

Ю.А.ЛЕБЕДЕВ

# ВТОРОЕ ДЫХАНИЕ МАРАФОНЦА

(О СВИНЦЕ)

2-е издание,  
переработанное и дополненное



Москва

"МЕТАЛЛУРГИЯ"

1990

УДК 669.4

Рецензент В.А. Ленивец

Оформление художника А.А. Астрецова

**В87 Лебедев Ю.А.**

Второе дыхание марафонца  
(о свинце). — 2-е изд., перераб.  
и доп. — М.: "Металлургия",  
1990. — 144 с. 0,66 л. ил.

Интересно и занимательно рассказано в книге о "марафонце" технического прогресса — свинце, о его открытии, роли в строительстве, торговле, расширении традиционных областей применения этого металла и перспективах использования, об экологических проблемах, связанных с применением его соединений.

Для широкого круга читателей.

ББК 34.32

Л  $\frac{2601000000 - 107}{040(01) - 89}$  93 - 89

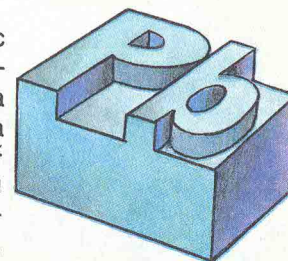
ISBN 5-229-00435-5

© Лебедев Ю.А., издательство "Металлургия", 1990

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Как известно, начинают читать книгу с предисловия только серьезные и квалифицированные читатели. Они знают, что, раз она написана и опубликована, значит посвящена важной и актуальной теме. Я не буду пытаться излагать здесь кратко то, о чем пространно повествуют дальнейшие страницы. Единственно, что, на мой взгляд, требует пояснений, это замысел и особенности работы, а читатель пусть сам решит, насколько автору удалось осуществить задуманное. Козьма Прутков однажды заметил:

Читатель! В мире так устроено издавна:  
Мы разнисься в судьбе,  
Во вкусах и подавно.



А поскольку книга принадлежит к категории научно-популярных и адресована людям самых различных профессий, привычек и наклонностей, автор должен постоянно помнить предупреждение К. Пруtkова и потому решил не загружать изложение формулами, не увлекаться скучными частностями и скорее пожертвовать строгостью, чем лишиться понимания читателя.

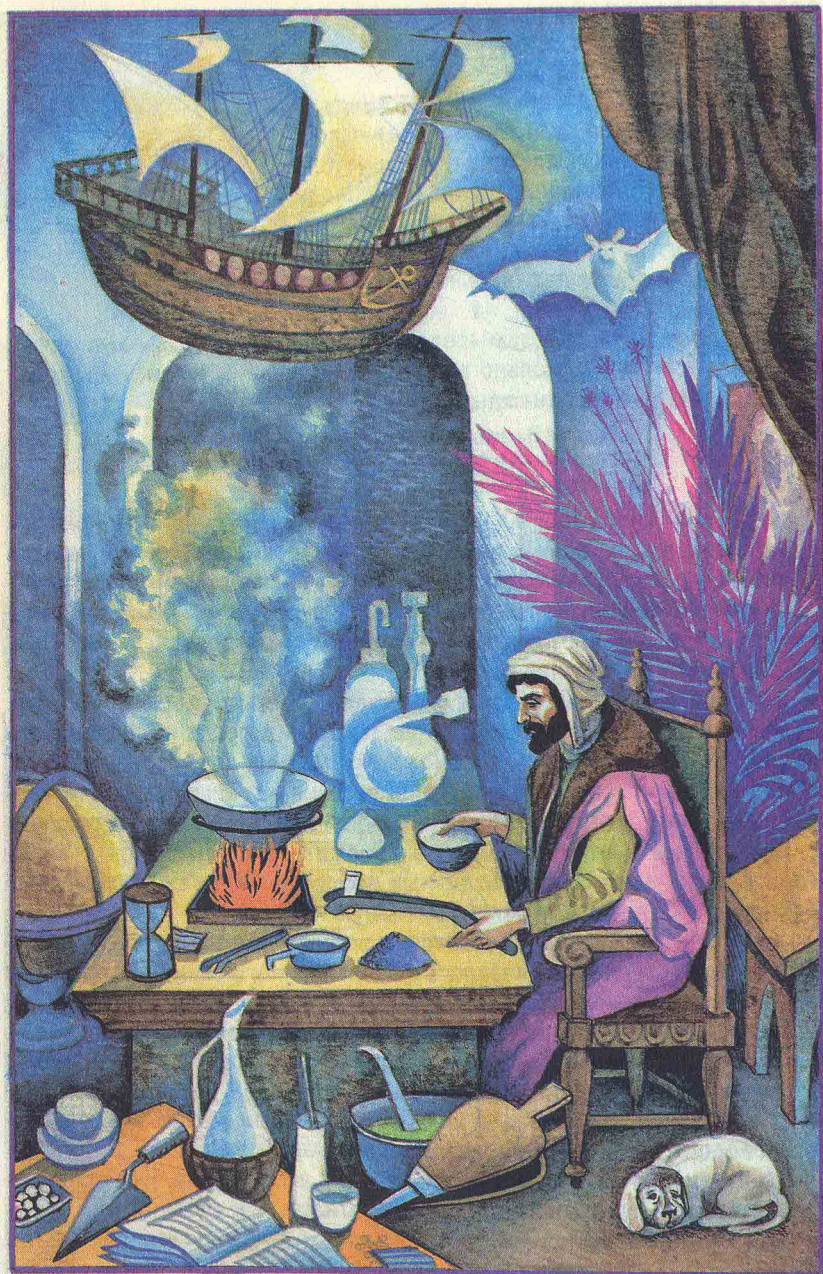
По ходу работы мне часто приходилось вторгаться в области, далекие от сферы моих профессиональных интересов преподавателя химии: историю, литературу, биологию, медицину и ряд других. Во всех этих случаях я пытался опираться на здравый смысл и специальную литературу. Поэтому очевидно, что читатель, являющийся специалистом в этих дисциплинах, может не согласиться с моим толкованием некоторых конкретных вопросов. Во всех этих случаях с благодарностью приму конструктивную критику.

Хотя книга по объему достаточно велика, все же среди подготовительных материалов оказалось довольно много таких, которые "не вместились" в основной текст. Некоторые из них удалось изложить в форме коротких заметок. Они помещены между основными главами и служат своеобразными "дверьми", через которые читатель при желании может отправиться в самостоятельную дорогу.

И последнее. "Что толку в книжке, если в ней нет ни картинок, ни разговоров?" — говаривала незабвенная Алиса из сказки Л. Кэрролла. Автор полностью разделяет ее мнение, вследствие чего стремился написать именно книгу, а не монографию или учебник.

Итак, вы познакомились с намерениями автора. И если они вам по душе, то можете переходить к следующей странице, где вас ждет встреча с его героем.





## ТЫСЯЧЕЛЕТНИЙ МАРАФОН



*"Я обладаю от природы философским и к наукам пригодным умом. Я остроумен, изыщен, находчив, интеллигентен, похотлив, весел, праведен, верен, мудр, мыслящ, любопытен, услужлив, завистлив, изобретателен, учен благодаря собственным стараниям, люблю чудеса, хитр, жесток, знаю множество тайн, мстителен, меланхоличен, коварен, предатель, колдун, маг, несчастен, не люблю своих, отератителен, сумрачен, вещун, резнив, шутник, клеветник, изменчив, слабохарактерен; вот какие во мне противоречия характера и поведения".*

*(Из старинного манускрипта)*

Анаксимандр утверждал, что прежде всего сущего был апейрон. А потом, когда появилось время, все потекло своим чередом. Возникли вещи, возникли их владыки. Владение миром — не апофеоз ли могущества? Небо — Уран "первый стал править всем миром". Но даже и такая власть не в сласть, если нет подданных. И Уран вступил в брак с Землей — Геей. Мир стал видимым. Сначала сторукие гекатонхейры, потом одноглазые циклопы увидели то, что было Светом, и того, кто им правил. Но радость от обретенного бытия быстро омрачилась небесным гневом, и циклопы полетели в мрачный Тартар. Нет, не такие подданные нужны Урану. А потому "Уран и Гея произвели на свет сыновей, так называемых титанов — Океана, Келя, Гипериона, Крия и Иапета, а после всех Крона, а также дочерей, прозванных титанидами, — Рею, Фемиду, Мнемосину, Фебу, Диону, Тейю". Так около двух тысяч лет тому назад писал греческий грамматик Аполлодор о рождении свинца. "Свинца? Какого свинца? Почему свинца?" — спросит читатель. Но недоумевать он будет недолго, поскольку вспомнит, что вещь и имя — не одно и то же. Мы говорим "белое золото", подразумевая хлопок, мы клянем "зеленого



змия", вовсе не имея в виду пресмыкающихся. Что касается Аполлодора, то он лично вряд ли связывал имя божественного Крона со столь обыденным металлом, как свинец. Но Аполлодор, напомню, был грамматиком. Те же, кто задумывался о сущности и смысле этого тяжелого, глухого, тусклого вещества, не сомневались в том, что именно он и есть воплощение Крона.

Итак, Крон-Свинец родился и вступил на свою жизненную тропу, точнее сказать — побежал, ибо события развивались с калейдоскопической быстротой. "Гейя, негодую по поводу гибели детей, сброшенных в Тартар, убедила титанов восстать против отца и дала кривой стальной меч Крону". Кровавая схватка — и титаны вручили власть Крону. Новый властитель был удачлив и щедр. Наступил "золотой век". Правда, вряд ли стоило бы говорить о царствовании Крона столь торжественно — в дальнейшем события приняли трагический оборот. Но и не упомянуть о "золотом веке" нельзя. Ведь много позже алхимическая традиция именно свинцу придавала столь большое значение в процессах трансмутации — превращения металлов в золото. Параллель: античный миф — алхимия. Не слишком ли далекие понятия в ней сочетаются? Как бы то ни было, но ни "золотой век" Крона, ни трансмутация свинца счастья не принесли. Крон, женившись на сестре Рея, принялся пожирать собственных детей, "так как Гейя и Уран предрекли ему, что власть у него отнимет его собственный сын". И в средние века златоделание вело к трагедиям. Кто сочтет алхимиков, адептов трансмутации, погибших на кострах инквизиции и в подземельях своих сюзеренов? Конец "золотого века" Крона столь же трагичен, сколь и закономерен. Рея сумела спасти своего сына Зевса и тот, став взрослым, в ходе десятилетней войны победил отца. Новая звезда взошла над миром. Вот как изображает это событие А. Пуассон в "Большой поэме философского Олимпа" (автор именует своих героев согласно римской традиции: Крон — Сатурн, Зевс — Юпитер):

Сатурн выходит черный и чернеет  
На синем предвечернем небосклоне,  
Как вдруг, откуда ни возьмись, Юпитер  
Является, чтобы лишить господства  
надменный черно-пепельный Сатурн<sup>1</sup>.

Здесь, конечно же, имеется в виду не яркая Сатурн-планета, а "черно-пепельный" Сатурн-свинец. Любопытно, что и в Виленском списке астрологических статей (около XVII века) можно прочесть такую "автохарактеристику" Крона: "Мне есть барва дана черна, бо в

<sup>1</sup> Стихотворный перевод В.Л. Рабиновича.

том жалость приодяна" (я имею черный цвет, поскольку это цвет жалости). Может быть, здесь цвет — память о скорби по поводу поражения от Зевса-Юпитера? Во всяком случае ясно, что в стихотворении Пуассона планета — лишь символ, свидетельствующий о божественной сопричастности металла.

В результате победы Зевса над Кроном завязывается еще один антично-алхимический узелок. Дело в том, что Зевс в честь своего успеха устроил первые Олимпийские игры. На них особенно блеснул Аполлон, сын Зевса, который в беге победил самого Гермеса — крылоногого вестника богов. После Олимпиады дороги соперников расходятся. Аполлон становится душой олимпийского "общества". Что касается судьбы Гермеса, то рискну высказать догадку, основанную только на психологических соображениях. Дело в том, что поражение на Олимпиаде считалось у греков большим позором и проигравший порой даже скрывался от соплеменников, дабы не стать предметом насмешек. И Гермес, этот странный бог, возникающий без всяких объяснений в мифе о войне Зевса с гигантами, один из самых обаятельных богов греческого пантеона, выполнявший, как бы теперь сказали, "конфиденциальные поручения" самого Зевса, покровительствовавший торговле и плутовству, со временем окончательно утратит подвижность (поражение от Аполлона — "первый звонок" для атлета Гермеса), но, приобретя мудрость египетского бога Тота, станет Гермесом Трисмегистом, автором "Изумрудной скрижали" и родоначальником алхимиков, столь страстно домогавшихся познания тайны превращения "философской ртути", то есть металлического свинца, в золото. Ну, а что же стало с божественной ипостасью молюбдоса, так называли свинец древние греки? Крон производит на свет первого кентавра Хирона и ... исчезает с горизонта греческой мифологии. Крон стал править Временем. И сегодня, произнося слова — хроника, хронометр, хронический, мы вспоминаем о чем угодно, но только не о сыне Неба и Земли, брате богини справедливости и правосудия Фемиды, младшем из титанов Кроне. Однако божественный олимпиец — это еще и просто металл, который был дан в руки древнему человеку в своей земной ипостаси. Жизненная тропа, по которой бежал наш герой, низвела его с блистательного Олимпа на землю, которая, правда, в те времена мало чем отличалась от обиталища богов: в ручьях журчала чистая вода, а не промышленные стоки, воздух был полон ароматами цветов, а не выхлопных газов, и вокруг щебетали птички, а не трещали мотоциклы. Начался марафон, измеряемый не километрами, а тысячелетиями. Где именно вступил на землю Крон, сказать трудно, но первые его следы были обнаружены английским археологом Джеймсом Меллартом в ... Турции. Конечно, следы эти



относились ко временам, когда эту территорию заселяли совсем другие народы. Ведь эти времена отделены от нас 85 веками. В 1961–1963 годах Мелларт производил раскопки неолитической культуры Чатал-Хююк и среди развалин странных прямоугольных домов с выходами на крышу обнаружил свинцовые бусины.

Кого только не видела эта земля! Киликийцы и хетты, римляне и византийцы, арабы и сельджуки считали ее своею, тень киммерийцев нависла над нею с северо-запада, и волны "народов моря" прокатывались через нее. И только теперь с глубины 6 метров (именно такую глубину имеет культурный слой) Мелларт достал отлитые в LXV веке до новой эры неизвестным мастером маленькие свинцовые шарики.

Итак, первый потребитель свинца определился. Им стала древняя "ювелирная промышленность". Маиса Нурбала кызы Рагимова, автор диссертации "История изучения свинца и его соединений...", материалы которой будут использоваться и в дальнейшем, на основании широкого анализа сделала вывод о том, что "... в памятниках более позднего (чем Чатал-Хююк – Ю.Л.) возраста свинец использовался главным образом для изготовления украшений, различных художественных изделий...". Прежде всего это "игрушки" из Ирана XXXV – XXXI веков до новой эры и "статуэтка" времен I династии из Египта XXXIX – XXXIV веков до новой эры. Она часто упоминается как наиболее древний предмет из свинца.

