т свинецсодержащих отходов, из которых перерабатывается

не более пятой части. А в связи с ожидаемым ростом парка автомобилей в недалеком будущем здесь будет накапливаться 29-31 тыс.т свинца в ломе ежегодно [4; 7].

Рост потребности во вторичном сырье и высокие мировые цены на цветные металлы активизировали в стране работу по сбору лома, в том числе свинецсодержащего, и утилизации его с использованием современных эффективных технологий. Этим заинтересовались и российские производители аккумуляторов, стремясь организовать собственную переработку вторичного свинецсодержащего сырья. К их числу в первую очередь относится крупный российский производитель стартовых свинцово-кислотных батарей ООО «Аккумуляторные технологии (АкТех)», которое в 2006 г. ввело в строй первую очередь нового завода по переработке аккумуляторного лома в г.Свирск (Иркутская обл.). На этом предприятии с применением итальянской установки «СХ-Compact» планируется ежегодно перерабатывать около 16 тыс.т лома свинцово-кислотных батарей и производить не менее 2 тыс.т вторичного свинца и сплавов с дальнейшим увеличением производства до 4-5 тыс.т. В 2007 г. компания предполагает собрать на территории Сибири и Дальнего Востока и утилизировать около 2 млн отработанных батарей, содержащих не менее 20-25 тыс.т свинца. По оценке специалистов «АкТех», ввод в строй нового предприятия позволяет сократить затраты на производство аккумуляторных батарей на 20-25% и снизить импорт рафинированного свинца из Казахстана на 50% [1; 9; 14; 17; 21].

Около 1 тыс.т в год вторичного свинца производит ОАО «Тюменский аккумуляторный завод». На предприятии установлены автоматизированные линии по переработке вышедших из строя аккумуляторов и очистке полученного вторичного свинца, что позволило выпускать металл высокого качества и значительно сократить расходы на его производство – прежде черновой металл приходилось транспортировать на уральские металлургические предприятия [16].

ОАО «ГМК «Дальполиметалл»» (Приморский край), в течение многих лет являвшийся основным производителем первичного рафинированного свинца России, в последние годы начал производство свинца из аккумуляторный лома, собираемого в Приморском крае. Предполагается, что к концу текущего десятилетия его выпуск выйдет на уровень 10 тыс.т в год. Металл направляется в основном на предприятия ОАО «Комсомольск-на-Амуре Аккумуляторный Завод»[6], однако этого сырья недостаточно для обеспечения нормальной работы завода. Для решения проблем с его снабжением свинцом планируется построить в Хабаровском

крае ещё один завод по переработке вторичного сырья, который будет выплавлять около 8 тыс.т рафинированного металла в год [8].

Компания ЗАО «АКОМ», которая производит в год более 1 млн аккумуляторов, в 2006 г. ввела в строй в г.Жигулевск (Самарская обл.) завод по переработке отработанных аккумуляторов мощностью 6 тыс.т черного свинца в год [2]. Вторичный свинец и свинцово-сурьмяные сплавы высокого качества производит ЗАО КППР «Сплав» на комбинате по переработке вторичных ресурсов в г.Рязань. Извлечение свинца на комбинате достигает 95-96%, а его содержание в конечном продукте – 99,9%.

Не менее 18 тыс.т в год лома старых аккумуляторов и других свинецсодержащих отходов перерабатывает ЗАО «Курский завод “Аккумулятор”».

В соответствии с Программой правительства Московской области в г.Зарайск завершается строительство завода, принадлежащего московской компании ЗАО «Метком Групп», который будет перерабатывать в год около 80 тыс.т лома аккумуляторных батарей; в них, по нашей оценке, содержится 35-40 тыс.т металлического свинца [3].

На заводе ОАО «Электроцинк» (г.Владикавказ) освоена новая технология получения вторичного свинца из аккумуляторного лома и свинцовых кеков [10; 23].

ОАО «Уралэлектромедь» планировало в первом полугодии 2007 г. начать работы по модернизации рафинировочного отделения принадлежащего компании завода сплавов цветных металлов, что позволит в будущем выпускать ежегодно до 15 тыс.т вторичного свинца высоких марок, который предполагается использовать при производстве свинцово-кальциевых аккумуляторных сплавов [18; 22].

Проблема переработки вторичного свинецсодержащего сырья в последние годы стала актуальной и для бывших республик СССР. В Эстонии (г.Силламяэ) британская компания *AS Ecometal* построила завод, который будет перерабатывать до 15 тыс.т автомобильных, промышленных и телефонных аккумуляторов и выпускать около 9 тыс.т свинцовых сплавов, предназначенных для изготовления источников тока. Завод рассчитан на переработку сырья, поступающего не только из Эстонии, но и из других стран Балтии.

В Латвии компания, владеющая предприятием *Pirma akumulatoru fabrika*, выпускающим аккумуляторы, при сохранении тенденции к росту мировых цен на

свинец может начать строительство собственного завода по переработке вторичного сырья [24].