Вообще предметов из "египетского" свинца известно довольно много. Из него на берегах Нила делали бусы, перстни, височные кольца и многое другое. Уже в те далекие времена свинец был довольно широко распространен в цивилизованном мире. Известно, что в Китае он нашел применение ранее чем в XXX веке до нашей эры. Очень интересен браслет из свинца, найденный археологом Винифред Лемб на острове Лесбос и относящийся к XXVIII – XXIV векам до новой эры. На территории нашей страны первые свинцовые изделия были найдены в Закавказье и относятся к III тысячелетию до новой эры. Предметы более поздних времен многочисленны. Правда, в столь отдаленные времена, когда отсутствовало даже представление о качественном химическом анализе, люди часто путали свинец, олово и сурьму. Так что порой трудно сказать, является ли то или иное упоминание о тяжелом и тягучем металле следом марафонца Крона или это отметина о деяниях его сына Зевса – олова. Впрочем, эта путаница продолжалась вплоть до средних веков. Обращаясь вновь к свидетельству М.Н. Рагимовой: "Установлена характерная неопределенность названий "Абар" или "Агар" на шумерском, "Анаку" на аккадском языках, которые могут в отдельных случаях относиться и к свинцу, и к олову, и к сурьме. Оче-

видно, что в древние времена каждый из этих металлов или их сплавов считали разновидностями другого". Правда, Плиний Старший вводит различия между "плюмбум альбум" – белый свинец (олово) и "плюмбум нигрум" – черный свинец (собственно свинец), но это относится уже к I веку новой эры. Характерно и разное произношение современных названий свинца: "лед" (Lead) – по-английски, "пломб" (Plomb) – по-французски, "блей" (Blei) – по-немецки, "плом" (Plomo) – по-испански, "пьембо" (Piombo) – по-итальянски, "луд" (Lood) – по-голландски, "олово" ("олово") – по-болгарски, "олово" (Olovo) – по-чешски, "олув" (Olow) – по-польски, "свинас" (Sewinas) – по-литовски. Последнее значение весьма близко к русскому. Что это – случайность? Вряд ли. Известный лингвист А.Г. Преображенский, автор "Этимологического словаря русского языка", считает, что литовско-латинское название свинца заимствовано из славянских языков. Что же касается русского названия свинца, то оно весьма загадочно. Почему не была воспринята какая-нибудь традиционная форма из иностранных языков, а появилось новое слово, объяснить трудно. В свое время Н.А. Фигуровский высказал гипотезу о том, что это название связано "со словом вино, так как у древних римлян (и на Кавказе) вино хранили в свинцовых сосудах, придававших ему своеобразный вкус; этот вкус ценили столь высоко, что не обращали внимания на возможность отравления ядовитыми веществами". Но вряд ли это предположение можно рассматривать серьезно, поскольку никаких связей между Русью и древними римлянами быть не могло хотя бы из-за разницы по времени. Древний Рим перестал существовать в V веке новой эры, а Русь образовалась в IX – X веках новой эры. Да и находки свинца на Руси относятся ко временам более поздним, связанным с Новгородской республикой. А по свидетельству историка Н. Аристова свинец в Новгород доставляли немцы. Есть данные, что был в Новгороде и польский свинец. Но откуда все же появилось название "свинец" – загадка. Может быть, разгадку следует искать не на Западе, а на Востоке? Некоторый свет на эту проблему проливает следующее сообщение Н. Аристова, взятое из его капитального труда "Промышленность Древней Руси" (1886 год): "В Болгарию (волжскую Булгарию – Ю.Л.) доставляли инородцы свинец и олово из уральских гор, как можно догадываться на основании слов Ибн-Гаукаля: "Арса доставляет свинец, и олово, и зверя, называемого черною куницею или скифским соболем". А сообщение Ибн-Гаукаля относится к XIII – XIV векам. Но слова Ибн-Гаукаля – это перевод на русский язык древнего текста. Как звучало слово "свинец" в подлиннике? Вопросов здесь, к сожалению, больше, чем хотелось бы.

Освоив ювелирное дело, свинец смело овладевает и смежными



специальностями — становится палачом и банкиром. Уже на клинописных табличках из Амарна (XIV век до новой эры) можно прочесть такой закон: "Кто бы когда-либо ни отрекался от своих слов, они должны были залить ему рот расплавленным свинцом". Как видим, и по ведомству сестры своей, Фемиды, свинец нашел себе дело. И дело, видно, по душе. Ну не корысти же ради?! В палаческом искусстве свинец проявил настолько недюжинные способности, что его услугами пользовались и в античном мире, и в "мрачное" средневековье, да и новое время, кажется, увь! — не дало ему полной отставки.

Судите сами. Вот философская проза XVIII века — "Кандид" Вольтера: "Его спросили, строго следуя судебной процедуре, что он предпочитает: быть ли прогнанным сквозь строй тридцать шесть раз или получить двенадцать свинцовых пуль в лоб". А вот жизнь той же эпохи. За два года до опубликования "Кандида", 26 марта 1757 г., был обнародован приговор некоему Дамьену, покушавшемуся на жизнь Людовика XV (того самого, чья фаворитка маркиза де Помпадур стала притчей во языцех). Приговор гласил: "На места, которые будут подвергнуты пыткам, лить расплавленный свинец..."

Из Франции — в Дагестан. Жуткое по своей точности пророчество М.Ю. Лермонтова:

В полдневный жар в долине Дагестана  
С свинцом в груди лежал недвижим я;  
Глубокая еще дымилась рана;  
По капле кровь точилась моя.

И пронизывающий той же пророческой точностью строй мыслей Б.П. Корнилова:

И это не красное слово, не поза —  
И дремлют до времени капли свинца,  
Идет до конца председатель колхоза,  
По нашей планете идет до конца.

Наконец, наши дни. Кто скажет, что строки В.С. Высоцкого из "Песни певца у микрофона" — только художественный образ, не имеющий в своей сердцевине пророческого стержня?

Прожорлив он, и с жадностью птенца  
Он изо рта выхватывает звуки.  
Он в лоб мне вlepит девять грамм свинца.  
Рук не поднять, — гитара вяжет руки!

Более того, именно новое время безмерно расширило эту сторону деятельности свинца, изобретя множество эффективных средств для ее осуществления.

При этом часто оказывается, что чем современнее технический уровень "карающего свинца", тем более варварской является его суть. Вот — увь! — некоторые из многих подтверждений этого тезиса. А. Кувшинников рассказывает об одном из сказочных персонажей, который "ожил" с помощью современных технологий. "Свое прозвище "сказочный дракон" получил во время вьетнамской авантюры за пиротехнические эффекты, сопровождающие его боевое применение: бьющие из пушек языки пламени и густой шлейф порохового дыма. Три его пушки обладают общей скорострельностью в 18 тысяч выстрелов в минуту. Практически одновременно они способны всадить снаряд в каждый квадратный сантиметр участка размером с футбольное поле. Очевидно, что ни о какой избирательности или прицельности огня речи в данном случае идти не может. Во Вьетнаме АС-47 (официальное название "сказочного дракона" — Ю.Л.) использовались в основном для прочесывания с воздуха "подозрительных" населенных пунктов. Их применение давало полную гарантию, что ни одна живая душа не уцелеет "под шквалом свинца". И так, здесь речь идет о свинцовом шквале. А вот в корреспонденции А. Палладина из Вашингтона упоминается другое "метеорологическое явление": "В текущем году (1985 г. — Ю.Л.) свинцовый град припустил еще сильнее, причем все чаще курок автоматов спускают несовершеннолетние". Разумеется, не только метеорологические термины и не только относящиеся к "их нравам" могут подтвердить тезис о бесчеловеческой сути свинца-карателя, свинца-насильника. Вот какой-то сюрреалистический по форме связи свинца и золота, но вполне "наш" по содержанию пример. В январе 1988 года газета "Правда" писала: "В один из недавних дней, дождавшись, когда стемнеет, двое неизвестных в масках из капроновых чулок вошли в ювелирный магазин "Ауреол" молдавского города Рыбница. Угрожая продавцам и находившимся в зале покупателям пистолетом и свинцовой дубинкой, они потребовали выручку. Получив отказ, грабители разбили витрины и забрали драгоценности". Разумеется, грабители были задержаны, но "свинцовый след" надолго останется в памяти очевидцев.

Бывает и так, что жертва сама становится своим палачом, а свинец — посредником и средством для нахождения маршрута выхода из ситуации, казавшейся безысходной. Вспомним метафорический диалог в "Поэме конца" М. Цветаевой:

— Так едемте? — Ваш маршрут?  
Яд, рельсы, свинец — на выбор!

Или волне реалистический из драмы Н. Доризо "Яков Джугашвили":



Яков  
Жить как он хочет, не могу,  
Как ни старался!  
Здесь, на груди, оставил шрам свинец,  
Свинец моей любви к нему.  
Олег  
Стрелялся?  
Яков  
Да, стрелялся...

Так ли, иначе ли свинец выступит в роли палача – результат одинаково необратим. "О, Свинцовую пломбочкой ночью опечатанные уста", – скорбит поэт. Неужели это неизбежно? Или, как сказал другой поэт, "неужели, неужели свинцовой точки не стереть?"

Вообще говоря — не знаю. Но в области социальных движений это, к счастью, не так. Во всяком случае Карл Маркс уже твердо был уверен, что "... никакой страной нельзя долго управлять с помощью свинца и пороха". Правда, и недолгий свинцовый шквал приводит к трагедии. Впрочем, в "поведении" свинца еще найдется и кое-что иное, достойное более подробного обсуждения и осуждения. Так что оставим свой порох сухим и перейдем, наконец, к свинцу-банкиру.

Роль финансиста для свинца может показаться не вполне подходящей. Действительно, мягкий, невзрачный, легко истирающийся металл — не самый лучший материал для денег. Но это оценка сегодняшнего дня. А.Б. Эйдельмант в статье "Деньги" (БСЭ) указывает, что "в зависимости от местных природных и экономических условий деньгами становились шкуры зверей, раковины, зерно, предметы обихода", то есть деньгами могло стать все, что представляло ценность в данной культуре. И вот в Месопотамии, на родине вавилоно-ассирийской культуры, уже в I тысячелетии до новой эры, по свидетельству М.Р. Рагимовой, свинец становится "денежным объектом для оплаты". В древней Индии, по сообщению М. Беккерта, свинцовые чушки в форме кирпичей служили посредником торговли. М.А. Блох указывает, что в записи о военной добыче египетского фараона Тутмоса III в 1475 году до новой эры среди прочих ценностей упоминается и свинец. Так что признание свинца "денежным объектом" было всеобщим.

А вот какую историю рассказывает Геродот (V век до новой эры). Однажды лакедемоняне пошли в поход и осадили город Сам. Жители Сама оказались в большой опасности. И вот тут-то Поликрат, тиран Сама, будто бы "велел отчеканить большое количество свинцовой местной монеты, позолотил ее и роздал лакедемонянам, которые за эту плату и ушли домой". Сам Геродот, правда, относится к этой истории с недоверием. И его можно понять. Ведь не нумиз-

матами же были лакедемоняне и не за редкими монетами выступили они в поход. Конечно, им было нужно золото. Так что поступок Поликрата весьма похож на изготовление фальшивых денег, а это не приветствовалось никогда.

Порой свинец-фальшивомонетчик встречался со свинцом-палачом. Подобные "встречи" были характерны и для более поздних времен. Это видно и из гадательной книги царя Давида "Рафли", где укоризненно говорится: "Не добро есть весить серебро с свинцом". В одной из глав Уложения царя Алексея Михайловича 1649 года говорится "о денежных мастерах, которые учнут делать воровские деньги". Закон здесь однозначен: "Которые денежные мастера учнут делати медныя, или оловянныя, или укладныя деньги, или в денежное дело в серебро учнут прибавляти медь, или олово, или свинец, и тем Государеве Казне учнут чинити убыль: и тех денежных мастеров за такое дело казнити смертию, залити (свинцом) горло". В случае, когда страдает не Государева Казна, а частное лицо, закон несколько смягчается: "А буде золотых и серебряных дел мастера возмут у кого золотое или серебряное дело, и учнут в золото и серебро мешати медь же и олово и свинец: и их же по сыску за то бить кнутом. А что они кому учинят убытки тем, что в золото, или в серебро подмешают меди или олова, или свинцу; и то на них доправя, отдать тому, кому они такой убыток учинят". Так что приходилось свинцу творить и "самосуд" — карать себя собой за собственную вездесущность.

Но не только в глубокой древности свинец играл роль всеобщего эквивалента. И тысячелетие спустя он исправно служит на "финансовом поприще". Абу-Али-Амед-Бен-Омар Ибн-даст (X – XI вв.), описывая город Хозар, говорит: "Жители этого города в торговле употребляли свинец вместо серебряной монеты, так как три багдадских "минны" свинца равнялись одному динару".

В этом сообщении есть одна очень важная деталь, раскрывающая многие "черты биографии" свинца – рядом упомянуты свинец и серебро. И это совпадение знаменательно. Ведь и в природе серебро чаще всего сопутствует свинцу. Собственно свинцово-серебряные руды и были источниками серебра в древности. Один из наиболее известных в античные времена рудников находился в Греции (в Лаурионе). Местонахождение его можно указать и точнее – Атика, юго-восточная часть Афинского государства. Это было действительно огромное месторождение. В V веке до новой эры там трудилось около 20 тысяч рабов, которые добывали руду, содержащую всего 0,02 % серебра. Но масштабы производства были столь велики, что рудник давал колоссальные доходы афинскому государству.

И здесь снова удивительный узелок. Крон умеет вязать очень



сложные кружева из времени и пространства. Покинув Лаурион, наш герой, к тому времени уже, по крайней мере, 60 веков бежавший по дорогам марафона цивилизации, встретился 13 сентября 490 года до новой эры с первым марафонцем — Фидиппидом (по другим источникам — Файдиннидесом). Это был гонец полководца Мильтиада, пославшего его сообщить афинянам о блестящей победе греков над персами. Видимо, подвиг воинов и мужество Фидиппида произвели на жителей Афин большое впечатление, и они по просьбе Фемистокла выделяют из лаурионских свинцово-серебряных богатств нужные средства для постройки боевых судов, что и принесло в конце концов решающую победу над персами. Прошли тысячелетия, о Лаурионе забыли, но, как оказалось, зря. Вспомнившие о нем в 20-х годах XX века частные кампании добывали там и свинец, и марганец, и кадмий.

Пословица гласит: "Не хлебом единым жив человек". Но все-таки хлеб необходим в первую очередь. А что во вторую? Римский историк Полибий (III — II века до новой эры) свидетельствует о том, что, когда жители Родоса, пострадавшие от сильнейшего землетрясения, обратились за помощью к соседям, Хрисеида, жена Антигона Досона, опекуна царя Филиппа III, "подарила сто тысяч артаб хлеба, три тысячи талантов свинца" (что в современных единицах измерения составляет около 786 тонн). Для тех, у кого нет крыши над головой, это очень ценный подарок. Ведь свинец — это и есть самая что ни на есть настоящая крыша. Вот интереснейшее свидетельство Леон-Баттисты Альберти (1404 — 1472 гг.), одного из крупнейших архитекторов средневековья. В трактате "Десять книг о зодчестве" он обобщает тысячелетний опыт предшественников. Отрывок из этого трактата интересен и как образец художественного творчества этого гуманиста: "Повсюду для покрытия крыш мы пользуемся свинцом — материалом долговечным, красивым и недорогим. Но у него есть недостаток: если его накладывать на каменную кладку, то он, оттого что не имеет притока воздуха, и оттого, что горячими камешками, на которых лежит, чрезмерно раскалется, плавится от солнечного жара. Напомним то, в чем можно убедиться на опыте: свинцовый сосуд не плавится на огне, если будет заполнен водою: брось камешек, тотчас же в месте соприкосновения свинец расплавится и продырявится. К тому же там, где свинец не будет иметь частых и крепких схватов, которыми удерживаются плиты, ветры будут его легко срывать. Бывает также, что свинец быстро повреждается и разъедается солями извести, так что гораздо надежнее укреплять его на дереве, если только ты не боишься пожара. Но здесь также непригодны и гвозди, в особенности железные, так как они солнцем сильнее нагреваются, чем камешки, и разъедаются



ржавчиной. Потому в сводах должны быть свинцовыми те скрепы и шипы, к которым черепица прикрепляется раскаленным железом. Следует также накладывать легкий слой смеси из ивовой золы с белой глиной.

Гвозди из меди меньше накаляются и меньше повреждаются ржавчиной. Свинец портится от помета птиц. Поэтому следует предусмотреть, чтобы птицы не имели пристанища, где они, прилетая, могли бы удобно укрываться, или чтобы туда, где скапливается падающий помет, ставили более плотный материал.

В храме Соломона, наверху, как сообщает Евсевий, были протянуты цепи, на которых висело четыреста медных сосудов, звук коих спугивал птиц".

То, что Альберти действительно обобщил опыт многих поколений



строителей, следует хотя бы из его ссылки на технологию укладки свинца, описанную Диодором Сицилийским (I век до новой эры). Диодор Сицилийский рассказывает о знаменитых висячих садах Вавилона. Своды, "державшие на себе всю тяжесть того небольшого сада", устроены были так: на камни — тростник с битумом, потом двойной кирпич с гипсовой замазкой, а "третий же ряд крыши составляли свинцовые плиты, чтобы из насыпной земли влажность вниз не проходила".

Кстати, у Геродота есть упоминание о другом применении свинца в архитектуре Вавилона. По его словам, царица Нитокрида "велела приблизительно посередине города положить мост из кусков высеченного камня, причем цементом служили железо и свинец".

Поскольку во времена Альберти еще не существовало ни научных журналов, ни международных выставок, ни интенсивного туристского обмена, он не знал, что в далекой северной Руси также имеется свой опыт сооружения свинцовых крыш. В уже упоминавшемся труде Н. Аристовой об этом сказано так: "К котельному или литейному делу можно отнести выделку из свинца и олова различных вещей. В XII веке на Руси уже существовали мастера, умевшие лить свинцовые доски для крыш церковных: в 1151 году епископ Нифонт обил свинцом Софийскую Новгородскую церковь; в 1125 году епископ Иоанн поновил церковь св. Богородицы в Суздале и покрыл свинцом".

Чтобы закончить разговор о свинцовых крышах, обратимся к Т. Морю. В 1516 году увидела свет его знаменитая "Утопия". В ней Мор уже отвергает свинец как кровельный материал. Описывая город, Мор пишет: "Плоские крыши они (утопийцы — Ю.Л.) покрывают какой-то известью, стоит она весьма дешево, однако замешана так, что не подвластна огню и лучше свинца противостоит насилию непогоды".

Вообще свинец в архитектуре церквей использовался вплоть до новейших времен. Так, по свидетельству О. Жолондковского и Л. Шармановой мраморная облицовка храма Христа Спасителя в Москве соединялась с кирпичной кладкой укреплениями, залитыми свинцом. О практичности такого решения судить трудно — храм простоял всего около полувека, но за этот период нареканий на такой способ крепления не было.

К слову сказать, в церквях слово "свинец" употреблялось и в богослужениях. Вот как говорилось, например, о грехе в покаянной молитве: "Исполни бремя греховное велми тяжкое, тяжее и горее свинца и железа и камени". Сюда свинец попал из-за своей тяжести. Тот же смысл вкладывает в употребление слова свинец и Гомер, когда в "Иллиаде" говорит: "Быстро в пучину Ириды, подобно свинцу,

погрузилась". Эта ассоциация — свинец и тяжесть — оказалась настолько прочной, что широко употребляется в разговорной речи и в литературе нового времени. Примеры бесчисленны, приведу только некоторые. Бывает так, что тяжесть свинца выступает в, так сказать, натуральном виде. Вот у В. Набокова герой рассказа "Круг" ловит рыбу. "Натянув сочную долю червяка на крючок, так, чтобы нигде не торчало острие, и одобрив молодца сакраментальным плевком, Василий спустил через перила отягощенную свинцом лесу". Иногда тяжесть металлического свинца определяет и назначение и название предмета, его содержащего. Весной 1888 года А.П. Чехов писал Я.А. Корнееву: "Затеваем на праздники олимпийские игры в нашем дворе и, между прочим, хотим играть в бабки. Где их можно достать, и имеются ли в Москве в продаже свинчатки?" Здесь имеется в виду крупная, залитая внутри свинцом битка, использовавшаяся как бита, а не специально зажатый в кулаке кусок металла, с которым один из героев поэмы О. Чухонцева "Однофамилец"

Отпрянул грузно и не целясь  
Наотмаш саданул с плеча  
Свинцовым кулаком — и — через —  
Шагнул ...

Использование свинчатки в драке всегда считалось бесчестным приемом.

Тяжесть может приписываться вовсе абстрактному понятию. В 1817 году, вспоминая кампанию Отечественной войны и заграничного похода, свои встречи с генералом Н.Н. Раевским, К.Н. Батюшков записал: "Мы были в Эльзасе. Раевский командовал тогда гренадерами. Призывает меня вечером кой о чем поболтать у камина. Войско было тогда в совершенном бездействии, и время, как свинец, лежало у генерала на сердце". Нужно ли расшифровывать этот образ?

Время — категория все же скорее физическая. А вот и чисто моральная. Марина Цветаева находит, что неподъемной тяжестью может обладать и стыд.

Я знаю: в переднике пышном  
Я голубя вам принесу.  
Так: встану в дверях — и ни с места!  
Свинцовыми гириями — стыд ...

Заканчивая разговор о тяжести свинца, с удивлением отмечу, что свинцовая тяжесть постоянно "преследует" литераторов в процессе творчества. Казалось бы, чего проще: чернильница, перо, бумага, немного вдохновения ... Что может помешать измарать



листок — другой и получить за это гонорар? Но вот послушайте. У Л. Мартынова наливается свинцом бумажный лист:

Ведь иногда  
Ложится у чернильницы  
И лист бумажный, как свинцовый пласт.

... Это, конечно, так, но вот и Н.В. Гоголь ведь замечает: "Даже страшно, совсем не подымается перо, точно будто свинец какой-нибудь сидит в нем", а Б. Пастернак и вовсе едва удерживается от того, чтобы не сорваться и не закончить тем самым жизнь в брызгах разбитого таланта:

Я креплюсь на пере у творца  
Терпкой каплей густого свинца.

Не удержался...

Но не только тяжесть свинца привлекала церковных и светских авторов. И другие качества металла часто использовались для создания яркого образа. Вот что рассказывает Диоген Лаэртский о знаменитом философе Диогене: "Увидев прекрасного мальчика, болтающего вздор, он спросил: "И тебе не стыдно извлекать из драгоценных ножен свинцовый кинжал?" Здесь обыгрываются сразу несколько свойств свинца: и его дешевизна, и малая механическая прочность, и другие, трудно выражаемые в металлургических терминах. Но то, что из тусклого металла философ сделал яркий образ, — несомненно. А вот цитата из Библии, из "Книги пророка Иезекииля": "Как в горнило кладут вместе серебро и медь и железо и свинец и олово, чтобы раздуть на них огонь и расплавить, так я во гневе моем и в ярости моей соберу вас и дохну на вас огнем негодования моего и расплавитесь среди него как серебро расплавляется в горниле" ... Сюда свинец попал, конечно же, за свою легкоплавкость. А цвет?! Своеобразие свинцового цвета служит неисчерпаемым источником для поисков все новых и новых его выражений.

А.П. Чехов однажды сказал: "Описание природы должно быть прежде всего картинно, чтобы читатель, прочитав и закрыв глаза, сразу мог вообразить себе изображаемый пейзаж, набор же таких моментов, как сумерки, цвет свинца, лужи, сырость, серебристость тополей, горизонт с тучей, воробьи, далекие луга — это не картина...". Не будем спорить с классиком — ему виднее. Нам важно, что "цвет свинца" может быть существенным компонентом настроения пейзажа. Каков же он? Вот как видит этот цвет эстонский классик Фридеберт Туглас: "Какой безграничный простор открывался отсюда: по одну сторону — далекая синь лесов, по другую —

красивые крыши усадьбы, утопающие в деревьях, внизу — свинцово-серая озерная гладь". Здесь свинец оказывается серым.

У Б. Пастернака — тоже безграничность, но временная, и тоже вода, но — черная:

У окуня ли екнул плавники, —  
Бездонный день — огромен и пунцов.  
Поднос Шелони — черен и свинцов ...  
Не свить концов и не поднять руки ...

А вот земной пейзаж далекого будущего, изображенный А. и Б. Стругацкими. "Небо было покрыто низкими сплошными тучами, тоже лилово-черными, как и океан, но на западе — справа по курсу — низко над горизонтом висело сплюснутое багровое солнце. Все это — свинцово-лиловый океан, свинцово-лиловое небо и кровавое солнце — Кондратьев увидел на один миг через искажающее, залитое водой стекло иллюминатора". У Стругацких здесь свинцовый цвет лилов. У М. Цветаевой — свой взгляд:

Полночные страны  
Пройду из конца и в конец.  
Где рот — его — рана,  
Очей синеватый свинец?

Видите — синеватый! Но и это, разумеется, не окончательное мнение. А.Н. Толстой находит оригинальное решение: "Рваные тучи мчались над самой водой. Море стало гривастым, свинцово-мрачным, и волны все злее, все выше били в ржавые борта". У Толстого цвет свинца просто не определяется, он только ощущается как "мрачный".

Тот же прием, но в журналистском варианте (газета "Правда" от 1 октября 1985 г.): "Амурская вода уже свинцово-холодна, но паводковый напор спадает медленно, что несколько беспокоит специалистов из объединения "Союзподводтрубопроводстрой" ... Здесь цвет соединился с температурой и окрасил ее человеческим восприятием.

И, наконец, совсем неожиданная, но очень зорко подмеченная метаморфоза свинцового цвета. Он, оказывается, может воплощать мысль и давать пищу взгляду в самых суровых условиях:

Здесь пишет страх, здесь пишет сдвиг  
Свинцовой палочкой молочной,  
Здесь созревает черновик  
Учеников воды проточной.

Свинцовые палочки — напоминает нам О. Мандельштам — использовались для письма издревле, о чем свидетельствует образ проточной воды: непрерывной связи времен и чистоты истоков.

Но и свинцовые пластинки в минувшие времена использовали не



только для кровли. По свидетельству Е.Ф. Шрекника, в древности "евреи писали на свинцовых пластинках", а М. Беккерт сообщает, что "на тонких свинцовых пластинках гравировали текст и, сшивая их, делали свинцовые книги". Одно из любопытных применений свинцовых пластин в древности описали В. Бэкман и В. Швенк в своем справочнике по катодной защите от коррозии. Оказывается, что первую электрохимическую защиту от коррозии изобрели еще древние римляне. Дело в том, что для защиты от жуков-древоточцев римляне обшивали днища своих деревянных кораблей свинцовыми листами; в качестве крепежа применялись медные гвозди. Но медь и свинец в морской воде являются очень мощной коррозионной гальванической парой, в которой анодом является свинец. Он и растворяется вокруг головок медных гвоздей, в результате чего свинцовый лист просто отваливался от корпуса. И это не удивительно — такова природа явления. Но удивительно то, что римляне нашли правильный выход из создавшегося положения. Они догадались покрывать свинцом головки медных гвоздей. Контакт разнородных металлов в среде-электролите прекращался, прекращался и коррозионный процесс. Свинец в данном случае является анодным защитным покрытием, которое было переизобретено много позже и которое существует до сих пор, например, в виде оцинкованного железа. А в случае с обшивкой свинец ведет себя по-рыцарски: при "прорыве противника" — например, морской воды через случайную царапину — он гибнет, растворяясь сам, но сохраняет своего партнера по взаимодействию, то есть медь.

Военная техника тоже, естественно, не обошла своим вниманием нашего героя. Но если книжников привлекала мягкость металла, корабелов — водостойкость, то военных, разумеется, тяжесть. И один из первых использовал это качество Архимед (около 287 — 212 гг. до новой эры), который был организатором обороны Сиракуз от римских войск во время второй пунической войны. По свидетельству Полибия, Архимед соорудил оборонительные метательные машины, которые являлись очень грозным оружием. "Некоторые машины метали камни весом не менее десяти талантов (талант равен весу тела с массой 262 кг — Ю.Л.), другие выбрасывали груды свинца". Метательные машины постоянно совершенствовались и достигли такой мощи, что выпущенные из них свинцовые ядра нагревались во время полета от трения. Вот как говорит об этом Лукреций Кар в своей знаменитой поэме "О природе вещей" (I век новой эры):

Тем же, примерно, путем и свинцовые ядра нередко  
Могут горячими стать на бегу, когда много холодных  
Выпустив тел из себя, они в воздухе жар набирают.

Здесь характерная ошибка в физическом истолковании процесса нагрева. Тепло возникает за счет испускания "холодных тел". Характерность этой ошибки в том, что она — следствие умозрительности физики времен Лукреция Кара. В новой, экспериментальной физике, свинец играл более заметную роль, но об этом будет рассказано позже.

Вообще войны и свинец — тема неисчерпаемая. И спектр ее воплощений охватывает все оттенки чувств. Вот торжественное возбуждение начала пушкинской "Войны":

Война! Подъяты наконец  
Шумят знамена бранной чести!  
Увижу кровь, увижу праздник мести;  
Засвищет вокруг меня губительный свинец...

Здесь после слова "война" стоит восклицательный знак. Это предполагает благородство целей — по крайней мере у одного из участников — и диктует особые правила чести, в духе которых высказывается современный поэт А. Калинин:

Ни от огня, ни от свинца  
Не отворачивай лица.

Та же война порождает и своеобразный юмор, уловленный поэтом З. Забабишкиным, написавшим о ковре, на котором изображен бегущий Наполеон:

Он едет с каменным лицом,  
Не справившись с великой ролью,  
Побитый праведным свинцом,  
а в довершение и — молюю.

Наш XX век погасил романтический ореол "бранной чести":

Гремели бои в мелколесье,  
Вокруг все дырявил свинец  
Бутылку с горючею смесью  
Держал наготове боец.

Такой нарисовал Д. Мельников типичную картинку последней мировой войны. А дальше? Неужели эта тема будет иметь продолжение? Неужели за поворотом истории — новая война, и мы будем ждать ее, уповая на то, что, по словам В. Высоцкого, "этот глупый свинец всех ли сразу найдет ..."? Нет, я скорее согласен с М. Цветаевой:

Так счастья не ждут,  
Так ждут — конца.  
Солдатский салют  
И в грудь — свинца...