В Украине нет освоенных месторождений свинца, поэтому проблема обеспечения аккумуляторного производства свинцом, полученным из вторичного сырья, весьма актуальна. В настоящее время в стране созданы приёмные пункты по заготовке сырья в Киеве, Днепропетровске, Житомире и других городах. Старые свинцовые батареи предусматривается перерабатывать на заводах НАК «ИСТА»; их суммарная мощность по переработке составляет около 4 млн аккумуляторов в год. По имеющейся информации, украинскими специалистами разработана гидрометаллургическая установка, которая может перерабатывать более 40 тыс. т аккумуляторных батарей в год [20].

В ближайшие годы, по оценке зарубежных и отечественных аналитиков, основным источником получения вторичного свинца будет лом отработанных аккумуляторных батарей, количество которого увеличивается по мере роста производства автомобилей в мире. Но разрабатываются и внедряются в производство также и технологии получения свинца из производственных отходов металлургических предприятий, в том числе из свинецсодержащих пылегазовых отходов, которые сейчас в больших количествах выбрасываются в атмосферу. Применение эффективных способов извлечения из них свинца позволит не только увеличить его производство, но и защитить окружающую среду от вредного воздействия этого металла и его соединений.

А.Г.Натаров

Источники информации:

1. АКОМ. Новости. АКОМ: Итоги 2006 года. <http://www.akom.su>. 16.02.2007.
2. АкТех. Новости. В Жигулевске займутся утилизацией аккумуляторов. <http://rus.aktek.ru>. 15.12.2005.
3. АкТех. Новости. В Москве принята программа по переработке свинцово-кислотных аккумуляторов на период 2004-2010 гг. <http://rus.aktek.ru>. 3.08.2004.
4. Большая Энциклопедия российских производителей товаров и услуг в Интернет. Предприятия. МАГЛЮГ. <http://enc.ex.ru>. 2007.
5. Деловые мероприятия. Международный симпозиум по производству и обработке цинка и свинца. <http://www.businesscom.ru>. 8.06.2007.
6. Золотой Рог online. № 58. Цены на бирже для нас очень выгодны. В «ТМК-Дальполиметалл» довольны конъюнктурой рынка. <http://www.zrpress.ru/zr/2006/58/43>. 6.07.2006.
7. Информационный портал города Зарайска. Новости Зарайска. О заводе по переработке свинецсодержащего лома!!. <http://www.zaraisk.ru>. 28.03.2006.
8. Коммерсантъ-Дальний Восток. Хабаровск. №127. Аккумуляторный завод запасется свинцом. <http://www.kommersant.ru>. 14.07.2006.
9. Ливи-Кар. Новости. Ноябрьская революция цен. <http://www.livi-car.ru>. 20.11.2006.

10. Ливи-Кар. Новости. Производство свинцового концентрата будет модернизировано. <http://www.livi-car.ru>. 22.03.2005.
11. Металлоснабжение и сбыт. Новости металлургии. Hindustan Zinc намерена использовать растущий спрос на свинец в Индии. <http://www.metalinfo.ru/ru/news/22152>. 2.03.2007.
12. Минеральные ресурсы мира: В 3 т. / ФА по недропользованию РФ. ФГУНПП «Аэрогеология», ИАЦ «Минерал». М., 2006. Т.1: Статистический справочник на 1.01.2005.
13. Министерство транспорта Московской области. Содержание проблемы и обоснование необходимости ее решения программными методами. <http://www.mintransmo.ru>. 10.02.2006.
14. Российский Детройт. Новости. Компания «АкТех» реализовала свинцовый проект. <http://www.rusdetroit.ru>. 17.07.2006.
15. Рынок вторичных металлов. Хроника. Компания «Yuguang Gold &Lead» планирует построить завод по переработке свинцового лома. <http://www.scrapmarket.ru>. 5.12.2006.
16. Трансервис. Журнал «Трансервис+». Использование вторичного свинца: кто в выигрыше?. <http://plus.transmag.ru>. 2006, февраль.
17. Унисервис. Новости. ОАО "Аккумуляторные технологии" сократило в 1-м полугодии производство аккумуляторов на 37,8%. <http://www.trans-u.ru>. 17.08.2006.
18. Урал паблицити монитор. Информационная карта Екатеринбурга. Колыбель уральской металлургии. <http://www.urmonitor.ru>. 15.07.2006.
19. Уральский рынок металлов. №9. Новые технологии в переработке вторичного свинца. <http://www.urm.ru>. 10.09.2005.
20. ХДС України. Технології. Установка для переработки отходов кислотно-свинцовых аккумуляторов. <http://csc-ukraine.com.ua>. 2006.
21. Экология производства. Новости. Инвестиции в создание в Иркутской области завода по утилизации аккумуляторов составят \$9,5 млн. <http://www.ecoindustry.ru/news.html&id=5191>. 11.11.2005.
22. Advis.ru. Новости. ОАО «Уралэлектромедь» в 2007 году увеличит инвестиционную программу в 1,5 раза. <http://www.advis.ru>. 15.07.2007.
23. Advis.ru. Новости. Руководство завода «Электроцинк» заботится о состоянии экологии во Владикавказе. <http://www.advis.ru>. 5.02.2007.
24. Infogeo.ru/metals. Публикации и статьи по цветной и черной металлургии. Обзор мирового рынка свинца на 22.12.2004. <http://www.infogeo.ru>. 23.12.2004.
25. Metal Bulletin. 2004. # 8859.
26. World Metal Statistics Yearbook 2006 / World Bureau of Metal Statistics. Ware, 2006.