Но ведь свинца за поворотом истории нет! За поворотом — плутоний и уран. И никому не нужно сегодня разьяснять, чем они отличаются от нашего героя и почему мы должны остановить военную машину до этого поворота...

До сих пор мы знакомились только со свинцом-металлом. Но на своем огромном марафонском пути он частенько менял внешний облик и выступал в форме своих соединений. В таком виде мы встречаем его уже в глубокой древности. Раньше других, по всей видимости, стал известен галенит — сульфид свинца. И употребление его было самое что ни на есть бытовое, ежедневно необходимое. Еще в древнейшем Египте в бадарийский период (L — XXXIV века до новой эры) галенит использовали как краску для подведения глаз. А одно из распространеннейших соединений свинца (сурик) упоминается еще в библейских притчах царя Соломона. Плиний Старший заявляет категорически: "Без сей краски нельзя выразить теней в живописи", а в древнерусской рукописи Нектария (XII век) "Указ, каково сурик делать" сурику поется прямо-таки панегирик: "И по железу писать и по всему удобен, красить и подкрашивать скрипку и шкатулку и к судовой поделке" (цитируется по М.Н. Рагимовой). О другой знаменитости — свинцовых белилах — впервые упоминается у Теофраста (около 371 — 285 гг. до новой эры), а Витрувий уже рассказывает о них подробно: "На Родосе складывают в глиняные бочки виноградные лозы и, залив их уксусом, покрывают кусками свинца, а затем плотно закупоривают бочки крышками, чтобы уксус не выдыхался. Открывая их по прошествии известного времени, обнаруживают белила вместо кусков свинца". Чем-то этот рецепт напоминает засолку груздей или горбуши. Видимо, аналогия с приготовлением пищевых продуктов не раз играла злую шутку с неосторожными людьми. Во всяком случае знаменитый врач и философ Авиценна (Абу Али Хусейн ибн Абдаллах ибн Сина) писал, что "свинцовые белила, если их выпить, они производят большие изменения (в организме)". И это действительно так. Тяжелое свинцовое отравление может привести к самым печальным последствиям. Но, может быть, и прав отчасти Н.А. Фигуровский, считавший, что римляне легкомысленно относились к возможности свинцового отравления. Ведь они держали пищевые продукты в сосудах, покрытых свинцовой глазурью. Саму же глазурь получали очень интересным способом. Вот как описывает его Ираклий в трактате "Об искусствах и красках римлян": "Возьми ржаную муку и поставь ее в горшке кипеть с водой, потом дай ей охладиться и обмажь этой смесью всю поверхность сосуда. Возьми свинец и расплавь его ... Если ты хочешь сделать его зеленым, то возьми медь или латунь и примешай ее к свинцу. Затем увлажни поверх-

ность горшка мучной водой и обмажь ее равномерно приготовленным тобою порошком из измельченного сплава латуни и свинца. Если ты хочешь, чтобы глазурь была желтой, то возьми чистый свинцовый порошок без латуни. Затем помести твой сосуд в большой горшок и поставь его в печь и держи его там, нагревая печь при медленном огне. И ты сделаешь таким образом свой сосуд блестящим и прекрасным".

Некоторые соединения свинца используются для приготовления лекарств. Вот рецепт мази на основе глета-оксида свинца, принадлежащий тому же Авиценне: "Берут листов мальвы, отваривают их один раз в пресной воде, растирают ... Добавляют еще отработанного свинцового глета и оловянного исфидадта — того и другого по две с половиной части, розового масла — четыре части, сока черного паслена и сока кориандра. Данное лекарство хорошо помогает при ожогах". И далее об окиси (по современной терминологии — оксиде. Ю.Л.) свинца: "Окись свинца ... сводит веснушки, черные пятна и кровоподтеки, в особенности промытая, она уничтожает следы оспы и препятствует потению".

И надо отметить, что свинец — не редкий гость в практике Авиценны. Можно привести многие десятки рецептов, где участвует либо сам металл, либо его соединения.

Вовсе не желая бросить тень на рецепты Авиценны, вполне серьезные и, вероятно, достаточно эффективные для своего времени, приведу все-таки цитату, содержащую один рецепт восстановителя для волос, по крайней мере морфологически близкий, как мне кажется, к рецептам великого философа: "Джонсон Сухой Лог встряхнул бутылку. Перед употреблением полагалось взбалтывать, так как сера не растворяется. Затем Сухой Лог смочил маленькую губку и принялся втирать жидкость в кожу на голове у корней волос. Кроме серы, в состав входил еще уксусно-кислый свинец, настойка стрихнина и лавро-вишневая вода. Сухой Лог вычитал этот рецепт из воскресной газеты". Разумеется, вы узнали О. Генри. А вот интересно, узнал ли бы он в своем рецепте отголосок фармакологических трудов великого ибн Сины?

Однако, увлекшись открытиями Авиценны, мы и не заметили, что тропинка, по которой столь долго бежал наш марафонец, с горных перевалов и солнечных долин Античности уходит под мрачные своды Средневековья. Правда, мрачный вид появился с течением времени, когда полуразвалившиеся своды предстали взгляду потомков из исторического далека. Но это не столь важно для нашей истории. Во всяком случае то, что свету стало меньше, — несомненно.

А первые впечатления при недостатке света всегда страдают

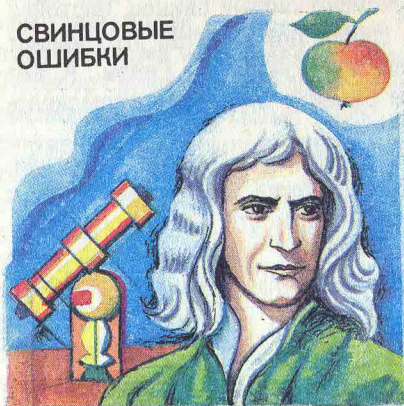


упрощенностью — тонких деталей не видно. Именно к таким впечатлениям следует отнести стихотворение, цитируемое известным революционером и ученым Н.А. Морозовым в своей книге "В поисках философского камня" и передающее концепции средневековых алхимиков:

Семь металлов создал свет  
По числу семи планет:  
Дал нам Космос на добро  
Медь, железо, серебро,  
Злато, олово, свинец...  
Сын мой! Сера их отец!  
И спеши, мой сын, узнать:  
Всем им — ртуть родная мать!

Но постепенно взгляд привыкает к полумраку, и становится очевидным, что все здесь не так просто. И вот, хотя и не божественный Крон, но все же таинственная философская ртуть перед нами. "Чтобы приготовить эликсир мудрецов, или философский камень, возьми, сын мой, философской ртути и накаливай, пока она не превратится в зеленого льва. После этого прокаливай сильнее, и она превратится в красного льва. Дигерируй этого красного льва на песчаной бане с кислым виноградным спиртом, выпари жидкость, и ртуть превратится в камедообразное вещество, которое можно резать ножом. Положи его в обмазанную глиной реторту и не спеша дистиллируй. Собери отдельно жидкости различной природы, которые появятся при этом. Ты получишь безвкусную флегму, спирт и красные капли. Киммерийские тени покроют реторту своим темным покрывалом, и ты найдешь внутри нее истинного дракона, потому что он пожирает свой хвост. Возьми этого черного дракона, разотри на камне и

## СВИНЦОВЫЕ ОШИБКИ



Научный авторитет И. Ньютона был столь высок, что даже ошибки Ньютона-экспериментатора считались истиной на протяжении столетия. А ошибиться может всякий, особенно если он работает ... со свинцом. Ньютон, пытаясь построить ахроматический объектив, то есть объектив без радужной обложки вокруг изображения, экспериментировал со "стеклянно-водяными" линзами. Они состояли из стеклянных менисков, пространство между которыми было заполнено жидкостью. Об этих опытах Ньютона рассказал В.А. Гуриков на страницах журнала "Земля и Вселенная". Как ни старался Ньютон, хроматическая

прикоснись к нему раскаленным углем. Он загорится и, приняв вскоре великолепный лимонный цвет, вновь воспроизведет зеленого льва. Сделай так, чтобы он пожрал свой хвост, и снова дистиллируй продукт. Наконец, мой сын, тщательно ректифицируй, и ты увидишь появление горячей воды и человеческой крови".

Для того чтобы стало понятным появление здесь рецепта алхимика Рипли (1415 — 1490 гг.), необходимо напомнить, что основной реагент — "философская ртуть" — не что иное, как металлический свинец. Весь же текст, при прочтении его как химического рецепта, представляет собой одно из первых описаний получения ацетона и цикла превращений оксидов свинца ("зеленый лев", "черный дракон"). Интересно, что в отличие от рецепта Авиценны рецепт Рипли обещает дать всеобъемлющее благо прямо сейчас, причем всякому, кто этот рецепт материализует. Последнее, впрочем, удастся крайне редко. Правда, тому есть, как теперь сказали бы, "объективные причины". Ведь еще великий Р. Бэкон (1214 — 1294 гг.) в своем труде "Зеркало Алхимии" вскрыл коварную природу свинца: "Это тело несовершенное и не чистое, составленное из нечистой, неустойчивой, землистой, распыляющейся, слегка белой снаружи и красной внутри, ртути. Такова же и сера, притом из самых горючих сортов. Свинцу недостает чистоты, прочности, цвета. Он недостаточно проварен". Но ведь рецепт Рипли появился почти на 200 лет позже утверждений Бэкона! И это были годы неустанных поисков условий успешной трансмутации. Так, может быть, Рипли все-таки удалось "проварить" свинец "достаточно"? Для того чтобы проверить это, нужно знать точный смысл предложенного Рипли рецепта. Кандидат химических наук В.Л. Рабинович семь раз подступался

абберация не исчезала. И он сделал вывод, что в принципе нельзя улучшить линзовые объективы. Как известно, столетием позже Л. Эйлер этот запрет преодолел. В чем же состояла ошибка Ньютона? Оказывается, он добавлял в воду, заливаемую между линзами, свинцовый "сахар" "для просветления". Но оптические свойства водного раствора ацетата свинца близки к свойствам стекла. В результате абберация, конечно, не исчезла. Так свинец "подвел" великого физика.

Более того, свинец, возможно, сыграл и зловещую роль в судьбе И. Ньютона. Вот что сообщил журнал "Техника и наука": "Ряд биографов

Ньютона упоминает что два года жизни ученого — 1692 и 1693 — были отмечены болезнями, депрессиями. В очерке его жизни, написанном в 1728 году, говорится, что великий физик в этот период страдал одышкой и манией преследования. Он сам в одном письме физика С. Пеле жаловался, что вдруг стал чувствовать себя раздражительным, плохо спать, мало работать. Ньютон потерял аппетит, не мог точно выражать свои мысли. В наше время всему этому нашли точное объяснение. Дело в том, что в ту пору Ньютон усиленно занимался ... алхимией. В своих опытах он использовал ртуть, мышьяк, свинец ... " О том же говорит и



к толкованию смысла этого текста, однако золота получить не удалось. Правда, в результате вместо слитка золота он написал книгу "Алхимия как феномен средневековой культуры", в которой подробно и увлекательно описывает, почему он золота сделать не смог. Но толстый том — не слишком ли много внимания полузабытому рецепту? Ведь еще за 27 лет до В.Л. Рабиновича Б.И. Степанов дал очень четкое толкование рецепта Рипли: "... Речь идет всего-навсего о получении и переработке уксуснокислого свинца, из которого образуются окрашенные пригорелые органические продукты, способные восстанавливать золото из растворов его солей". Из этого толкования, правда, следует, что золото и свинец в рецепте Рипли соприкасаются. Но согласно Б.И. Степанову касание это — нечто совершенно внешнее, к сути трансмутации отношения не имеющее. А вот В.Л. Рабинович как истинно объективный историк приводит и свидетельства об удачах златоделателей. "Легенда утверждает: Джордж Рипли в 1460 году посылает рыцарям ордена Иоаннитов на остров Родос круглую сумму алхимического происхождения, дабы помочь иоаннитам в войне с турками". Так, может быть, рецепт Рипли и в самом деле не так уже плох? И ведь Рипли не был единственным счастливым, благодетельствованным Гермесом. "В конце XV века, — сообщают алхимические летописцы, — Рудольф II собственноручно произвел немало алхимического золота. То же можно сказать и про Августа II Саксонского". И эти сообщения не исчерпывают списка удач адептов трансмутации. "В 1650 году в Праге отчеканена еще одна медаль в честь "золотого сына свинцового родителя".

Слухи об удачной трансмутации отразились и в поэзии Бена Джонсона [пьеса "Алхимик" (XVI — XVII вв.)]:

известный американский популяризатор Найджел Колдер. В своей книге о комете Галлея он пишет: "Меркурий (так алхимики называли ртуть, не путать с планетой того же названия!), которым Ньютон пользовался в своих экспериментах, несомненно, отравлял его организм, как и свинец, мышьяк и сурьма, тоже постоянно ему требовавшиеся". Бывало, что ученый работал вместе с другом — Эдмундом Галлеем. И тогда, как пишет Н. Колдер, "я так и слышу, как брюзгливый Ньютон и благодушный Галлей ведут одну из своих бесед о кометах веселыми языками, точно Калибан и Стефано в

шекспировской "Буре" — Ньютон путается в планетах и металлах, а Галлей клянется вздернуть на рее все треклятые орбиты, какие только есть на свете". Но, думается, бывало это нечасто. Как и всякий истинный ученый того времени, Ньютон в ходе экспериментов неделями не выходил из лаборатории. Результат — по современным спектроскопическим данным, в волосах Ньютона повышенное содержание тяжелых металлов.

Да, ошибиться может всякий, даже гений. Но свинцовые ошибки и удлиняют дорогу к истине, и укорачивают жизненный путь.

Я должен приготовить талисман,  
Наш перл творенья — философский камень...  
Вы все еще не верите? Напрасно!  
Я весь металл здесь в доме превращу  
Сегодня ночью в золото, а завтра  
Чуть свет за оловом и за свинцом  
К лудильщикам я слуг своих направлю...

Правда, достоверность всех этих фактов основательно подрывается параллельной цепочкой событий, также приведенной В.Л. Рабиновичем: "При дворе Людовика XIII подвизался некий Дюбуа, хвастающий секретом философского камня. Это доходит до кардинала Ришелье. На глазах доверчивых свидетелей Дюбуа превращает мушкетную пулю из ранца часового (пуля, вероятнее всего, была свинцовой — Ю.Л.) в золотой слиток. Дюбуа назначают королевским казначеем. Но всемогущий кардинал ухитряется таки упечь его в тюрьму. Под пыткой Дюбуа диктует несколько способов получения камня. Способы не подтверждаются. Исход тривиальный: виселица за чародейство. Авантюрист Делиль, живший в Провансе, обертывает золотые медали листовым свинцом или покрывает золотые гвозди железом. Естественно, дело трансмутации в этом случае — шутка не хитрая. Один алхимик-шарлатан ловко обманывает герцога Вюртембергского, упрощив прячущегося в лаборатории мальчика украдкой положить слиток золота на дно тигля. Вновь виселица". И цепочка эта гораздо длиннее списка счастливых. Может быть, именно размышления над этими двумя списками — висельников и счастливых — привели к тому, что в книге Иоанна Исаака Голланда появилась грустная, но с ноткой недоумения сентенция: "В свинце таится смертная жизнь — *vita est mortua*, и эта тайна среди других тайн есть наибольшая, как говорит философ". И





здесь очередной странный узелок в биографии нашего героя. Ибо ту же мысль, но средством современного поэтического языка высказывает и известный румынский поэт Джордже Бакович. В стихотворении "Свинец" (перевод Ю. Кожевникова) он пишет:

Спят вечным сном надгробья из свинца,  
Свинцовые цветы и траур покрывал.  
Я в склепе был один... лишь ветер завывал,  
Скрипя свинцом могильного венца.  
Моя любовь из тяжкого свинца  
Спит на свинце цветов... кого же ты зовешь?  
Я возле мертвеца... пронизывает дрожь —  
И опустились крылья из свинца.

Не правда ли, весьма печальное ретро о смерти и любви в тяжелом и мрачном мире. Почти автоматически я хотел написать еще одно слово: "средневековья". Но все же вовремя спохватился. Ведь хотя средневековье это, конечно, и время мрачных таинств, когда, как сказал поэт, "простоволосая колдунья летит под звезды на метле...", когда "от рогов и до копыт враг человеческого рода трясется — он-то уже не спит!", когда из темноты ночи вырываются "синюшных мертвецов личины: язык пылает изо рта!...", но оно же — и тысячелетие жизни многих поколений, жизни, в которой ужасы и мрак были не больше, чем острая приправа к довольно пресной лепешке обыденщины:

... Меняла вышел из подъезда  
И, почесавшись, вдруг зевнул.  
И пекарь разминает тесто...  
И отступает Вельзевул.

На Руси, насколько можно судить по летописным и иным письменным источникам, алхимии как таковой не было. Свинец же употреблялся нашими предками издавна. Но, естественно, употребление это не было связано ни с какой философской доктриной. Выше уже сообщалось об использовании свинца для покрытия крыш. Вот как говорит о применении свинца Н. Аристов: "Из свинца в Древней Руси выделявали печати и привешивали к грамотам: так, при договорной грамоте Новгорода с князем Ярославом (1270 год) сохранилась одна печать свинцовая неясной чеканки; при рядной Тешаты и Якима находится печать князя псковского Довмонта-Тимофея (1229 год) свинцовая, темно-синяя, сплочена из двух пластинок, похожая на пломбу, какие привешивают к товарам; среди нее пеньковая веревочка; чеканка печати вышла очень неловко... На свинцовой печати князя Александра (1326 год) его имя вырезано в обратном порядке по ошибке или неумению мастера. Печати новгородских владык, посадников, тысяцких и всех пяти концов были свинцовые".

Об этом неопровержимо свидетельствуют раскопки в Городище под Новгородом, начавшиеся еще в 1901 году под руководством историка М.И. Полянского. С тех пор количество найденных там вислых печатей составило многие тысячи. Судя по всему, в Городище (основанном до 1103 года) содержался книжный архив и множество печатей, что говорит о большом количестве документов, хранившихся там.

Здесь необходимо сделать одно важное уточнение. Хотя употребление свинца действительно не было связано на Руси ни с какой философской системой, тем не менее в философии природы, исповедовавшейся на Руси в те далекие времена, он незримо участвовал. Дело в том, что астрологические представления были распространены тогда достаточно широко. А астрология — эта своеобразная форма выражения всеобщей связи предметов и явлений — очень серьезно относилась к Крону, то есть к "звезде" Сатурну. В сборнике астрологических статей под редакцией академика А.И. Соболевского можно прочесть: "Седьмая планета Крон, держит субботу, а стоит над Русскою землею и над великим княжеством Литовским и над Новым градом..." Как видим, Крон-свинец простер свои владения и до стран "полуночных". Каким же представлялся Крон на Руси? Одно можно сказать определенно — должна была проявляться некоторая настороженность к античному, то есть языческому герою. И действительно, читаем в сборнике: "Крон бывший некто человек, прежде жрец идольский, злый чародей и творя людям добро и зло чары своими; дано бо ему от Бога добро, а от диявола зло". А заведует Крон, по мнению автора статьи по астрологии, погодой и урожаем. Он "знаменует о земных плодах", "... В коей стране бледен видом и зрак свой пременит Крон, то в той стране будет глад велик. А елды веселующиеся блещет... то добры на земле плоды будут".

Впрочем, как говорится, "На бога надейся, а сам не плошай!" Эта моральная заповедь издавна была известна на Руси. И за то, чтобы получить эти "добрые плоды", не раз приходилось воевать и с внешним супостатом, и со своим "кровопийцем". Свинец, разумеется, участвовал в этой борьбе, но любопытно то, что бывал он не только средством, но и целью восстаний! Вот отрывок из манифеста Е. Пугачева от сентября 1773 года, обращенного к башкирам и калмыкам. В манифесте "государь" жалуется им "землями, водами, лесами, жителями, травами, реками, хлебами, законами, пашнями, денежным жалованьем, свинцом и порохом, как вы желали, так пожаловал по жизнь вашу". Свинец — среди важнейших условий жизни... Но еще рядом с порохом.

О древнейших иранских и египетских произведениях мы уже



говорили, однако этим "художественная" деятельность свинца не ограничилась. Вот несколько ярких примеров в подтверждение этого тезиса.

По свидетельству Д.Л. Ровинского, большого знатока портретной гравюры, первый современный портрет царя Алексея Михайловича был нарисован с натуры в 1661 году свинцовым карандашом; такой шедевр Майоля, как "Желание", в 1905 – 1906 году был отлит из свинца, а в Преображенском дворце Петра I зеркала были в свинцовой оправе ...

Кстати, с петровскими преобразованиями связан один любопытный эпизод, в котором свинец играет не вполне ясную роль. Указал мне на него после выхода первого издания этой книги читатель из Новороссийска Б.Г. Хасапов. Ссылаясь на книгу "Механика и физика XVIII в.", он сообщил, что А.К. Нартов писал из Лондона Петру I: "... я многие вещи здесь нашел, которые в России ныне не находятся ... объявляю, что здесь я присмотрел ... Машину, которая тянет свинец и надлежит по адмиралтейству". Что это за машина и какие цели могло преследовать адмиралтейство при ее эксплуатации, сказать трудно. Можно только гадать. Если отвлечься от морского характера упомянутого А.К. Нартовым ведомства, то можно было бы предположить, что тянутые свинцовые прутки были нужны для "витражных дел мастеров". Это старинная служба нашего героя. Еще Теофил в своем манускрипте "Записки о разных искусствах" (X век) дает указания древнему мастеру: "... затем отлей прутья из чистого свинца, которым скрепляется стекло". А вот что пишет современный автор о доме боярина Башкина, жившего во времена Ивана Грозного: "Слюдяные окна разных расцветок были разграничены изогнутыми свинцовыми решетками. Синий, красный, желтый, зеленый цвета составляли радугу, игравшую на половицах". Впрочем, почему свинец был "витражных дел мастером"? Эту работу он выполняет и теперь. Если вы бывали в Москве и осматривали метрополитен, то не могли не обратить внимание на великолепные витражи станции "Новослободская". Игра красок великолепных орнаментов и натюрмортов художника П. Корина завораживает. И мало кто обращает внимание на техническую сторону этих произведений. А действительно, как же они сделаны? Оказывается, что и в коринских витражах цветные стекла скрепляются свинцовыми прокладками.

И здесь снова, как это уже не раз бывало, ассоциация вызывает из памяти новый образ. Свинец может не только соединять стекла завораживающих витражей, но и быть средством для настоящей ворожбы! Вот как говорит об этом один из самых эмоциональных поэтов нашего века М. Цветаева:

На крыльцо выхожу – слушаю,  
На свинце ворожу – плачу.  
Ночи душные,  
Скушные,  
Огоньки вдали: станица казачья.

Я не знаю, как в 1916 году ворожила на свинце совсем молодая Марина Цветаева, но вижу волшебный результат этой ворожбы – миллион почитателей цветаевского таланта ...

Удивительные трансформации может произвести со словом творческое воображение большого писателя. Он может построить образ на таких сочетаниях понятий, таких оттенках смысла исходных слов, что с первого взгляда кажется – сейчас все рухнет и превратится в груды семантического лома в духе кручениховского "Дыр бул щил убежур"... Но нет, талант позволяет не только уберечь образ от разрушения, но и придать ему удивительную прочность, обеспечивающую устойчивое существование в вечно бурлящем словесном потоке. В качестве примера такого образа можно привести цитату из романа В.Гроссмана "Жизнь и судьба", где роль "смыслового магнита", отысканного авторским воображением, выполняет слово "свинец": "Вода журчит в арыке, плещет, вздыхает, шумит у берега, а вот вода – гремит, ревет, волочит каменные глыбы, подобно соломинкам стремится огромные стволы, и сердце холодеет, когда глядишь на сдавленную среди тесных берегов реку, сотрясающую скалы, и кажется, то не вода, а тяжелые массы ожившего, взбесившегося, ставшего на дыбы прозрачного свинца." Поразительность творческой находки заключается в том, что ни одно из определений, использованных при слове "свинец" – "оживший", "взбесившийся", "ставший на дыбы", а тем более "прозрачный" – само по себе "не скрепляется" с ним, не имеет смыслового наполнения, а все вместе, да еще в контексте фразы, совершают чудо и "прозрачный свинец" становится литературным фактом. Впрочем, писательская техника разнообразна, и художественный образ может родиться не только от сочетания несочетаемого, но и при парадоксальном объединении смыслов одного и того же слова. Вот цитата из книги Саши Соколова, одного из самых интересных стилистов в современной русской литературе: "Подлетаю к солидному с саблей: где тут чего? Показывает. А у сабли внизу колесико, чтобы плавней волочить. Барышня, благоволите купейный до Миллерова. Сабля подобная пули сильней, ибо свинец нет-нет да и сплющится, но от сабли уж не отвертеться ни за что, от стали-то." Свинец, конечно, мягок. Но чтобы его мягкость помешала пуле поразить цель? Нет, вовсе не для развенчания свинца вспомнуто о его мягкости, а для подчеркивания особой твердости "солидного с саблей", которая опаснее пули. Что еще нужно для укрепления образа?



Как-то незаметно из бездны времени мы возвратились в наш привычный и обжитой XX век. Возвратились, как я надеюсь, не с "пустыми руками". Хотя, разумеется, в этом нашем мысленном путешествии мы не смогли познакомиться со всеми свидетельствами о жизни и о делах нашего героя за тот непостижимо длинный отрезок времени, измеряемый многими десятками веков, в течение которого он служит людям. Нам не удалось познакомиться ни со способом изготовления черни на серебре с помощью свинца в Древнем Риме, ни с чистыми и сочными цветами византийских свинцовых эмалей, ни с трактатом Абу-р-Рахайна Мухаммеда ибн Ахмеда Ал-Бируни, определившего, разумеется, без современных аналитических весов в X веке плотность свинца с точностью до четвертой значащей цифры, ни со многими другими. Внимательно проследив за тысячелетним марафоном нашего героя, Вы, вероятно, узнали о нем кое-что любопытное. Разумеется, и сегодня у свинца немало забот, кроме соединения цветных стекол в витражах. Но прежде чем говорить об использовании свинца сегодня, мне хотелось бы рассказать о том, как же он "появляется на свет" в наше время. Ведь чтобы иметь возможность чем-то пользоваться, нужно это "что-то" иметь. Написав "что-то", относящее героя книги к предметам неодушевленным, я задумался. Ведь хотя свинец и не человек, но за тысячелетия общения между ним и человеком он столь часто служил для выявления человеческих качеств — ума и верности, хитрости и мстительности, что отрывок из старинного манускрипта кажется целиком относящимся и к нему.



## БРАТ АФРОДИТЫ

*Вулкан, до кузни дотащившись,  
Собрал свинец, железо, медь;  
Потом, подручных добудившись,  
Все это приказал нагреть,  
И вот уже мехи качают,  
Огонь в жаровнях раздувают...*

И. Котляревский "Энеида"

Вопрос о родственниках и между людьми часто выясняется весьма не просто — что уж говорить о металлах! И тем не менее некоторые предположения на этот счет высказать можно. То, что свинец и медь родственники, — несомненно. Оба они из семейства цветных металлов. И родственники близкие — где один, там часто и другая. Ну прямо так и просится сказать — брат с сестрой. А ведь медь — лишь иное воплощение Венеры, которая в свою очередь не кто иная, как пенорожденная Афродита! Это общеизвестно со времен алхимиков. Сегодня же, когда и свинец, прежде чем принять огненную купель, непременно набирается сил в пенной, семейная общность свинца и меди, Кроноса и Афродиты, бесспорна.

Сложные семейные отношения Крона нашли свое отражение даже в культурах народов, весьма далеких и географически, и хронологически от Древней Греции. Вот отрывок из русской астрологической рукописи XVIII века, любезно предоставленной автору А. Пентковским, который ознакомился с ней в библиотеке АН СССР в Ленинграде. (Текст рукописи приведен мной к современной транскрипции — Ю.Л.). "Зевес же был человек и владел многими ради чарования своего и охочь был за непотребством ходити. С некоторою женою сжился и она к нему ходила и оберменела от него. Прямая же жена Зевеса хитростью узнала, когда придет к нему наложница, и увидела, что та непраздна от Зевеса иметь во чреве. И умыслила, как бы его уморить во чреве, чтоб не был наследник по нем. И рекла,



лестя Зевесу: "Твоя любимая наложница-любовница просит ты измолить, чтоб ты учинил чудо". Зевес же, не познав жены своей коварство, пришел к наложнице с громом и молнией и выжег из утробы младенца. А наложница умерла. Зевес же, разгневавшись за то, убил жену и отца своего Крона и выкидного младенца в стогнах своих доносил, а имя ему Арес.

И как отец с сыном своим и внуком лютостью и гневом и яростью единого естества и свойства, именуются они злыми, а Крон злых злее". Не правда ли — весьма эмоциональный рассказ? И хотя в нем нет ни слова об Афродите-богине, он тем не менее дает весьма яркое представление о накале страстей, возбуждаемых ею. Впрочем, среди греческих и негреческих мифов об олимпийцах есть, как мы уже знаем, и другие версии о "божественных отношениях". Согласно одной из них, и Крон, и Афродита действительно прямые брат и сестра по отцу.

Оставим, однако, специалистам спорить о родственных связях мифологических героев. Обратим лучше внимание на то, что в семейство цветных металлов входят и другие родственники, причем многие из них столь молоды, что не успели обзавестись роскошными бородами мифологических персонажей. Упомянем те, которые со свинцом, как говорится, "не разлей вода", постоянно его сопровождают: висмут, сурьма, мышьяк, кадмий, олово, кобальт, молибден, ванадий, индий, германий, галлий, серебро, золото и некоторые другие.

Ну, например, палладий. Одним из минералов палладия является его соединение со свинцом — плюмбопалладинит. (Жаль, не часто попадает он в руки геологов). Так что, имея иную свинцовую руду, с первого взгляда даже трудно понять, что же в ней главное, а что примесь. Глаза разбегаются при виде такого волшебства, а разум не может справиться с потоком впечатлений. Как перед этюдом № 7 Кандинского в Эрмитаже. Что же делать с таким сокровищем, как его наилучшим образом использовать? Ведь если этюд Кандинского ценен прежде всего своей целостностью и абсолютно проигрывает в эстетической значимости при разъединении на отдельные цветные пятна, то всякая руда становится важной и обращает на себя внимание инженера именно тогда, когда известен способ разложения ее на составляющие компоненты. Это положение закреплено и в определении самого понятия "руда". Согласно курсу "Общей металлургии" М.Н. Севрюкова и других, "рудами считают горные породы, которые при современном уровне техники выгодно перерабатывать для получения металлов". Это очень важный момент определения. То, что было выгодно вчера, сегодня может быть уже не рентабельно. И наоборот — невыгодный вчера процесс сегодня,

на новом уровне развития технологии и экономики, становится выгодным. Действительно, процессы переработки таких окисленных руд свинца, как церуссит (углекислый свинец) или англезит (сульфат свинца), в настоящее время утратили свое значение в связи с выработкой их богатых месторождений. И церуссит с англезитом, еще не так давно используемые на некоторых металлургических заводах, теряют звание руд, переходя в разряд минералов. За многие тысячелетия знакомства человека со свинцом немало природных его соединений уже проделало путь от руды к минералу. Да это и естественно. Диалектика всякого процесса такова, что восходящая ветвь развития неминуемо сменяется ветвью нисходящей. Кстати, "отряд" минералов свинца весьма велик и включает в себя такие соединения, как вульфенит (молибдат свинца), крокоит (хромат свинца), пироморфит (хлоридтрифосфат свинца), штольцит (вольфрамит свинца), ванадинит (хлоридтриванадат свинца), ярозит (кристаллогидрат сульфатов свинца и железа).

Что касается увеличения рудной базы, то можно привести такой пример. В шлаках первых металлургических процессов в древности содержалось 10 — 15 % свинца (IV век до новой эры). Уже в I веке до новой эры эти шлаки стали использовать в качестве сырья для получения свинца, а новые шлаки шли в отвал, имея в своем составе 2 — 3 % металла. В наши дни это достаточно богатая руда. Вот что может сделать повышение рентабельности процесса обогащения минералов.

Но, разумеется, не из старых шлаков во всем мире выплавляют более 3 миллионов тонн свинца в год. Что же является главным источником получения первичного свинца? Это полиметаллическая руда, содержащая свинцовый блеск, он же галенит, он же сульфид свинца. Руда известна издревле. Вот как описывает один из образцов галенита М.В. Ломоносов в своем "Минеральном каталоге", включающем описания 132 образцов различных свинцовых руд: "Свинцовая руда пластинками большими и почти кубическими приросла к флусу хрустальному, чистому, белому и к камню некоторому черноватому". В чистом виде в тяжелых "кубиках" содержится 86,6 % свинца по весу, но, к сожалению, в практически используемых рудах гораздо больше "камня некоторого черноватого", чем заветного свинцового блеска. Правда, этот "камень" включает в себя не только силикаты и пирит. Серебра содержится от 20 до 2000 граммов на тонну руды, имеются цветные и благородные металлы. Здесь в очередной раз подтверждается их родственность. Вот, скажем, то же серебро имеет кларк  $1 \cdot 10^{-7}$ , то есть на каждый грамм серебра в литосфере приходится  $10^7$  граммов других элементов. А в свинцовой руде серебра содержится в 200 —



20000 раз больше. И это же соотношение характерно и для многих других цветных металлов.

Рассмотрим подробнее осуществляемый сегодня основной процесс обогащения свинцовых руд — флотацию. Этот процесс — ровесник века. В производстве свинца флотацию стали применять с 1912 года. Физическая основа процесса проста. Известно, что одни минералы смачиваются жидкостью, другие нет. Если попросить привести пример, то почти всегда отвечают: вода смачивает песок, но не смачивает воск. Так что явление, прямо скажем, почти бытовое. Но только немногим более восьмидесяти лет назад оно нашло серьезное техническое применение. Именно на рубеже XIX — XX веков были выданы первые патенты на масляную флотацию. Сначала с помощью специальных реагентов, выделяющих газы, а затем барботируя обычный воздух сквозь слой масла, создавали пену. Одновременно в этот же слой подавалась мелкоизмельченная руда, содержащая свинец и другие металлы. Те из них, которые смачивались жидкостью (минеральным маслом), оседали на дно, а которые не смачивались, стремились занять место на границе воздух — жидкость, то есть на поверхности воздушного пузырька, поднимающегося сквозь масляный слой. И если кусочек минерала достаточно мал и вес его не превышает подъемной силы воздушного пузырька, он поднимается вверх и попадает в слой пены, который и удаляется для выделения из нее твердой фазы — концентрата.

Но вот пена вынесла нужный минерал из водной купели. Теперь у технолога новая задача — пену нужно разрушить, чтобы отделить твердую фазу от жидкой. И пена опадает в отстойниках, полученная пульпа фильтруется, а осадок сушится. Кстати, все эти процессы требуют электроэнергии. А последний процесс еще и топлива.

Концентрат готов — тонкий тяжелый порошок. Сколько же свинца содержит этот продукт? Все зависит от состава исходной руды. Бывает, что металла содержится в концентрате от 40 до 70 процентов. Казалось бы, 40 %-й концентрат нужно бы еще раз обработать и удалить излишек пустой породы. Но это неразумно, не по-хозяйски. Дело в том, что при каждой операции обогащения в отвал идет не только пустая порода, но и полезный минерал. Абсолютно избирательного разделения достигнуть невозможно. Поэтому чем больше стадий концентрирования проходит исходная руда, тем больше потери ее с отвалами. Так что в каждом отдельном случае останавливаются на экономически выгодной степени концентрирования. Потери полезного минерала — самое важное при этом, поскольку другая сторона процесса — флотационный раствор — страдает мало.

Но понятие о рентабельности без учета экологических последст-

вий постепенно уступает позиции более практическому взгляду, и очистные сооружения становятся такими же символами технического прогресса, какими еще полвека тому назад были дымящие трубы и сливные каналы. Значит, стоимость флотации возрастает. И все же это очень практичный взгляд на вещи. Ведь если работать по-старому, то в конце концов придется очищать всю окружающую среду, а это и сложнее, и дороже.

У нас есть такое богатое сырье, как концентрат. Может быть, его можно загрузить в печь и сразу получить металл? По идее можно. Но здесь возникают технологические сложности, составляющие суть любого производства. Именно о них мы и поговорим.

На этом этапе получать металл не только возможно, но даже выгодно. Концентрат сам является достаточно хорошим топливом, чтобы обеспечить "энергетическую независимость" или, как говорят, автогенность процесса. Такие процессы — их еще называют автогенными — уже довольно широко применяются в металлургии меди и никеля.

А что же свинец? Вот как описывают ситуацию со свинцом В.Я. Зайцев и Е.В. Маргулис, авторы учебника по металлургии свинца: "В металлургии свинца внедрение автогенных процессов в производство несколько задержалось. Это связано с рядом объективных причин. Главными из них являются высокая летучесть свинца и всех его соединений, обусловившая создание эффективной пылегазоочистки; относительно невысокая теплотворная способность свинцовых концентратов, часто не позволяющая выйти на чисто автогенный режим; сложность состава полиметаллических концентратов, что требует специальных мер для повышения комплексности использования сырья". Это, конечно, ни в коем случае не означает, что автогенные методы бесперспективны. Наоборот! Они только начинают по-настоящему входить в жизнь. В разных странах мира разрабатываются эти процессы: "Q — S" и "Q — S — L" в США, "Коминко" в Канаде, "Бриткосомако" в Англии, "Мицубиси" в Японии и т.д.

Советские ученые из ВНИИцветмета, Гинцветмета и ИМиО АН КазССР разработали так называемую технологию КИВЦЭТ-ЦС (кислородновзвешенная циклонная электротермическая плавка свинцово-цинковых продуктов). В этом процессе порошкообразная шихта сжигается в факеле с кислородным дутьем. При этом обеспечивается извлечение свинца на 99 %, и получается концентрированный сернистый газ. В том, что КИВЦЭТ-ЦС не только обещает, но и действительно дает качественную и экономически выгодную продукцию, уже успели убедиться в Усть-Каменогорске, а также на заводах в Италии и Боливии. Кроме этого процесса, интересной



является и плавка в жидкой ванне, также разработанная в СССР. К сожалению, до сих пор новинки робко входили в жизнь. Остается надеяться, что в ходе начавшейся перестройки производственники оценят по достоинству эти перспективные технологические решения.

Однако вернемся к реальностям сегодняшнего дня — шахтной восстановительной плавке. Она пока безусловно главный способ получения металла — около 95 процентов свинца получают именно с ее помощью. И для этого способа концентрат — еще не сырье.

Прежде всего ни в какую шахтную печь концентрат засыпать нельзя хотя бы потому, что концентрат — это мелкозернистый продукт, очень напоминает по крупности мелкий песок, масса весьма плотная и газонепроницаемая. Если бы такое сырье действительно было засыпано в печь, то оно, с одной стороны, постоянно выдувалось бы "на ветер", с другой, — "съедало" бы всю мощность газодувок без выхода печи на режим. Так что технологи вынуждены совершать "зигзаг" — переводить тонкодисперсный материал (на дробление и измельчение которого в шаровых мельницах было затрачено столько энергии) снова в куски на два, а то и на три порядка большего размера. Существование в течение многих десятков лет такого зигзага с дроблением и укрупнением говорит о том, что данный технологический прием уже достиг наивысшего расцвета, а наличие в нем явного противоречия закладывает фундамент будущих принципиальных изменений.

Если прямой путь (от куска к песку) требовал лишь механических усилий, то путь обратный проходит через огневую обработку — спекание и сплавление. Нагретый до температуры спекания (и тем более плавления), сульфид любого металла просто загорается на воздухе. И галенит не исключение. Сгорая, сульфиды металлов переходят в оксиды, так что при укрупнении (есть и технический термин — агломерация) свинцовый концентрат резко меняет состав. А как это сказывается на возможностях его переработки? Что удобнее для извлечения металла — сульфид или оксид?

Для ответа на подобные вопросы прежде всего обращаются к науке, носящей несколько аскетическое название "химическая термодинамика", причем и в ее характере также проявляется аскетическая твердость. Во всяком случае это касается термодинамических запретов. Область положительных предсказаний термодинамики гораздо менее информативна. Если нечто, согласно термодинамическому прогнозу, может быть, это отнюдь не значит, что оно действительно бывает. Поиск механизма осуществимости этого "нечто" порой продолжается десятилетия, но так и не приводит к практическим результатам. Но если этого нечего, согласно законам термодинамики, быть не может, то никто не потратит ни минуты



времени и ни копейки денег на его поиск (за исключением тех, кто в термодинамику не верит и упорно изобретает вечные двигатели).

В нашем случае термодинамический анализ показывает, что при введении любого из практически используемых восстановителей (водорода или углерода) до границы допустимых по технологическим причинам температур ( $\sim 1600^\circ\text{C}$ ) восстановление свинца из сульфида произойти не может. Поскольку это мнение термодинамики, принимаем его к сведению без обсуждений.

Для оксидных форм свинца положение резко меняется, и пределы необходимых для восстановления температур опускаются ниже  $1000^\circ\text{C}$ . Это значит, что здесь стоит поискать конкретные пути осуществления процессов. И в этих поисках положительный ответ был найден. Но об этом несколько позже. Здесь важно понять, что процесс агломерации, необходимость которого вначале рассмат-



ривалась нами только с точки зрения получения крупных частиц, создающих благоприятные условия для движения газов в металлургической печи, на самом деле гораздо важнее для процесса выплавки металла. Так вспомогательная, на первый взгляд, операция оказывается элементом той цепи технологических решений, с помощью которой и извлекают металл из подземных кладовых.

Теперь перейдем к следующему важнейшему этапу технологической цепочки — выплавке металла. Прежде всего несколько слов о том, почему именно шахтная печь выбрана в качестве основного объекта для рассмотрения процесса огневого передела свинцового концентрата. Ведь, кроме шахтной печи, свинец можно получать и другими технологическими способами.

Например, получение свинца в горне — простой и по-своему изящный метод. Сущность его состоит в том, что обжиг и плавку ведут в одном аппарате и восстановителем для образующихся оксидов становится не какой-то специальный ингредиент, а сами сульфиды цветных металлов. В результате взаимодействия оксида с сульфидом получают чистый металл и сернистый газ. Однако в наш рациональный век никто на эту простоту внимания не обращает: слишком велики потери свинца, уходящего в шлаки. И хотя шлаки свинцовой плавки в современном производстве перерабатываются с целью извлечения ценных компонентов, все же этот способ годится только для чистых и концентрированных руд. А шахтная печь экономична. Вот почему более 90 процентов всего выплавляемого свинца получают в шахтной печи, в которой протекает восстановительная плавка оксидов металлов, главным образом свинца.

Однако пора уже переходить от углубления в тонкости процессов, составляющих "душевный настрой" нашей примы, к знакомству с ее обликом и конструктивными особенностями. Без преувеличения можно сказать, что шахтная печь — типичный пример инженерного искусства. Действительно, все основные изобретения, связанные с конструкцией печи, сделаны сто и более лет назад. В 1862 году директор российского Департамента горных и соляных дел В.К. Рашет получил привилегию на шахтную печь "с прямоугольным поперечным сечением без распара, с постепенным расширением к колошнику". В 1863 году Пильц предложил вместо кирпичной кладки стенок печи использовать особые чугунные коробки, или кессоны, внутри которых циркулирует вода. Эти кессоны и дали название печам — ватержакетные, то есть печи, одетые в "жакет из воды". Кессоны покрываются настелом — слоем затвердевшего расплава, который предохраняет их от разрушения. А в 1871 году Арендс изобрел устройство для непрерывного выпуска веркблея из печи,

которое получило название сифона Арендса. Принцип его действия основан на том, что поверхность расплавленного черного свинца в печи испытывает давление слоя штейна и шлака, а также давление дутья. Если же соединить каналом слой веркблея с атмосферой, то его уровень в этом канале будет выше, чем в печи, из-за перечисленных дополнительных давлений. Имея эти принципиальные решения, инженеры и конструкторы непрерывно совершенствуют печи.

Итак, струя раскаленного веркблея покидает шахтную печь. Металлический свинец родился (его в веркблее 96 — 99 %). Как и всякий новорожденный, он еще многого не умеет, но обладает также и теми чертами, которые, к сожалению, позже исчезнут. Черновой свинец, например, "не умеет" превращаться в тонкую фольгу и мягкие трубы, "не стоек" против вредных воздействий со стороны "окружающей технологической среды". Но зато если не блеск, то уж "отблеск" серебра и золота непременно играет на поверхности расплава веркблея в цехе рафинирования. Если говорить более строго, то собственно свинцом ГОСТ 22861—77 называется ряд сплавов, из которых в свинце высшего качества марки С0000 суммарное содержание примесей не должно превышать 1 грамма на тонну продукта. Это очень высокая чистота. Если бы мы с такой же "ошибкой" стали пересчитывать, скажем, медные монеты со скоростью 10 копеек в секунду, то, начав работу в понедельник утром, отработав ежедневно по восемь часов, сделали бы первую ошибку лишь в четверг после обеда! Свинец марки С3 (самый "загрязненный") тоже достаточно чист — в нем допускается не более 0,1 % примесей. А из печи выходит сплав — веркблей, в котором, кроме собственно свинца, содержится около 8 % меди, 2 % мышьяка, 2 % сурьмы, 0,4 % висмута, 0,6 % серебра и золота. Так что для того чтобы веркблею стать свинцом, он обязательно должен пройти "чистилище". И первая операция, которой подвергается веркблей в цехе рафинирования, — обезмеживание. Сначала используется естественный процесс снижения растворимости меди и других металлов в свинце с понижением температуры. При этом более легкая фаза всплывает на поверхность расплавленного веркблея. Такой процесс носит название ликвации. Он известен давно, поэтому многие поколения металлургов выявили его "характер". Одной из важных тонкостей процесса ликвации является его ступенчатость. Сначала на поверхности появляется "сухой шликер" — богатая медью "пена" — результат резкого снижения растворимости меди в свинце: от 6,75 % при 900 °С до 0,38 % при 500 °С. Пену, как и положено, удаляют "шумовкой". Кроме меди, она содержит: свинец, серу, золото, серебро, мышьяк, никель, кобальт,



железо и другие элементы. Этот шликер, естественно, подвергают особой переработке с целью разделения на отдельные компоненты. А ликвацию между тем ведут дальше. Температуру понижают почти до затвердевания свинца ( $327^{\circ}\text{C}$ ), и на поверхность всплывают "жирные шликеры" — бедные медью и содержащие большое количество свинца, механически увлеченного из толщи расплава. Эти шликеры уже не подвергают специальной обработке, а добавляют в расплав при ликвации последующей порции веркблея. Содержание меди в очищенном свинце после ликвации падает до  $0,06 - 0,08$  процента, но и эта ничтожная примесь вредна — она требует дополнительного расхода цинка и, переходя в серебристую пену, загрязняет ее, затрудняя извлечение серебра. Поэтому для более глубокого обезмеживания используют еще и серную обработку веркблея. Мощными мешалками в расплав очищенного свинца при температуре  $325 - 340^{\circ}\text{C}$  вмешивается дробленая сера. Она имеет гораздо большее сродство к меди, чем к свинцу, поэтому добавляемая сера "выискивает" остаточные атомы меди (а их, как мы помним,  $6 - 8$  штук на 10 тысяч других) и прочно соединяется с ними в сульфиды, которые при столь низкой температуре не плавятся, а в виде сухого порошка плавают на поверхности расплава.

Вообще говоря, по ходу рассказа у читателей должно возникнуть представление о том, что практически любой предмет плавает и не тонет в жидком свинце. Это не совсем так, но близко к истине. Ибо вряд ли кто видел, как в расплаве свинца тонет слиток платины или осмия, а вот покачивающийся на поверхности жидкого расплава в рафинировочном котле кусок кирпича и большой железный болт автор видел собственными глазами. С медным пятаком этого не случилось бы — пятак просто растаял бы, как кусок сахара в сиропе. Практически все, что не растворяется и не горит, плавает в расплаве свинца.

Той же "шумовкой" снимают и эту пену, после чего содержание меди в свинце падает до  $1 - 3$  атомов на 100 тысяч атомов металлического свинца. Интересно, что эти остатки меди, удаленные с помощью элементарной серы, проделали в ходе металлургического передела своеобразный кульбит — из природных сульфидов после обжига и шахтной плавки образовалась металлическая медь, растворившаяся в свинце, а из последней с помощью элементарной серы снова образовались сульфиды. Вот яркий (хотя и поверхностный) пример проявления диалектического закона отрицания отрицания.

Расставшись таким образом с медью, свинцовый сплав с помощью центробежных насосов, способных перекачивать до 15 тонн жидкого металла в минуту, отправляется дальше. Следующая опе-

рация, которую совершат над ним металлурги, — смягчение, или щелочное рафинирование. При этом сплав освобождается от мышьяка и сурьмы. Смысл этой операции состоит в том, что и мышьяк, и сурьма имеют большее сродство к кислороду, чем свинец. Если добавить в расплав окислитель, он обязательно передаст кислород примеси. Правда, поскольку основную массу сплава составляет свинец, сначала кислород будет "захвачен" свинцом. Но он в данном случае не владеец, а лишь переносчик кислорода. Как только окисленный свинец встретится в объеме с атомом примеси, он, как говорится, "по первому требованию" передаст кислород мышьяку или сурьме.

Все меньше примесей остается в свинце, но усилия металлургов, ведущих рафинирование, не ослабевают. Пришла пора извлечь из глухого и тусклого свинца звонкое серебро и блестящее золото. И, как это не удивительно, здесь мы снова сталкиваемся с пенообразованием. Удивительна прежде всего настойчивость, с которой технология использует один и тот же прием, облекая его в самые разные одежды. На этот раз в качестве пенообразователя выступает металлический цинк. Оказывается, он склонен к образованию химических соединений с золотом и серебром:  $\text{AuZn}$ ,  $\text{Au}_3\text{Zn}_5$ ,  $\text{AuZn}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{Zn}_3$ ,  $\text{Ag}_2\text{Zn}_5$ . Формулы приведены здесь для того, чтобы читатель воочию убедился в странностях этих соединений — не соли, не оксиды, не сульфиды... Но что бы то ни было, эти свойства цинка весьма полезны металлургии. "Индивидуалистический" характер этих соединений проявляется и в том, что они практически полностью нерастворимы в жидком свинце и после образования всплывают на поверхность в виде серебристой цинковой пены. Почему же эту пену не снимают сразу же при первой возможности, а предварительного проводят обезмеживание, где часть золота и серебра теряется, и щелочное рафинирование, тоже уносящее толику драгоценных металлов? Дело в том, что медь также переходит в цинковую пену, а мышьяк изменяет свойства пены таким образом, что ее становится трудно удалить.

Практически обессеребрение ведут следующим образом. Операцию начинают с того, что в котел с расплавом свинца при температуре  $530^{\circ}\text{C}$  добавляют богатую оборотную пену, полученную в предыдущем цикле обессеребрения. Пену (а ее немало — до  $10 - 12\%$  от массы свинца в котле) энергично вмешивают в расплав. После ее растворения температуру снижают до  $510 - 480^{\circ}\text{C}$  и при этом снимают всплывающую богатую товарную пену, масса которой доходит до  $1,5 - 2,0\%$  от массы расплава. После этого в нем остается не более 300 граммов серебра на тонну расплава. И вот здесь вступает в дело цинк. На ванну при  $480^{\circ}\text{C}$  загружают чушки цинка



и перемешивают расплав мешалкой. Через 40 – 60 минут "блюдо" готово. Но его нужно охладить. Как? На практике поступают по-разному: отливают часть жидкости в малые емкости, там их охлаждают и возвращают обратно; поливают ванну водой; добавляют бедную оборотную пену (о ее происхождении чуть позже). Часто используют комбинацию всех этих методов. При охлаждении до 380 °С всплывает богатая оборотная пена, а при более низких температурах – бедная. Обе хранятся на складе отдельно до начала следующего цикла обессеребрения, в котором они будут использованы.

В настоящее время существует и непрерывный способ обессеребрения. Суть его состоит в том, что в рабочем котле существуют зоны различного состава и температуры (сверху – обогащенные цинком, внизу – свинцом). Через котел непрерывно протекает расплав черного свинца, а серебристую пену удаляют из него периодически.

Что же делают с серебристой цинковой пеной для получения драгоценных металлов? Прежде всего отгоняют цинк. Он самый легкокипящий в сплаве. В электрических печах при температуре 1250 °С удается отогнать из пены 90 процентов содержащегося в ней цинка, этого достаточно для успешного проведения следующей операции – купелирования. Купелирование – одна из древнейших технологических операций. Именно купелированием тысячи лет назад древние металлурги перерабатывали богатые серебро-свинцовые руды. Суть купелирования сводится к следующему. Если через расплав свинца, содержащий серебро и золото, продуть воздух, то свинец будет окисляться в глет, а серебро и золото накапливаться в купели. В результате купелирования получают так называемый

## БОЖЕСТВЕННАЯ МУЗЫКА



То, что "бокалов звон хрустальный" весьма музыкален, знают все. Не столь общеизвестны факты прямой связи свинцового стекла и музыки. 23 мая 1791 года великий Моцарт сочинил адажио и рондо до-мажор для стеклянной гармоники, флейты, гобоя, альты и виолончели. Сочинение было написано для Кирхгеснера. Но что такое стеклянная гармоника?

По свидетельству государственного научно-исследовательского института театра, музыки и кинематографии, "стеклянная гармоника – набор стеклянных полушарий, укрепленных на вращающемся валу,

металл доре (от французского d'ore – золотистый). На самом деле это скорее "металл аржан" (от французского argent – серебро), поскольку на 95 – 99 % состоит из серебра, золота же в нем не более 4 %. Но и этого бывает достаточно, чтобы за счет килограммов металла доре значительно снизить себестоимость десятков и сотен тонн свинца. Точных данных по "производству" золота из свинца нет, однако можно сказать, что в мире эта величина достигает многих десятков тонн в год.

Однако вернемся к основной массе сплава, который в результате обессеребрения лишился эфемерного "золотого отблеска", но приобрел практичный "светлый колорит". Действительно, "ничто на земле не проходит бесследно", а уж удаление золота и серебра и подавно... В состав свинца перешло до 7 килограммов цинка на тонну очищенного от золота и серебра сплава. Избыток цинка необходимо удалить. Делается это двумя способами. Либо расплав "цинковистого" свинца подвергают вакуумной отгонке и возвращают цинк в виде металла, либо с помощью расплава щелочи в специальном реакторе цинк окисляют, в результате чего до 95 % металла возвращают в форме цинковых белил потребителям. При этом, правда, можно возратить лишь 80 % цинка. Какой именно способ применить, в каждом конкретном случае решает экономика.

Сплав, прошедший столько купелей, уже далек от того веркблея, который получают в шахтной печи. Но это еще не свинец. Одна примесь мешает сплаву стать официальным, признанным ГОСТом свинцом. Эта примесь – висмут.

Как же разделить свинец и висмут? Любой металлург, не задумываясь, ответит: "С помощью процесса обезвисмучивания".

Прикасаясь во время вращения к полушариям влажными пальцами, получают звуки красивого тембра. Изобретена эта гармоника в 1763 году известным физиком Б. Франклином и пользовалась распространением до 30-х годов XIX века как сольный и оркестровый инструмент". Были и другие варианты гармоники – с клавиатурой и эластичным резонатором. Для какой именно гармоники писал Моцарт, установить очень трудно. Инструмент этот сейчас столь редок, что в нашей стране существует в единственном экземпляре в Ленинграде на "Постоянной выставке музыкальных инструментов". Свинец проявил свои музыкальные способности и при изготовлении флейты. Именно хрустальные флейты делала в Париже в 1812 году фирма "К. Лоран". У флейты, по словам Н.А. Римского-Корсакова, "тембр холодный, наиболее подходящий к мелодиям грациозного и легкомысленного характера в мажоре, и с оттенком поверхностной грусти в миноре", звучание этого инструмента передает божественную "музыку сфер", которые, как утверждали древние, тоже сделаны из хрусталя.



Как же практически осуществляется обезвismучивание? Сегодня существует несколько технологических схем. Рассмотрим наиболее распространенную. В свинцовый расплав при 400 °С опускают блоки оборотных дроссов (так называется обогащенный висмутом, кальцием и магнием свинцовый сплав), полученных в предыдущем цикле обезвismучивания. Расплав перемешивают, при этом растворение дроссов приводит к снижению температуры до 360 – 370 °С. Теперь в дело идет металлический кальций. Извлеченный из бочек, он перемещается в специальную корзину, снабженную мешалкой. Корзина погружается в расплав, и мешалка, прогоняя расплав через корзину, ускоряет растворение кальция. Теперь корзина вынимается, на поверхность расплава забрасывается металлический магний, и опять с помощью мешалки проводят дорастворение кальция и растворение магния. По окончании операции сплав отстаивается 10 – 15 минут, и на его поверхность всплывают богатые дроссы, содержащие плохо растворимое тугоплавкое интерметаллическое соединение  $\text{CaMg}_2\text{Bi}_2$ . Дроссы снимаются либо шумовками, либо с помощью специального пресса. Полученный продукт отправляют для переработки на висмут. При дальнейшем снижении температуры выделяются бедные оборотные дроссы, направляемые в виде блоков на склад для использования их в следующем производственном цикле.

Кроме того, существуют схемы, не предусматривающие использование оборотных дроссов, а также непрерывные процессы, аналогичные непрерывным процессам обессеребрения.

После всех этих операций содержание висмута в расплаве снижается с 0,15 до 0,01 %. Но иногда (для получения свинца высших марок) этого уже недостаточно. Нужна более глубокая очистка. И здесь выручает сурьма. Соединяясь с висмутом и другими компонентами сплава, сурьма образует продукты, которые тоже всплывают на поверхность. Содержание висмута после такой обработки уменьшается до 0,001 %. Расход реагентов невелик – чуть больше одного килограмма магния, меньше одного килограмма кальция и около 200 граммов сурьмы на тонну очищаемого свинца. Очистив расплав от висмута, мы снова загрязнили его кальцием, магнием и сурьмой. Их мало, но они сродни той самой ложке дегтя. Поэтому необходима новая очистка (на этот раз уже знакомое нам щелочное рафинирование). Снова работают мешалки, вмешивая расплав щелочи, снова гудят насосы, перекачивая расплав, и на сей раз это уже не просто очередные стадии рафинирования, а превращение предмета труда в продукт производства. Дальнейший путь расплава – на розлив. Мерно вращается карусель, и механические руки с острыми стальными крючьями неустанно укладывают в штабель тяжелые, еще горячие свинцовые "батоны". Сравнение с хлебом здесь не случайно. Свинцовые слитки массой 6 килограммов размерами очень похожи на типичные хлебобулочные изделия. Но главное не в этом. Не меньше, чем в обычные булки и сайки, вложено человеческого труда в эту "металлическую выпечку".

Разумеется "пекут" ее обычные люди. И заботы у них обычные – кроме жаркого цеха они хотят иметь теплый домашний очаг. Шаг за проходную – и "свинцовые заботы" вытесняются человеческим бытом. Где-то он устраивается лучше,

где-то – хуже, но любопытно, что в "свинцовых сферах" (по имеющимся сведениям) все-таки чуть получше. Вот что писала "Правда" по этому поводу: "Не получил широкого распространения опыт Усть-Каменогорского свинцово-цинкового комбината, который активно оказывает помощь индивидуальным застройщикам в обустройстве...". Почему не получил и как обстоят дела на других предприятиях – другой вопрос. Сейчас важно отметить, что на свинцово-цинковом по крайней мере по некоторым важным, волнующим их "непроизводственным" проблемам люди находят понимание. Трудно уловить причинную связь между свинцом – продуктом производства – и душевностью людей, занятых на этом производстве. Вероятно, в каких-то других отношениях эта связь может быть не столь очевидной. Но в любом случае, за любыми производственными и техническими проблемами нужно видеть человека, ради блага которого эти проблемы и должны решаться.

Мы рассмотрели "классическое" производство свинца. Но, разумеется, столь развитая ветвь цветной металлургии имеет и другие, пусть менее значительные, но многочисленные побеги. Мы уже познакомились с одним из них – автогенными процессами. За ними следует целый ряд "новинок". И прежде всего это – гидрометаллургия, то есть переработка водных растворов солей металлов. Действительно, высокотемпературная обработка руды, выплавка и очистка металла требуют значительных капитальных затрат (агломерационные машины, шахтные печи и т.п.). Огневая обработка не только требует использования высококачественного топлива (кокса), но только расходует много электроэнергии (обогрев на всех стадиях рафинирования), но и бесполезно растрачивает тепло протекающих реакций. А на стадии агломерации это немалое количество энергии. Ликвидировать эти недостатки и пытается гидрометаллургическая переработка руды. Но с самого начала она сталкивается с очень серьезной проблемой – плохой растворимостью большинства солей свинца и особенно сульфида. Руду невозможно растворить в технологически приемлемых условиях. Поэтому прежде всего ее обрабатывают хлором с целью перевода свинца в хлорид. Последний неплохо растворим в рассолах хлористого натрия. Его и используют в промышленности для извлечения свинца из руды. Полученный раствор очищают и выделяют из него металл. Выделение может осуществляться различными методами – электролизом, цементацией (то есть вытеснением с помощью более активного металла, чаще всего железа). Как видим, способ действительно прост и оборудования сложного не требует, и энергетически гораздо экономичнее огневого. И не шахтная печь, а гидрометаллургическая установка была бы примой нашего рассказа, если бы не малая эффективность работы всей схемы в целом, вызванная сложностью разделения на отдельные компоненты исходного раствора. Извлечь из руды можно все то же, что и при огневой обработке, но в громоздком процессе и с большими потерями. А если учесть, что все это приводит к появлению большого количества токсичных сточных



вод, станет понятным малое распространение метода гидрометаллургии в свинцовой промышленности в настоящее время.

Очень интересно применение электрохимических процессов в получении свинца. Достаточно сказать, что около 15 % металла рафинируется с помощью электролиза веркблея. Очень сложным оказалось подобрать состав электролита, в котором бы и условия процесса, и качество продукта удовлетворяли бы технологов. Но вот в 1901 году Бетс предложил, а в 1910 году практически осуществил электролитическую очистку черного свинца в электролите, включающем фторкремниевые кислоты. Среда, конечно, очень агрессивная, едкая, но зато получают прекрасный продукт. И хотя с момента изобретения Бетса прошло более восьмидесяти лет, ничего существенно лучшего предложено не было.

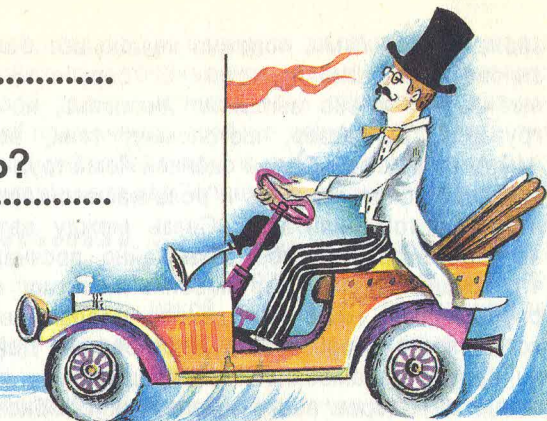
Электролизом же можно получить свинец непосредственно из расплава галенита. И у этого метода есть неплохие перспективы.

Не остается в стороне от металлургических проблем и самая молодая ветвь химической технологии — биохимическая. Во всем мире ведутся работы в этой области. Вот, к примеру, в 1980 году советскими учеными был предложен способ обогащения свинцово-цинковых руд с помощью раствора, содержащего бактерии *Thiobacillus ferrooxidans*. Растворение галенита проводят при повышенной температуре 60 — 65 °С. Сейчас, конечно, трудно предсказать будущее этого способа, но сам факт взаимного интереса металлургов и биохимиков весьма знаменателен.

Итак, мы познакомились с тем, как сегодня производят свинец, какие идеи выдвигают ученые для совершенствования его производства. Каковы же реальные направления и перспективы этого совершенствования?

В "Основных направлениях экономического и социального развития СССР на 1986 — 1990 годы и на период до 2000 года" перед цветной металлургией ставится задача: "Увеличить в 2,5 — 3 раза применение плавки в жидкой ванне, обеспечить производство 35 процентов меди, свинца и никеля с использованием ресурсосберегающих автогенных процессов". Так что нынешней "приме" — шахтной печи — придется потесниться. Вероятно, в рассказе о производстве свинца в 2000 году нужно будет говорить об установках типа КИВЦЭГ-ЦС. Но, познакомившись с тем, как получают свинец, мы должны обратиться к вопросу для чего его получают, как используют? Этим вопросам и посвящены последующие главы.

## АВТОМОБИЛЬ НЕ РОСКОШЬ?



*Полный комплект стандартной упряжи  
состоит из оглоблей, хомута, супони,  
дуги, гужей, седелки, чересседельника,  
подбрюшника и подпруги.*

(Из Энциклопедии)

"Я приближался к месту моего назначения. Вокруг меня, прижимаясь к самой дороге, зеленел лес, изредка уступая место полянам, поросшим желтой осокой. Солнце садилось уже который час, все никак не могло сесть и висело низко над горизонтом. Машина катилась по узкой дороге, засыпанной хрустящим гравием. Крупные камни я пускал под колесо, и каждый раз в багажнике лязгали и громыхали пустые канистры". Так начинается "Понедельник ...", который, по утверждению его авторов, на самом деле начинается в субботу. Ситуация, описанная известными фантастами А. и Б. Стругацкими, вполне житейская, даже бытовая. Но эта "стандартная позиция", как любят выражаться футбольные комментаторы, развивается в сказочную фантазмагорию "для научных сотрудников младшего возраста". И если классическая сказка в качестве исходного пункта берет описание оседлой и размеренной жизни старика со старухой, то сказка современная врывается в наше сознание на автомобильных колесах. Если вначале и было слово, то в начале нашего века был уже и автомобиль.

Так что же все-таки такое современный автомобиль? Кажется очевидным, что он не просто один из символов технического прогресса, он нечто большее — необходимое звено техноэволюции. "Подобно тому, — пишет знаменитый польский фантаст и ученый-футуролог С. Лем, — как птицы завоевали небо, а травоядные млекопитающие — равнины, так экипаж с двигателем внутреннего сгорания



завладел дорогами, положив начало все более и более специализированным разновидностям. В "борьбе за существование" автомобиль не только вытеснил дилижанс, но и "породил" автобус, грузовик, бульдозер, мотопомпу, танк, вездеход, автоцистерну и многое другое". С этой оценкой Лема трудно не согласиться.

Однако пора показать и роль нашего героя в феномене всепланетной автомобилизации. Связь между автомобилем и свинцом не просто прямая, но чрезвычайно прочная. Прочная настолько, что трудно решить — автомобиль ли помог свинцу "найти себя" в современном мире или свинец сделал автомобиль стойким ко всем тяготам борьбы за существование. Действительно, не свинец ли привел автомобиль к беспредельному господству на дорогах планеты? Скорее всего именно их симбиоз и позволил каждому из партнеров занять подобающее место в современном мире.

Ситуация парадоксальная: мягкий тяжелый невзрачный свинец и легкий прочный элегантный современный автомобиль. Что может их связывать? И тем не менее, по данным авторитетного международного источника "Свинец. Совместное издание Программы ООН по окружающей среде и Всемирной организации здравоохранения", при производстве и эксплуатации двигателей внутреннего сгорания в 1969 году было использовано 47,9 % мирового производства свинца, а в 1970 году эта цифра увеличилась до 56 %. Данные за 1986 год (без учета социалистических стран) свидетельствуют о дальнейшем росте (не менее 63 %) потребления свинца этой отраслью.

В переводе на весовые единицы это составляет около 2,5 миллионов тонн.

Многие считают, что главной сферой применения свинца является промышленность, производящая боеприпасы. При этом благодаря фильму "Белое солнце пустыни" читатель с легкостью припомнит песенку о "девяти граммах" металла, фатальным образом определяющих судьбу. Если принять эту цифру в качестве массы некой условной пули, то ориентировочно можно подсчитать, что из свинца, идущего на изготовление боеприпасов, делают не более одного патрона с такой пулей на каждого из 5 миллиардов живущих на Земле людей 1 раз в квартал. Особенно приятной эту цифру, конечно, не назовешь, но если знать, что из свинца, потребляемого автомобилями, можно было бы делать эту условную пулю раз в неделю, становится ясно, что свинец действительно служит не только, да и не столько по "военному ведомству". Правда, кроме "человека с ружьем" в военной форме, есть еще и вполне гражданские граждане, выходящие с оружием в руках на озера и в леса, — охотники.

Для каких же целей используются миллионы тонн свинца при производстве автомобилей? Их много, но главные две — во-первых,

для того чтобы поджечь топливо и сдвинуть автомобиль с места, а во-вторых, использовать это топливо при оптимальных условиях. Для выполнения первой задачи используются свинцовые аккумуляторы, вторую решает применение особого вещества — тетраэтилсвинца. Поскольку роль металла в том и другом случаях существенно различна, рассмотрим эти две "специальности" нашего героя.

..... Когда произносят слово "аккумулятор", то чаще всего не называют, какой конкретно, но подразумевают именно свинцовый. Это — самый распространенный тип ак-

## СВИНЦОВЫЙ АККУМУЛЯТОР

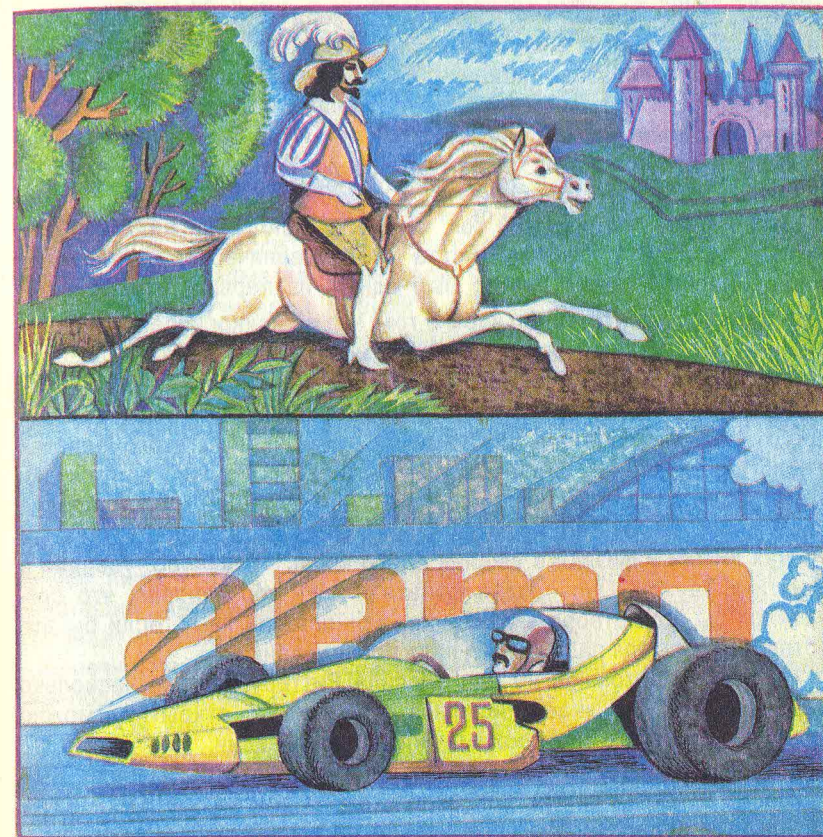
кумулятора, причем распространенность он получил благодаря тому, что главное его место службы — автомобиль. Разумеется, заняв это место, свинцовому аккумулятору приходится постоянно вести "борьбу за существование" с конкурентами. Современная техника предлагает целый ряд электронакопительных устройств к услугам конструктора: свинцовые, железо-никелевые, серебряно-цинковые, цинково-воздушные, серно-натриевые, хлорно-литиевые, медно-литиевые и еще несколько типов аккумуляторов. И тем не менее экономичнее свинцового аккумулятора ничего пока не изобретено. В уже упоминавшемся докладе группы специалистов ООН было отмечено, что свинцовые аккумуляторы "сохраняют" свое значение в обозримом будущем как один из самых удобных источников электрической энергии". Свинцовый аккумулятор, конечно же, удобен (хотя на этот счет могут быть различные мнения, а некоторые из вышеперечисленных конкурентов свинцового аккумулятора, без сомнения, гораздо больше понравились бы с точки зрения их обслуживания любому автолюбителю). Но все же, вероятно, гораздо важнее тот факт, что к.п.д. свинцового аккумулятора доходит до 80 % (для сравнения — у железо-никелевого около 50 %). Правда, удельная энергоемкость у него невелика — около 20 — 40 Вт · ч/кг. Связано это с тем, что свинец — металл тяжелый. Скажем, у серебряно-цинкового аккумулятора этот показатель доходит до 100 — 140 Вт · ч/кг. Но по сроку службы (свинцовый аккумулятор выдерживает до 1000, 1800 циклов зарядки-разрядки, а в специальных условиях было совершено и 13500 циклов!) лишь кадмиево-серебряный аккумулятор может составить ему конкуренцию. Еще одним преимуществом (на данном этапе, пожалуй, решающим) является то, что материалы, потребные для изготовления серийного автомобильного аккумулятора (свинец и его оксиды, серная кислота, пластмассы), недороги и недефицитны (в отличие, например, от серебряно-цинкового аккумулятора). По данным Международной исследова-



тельской группы по свинцу и цинку и Всемирного бюро статистики по металлам, в 1969 году для производства аккумуляторов было израсходовано во всем капиталистическом мире около 864 тысяч тонн свинца, а в 1974 году уже только в США, ФРГ, Франции, Великобритании, Италии и Японии использовали для этих целей 1125520 тонн металла. При этом доля потребляемого свинца в аккумуляторной промышленности поднялась соответственно с 35,9 до 44 %. В 1986 году капиталистические страны расходовали на свинцовые аккумуляторы уже около 60 % от всего потребленного металла!

Конечно, совершенство свинцового аккумулятора — результат длительного эволюционного развития. В этом смысле впечатляющей выглядит цифра, приведенная в Краткой химической энциклопедии: "на различные конструкции и усовершенствования только одного свинцового аккумулятора к 1937 году было выдано около 20 тысяч патентов". А ведь от 1937 года еще очень далеко до эпохи бурного взрыва научно-технической революции. Но посмотрим на эту цифру и с другой стороны. Ведь большое число патентов свидетельствует не столько о длительности истории или пристальном внимании к конструкции, сколько о сложности задач, возникающих при попытке заставить работать эту конструкцию.

Так что аккумулятор не столь прост, как может показаться с первого взгляда. Но начинался он с вещей простых. Правда, для того чтобы их заметить и оценить, нужны были острота зрения и интуиция гения. История всех обратимых химических источников тока начинается в самом конце XVIII — в начале XIX веков в Германии. Молодой ученый И.В. Риттер открыл явление поляризации электродов. Это явление привлекло его пристальное внимание. В 1802 году он создал прототип всех будущих аккумуляторов. Это был особый вольтов столб (получивший название вторичного столба Риттера), который состоял из 50 медных кружков, перемежающихся суконными кружочками, пропитанными раствором соли. Настоящий вольтов столб, как известно, состоит из медных и цинковых пластинок. Как же работал такой "неполноценный" элемент? Дело в том, что, перед тем как использовать этот элемент в качестве источника электрического тока, Риттер подключал его в качестве нагрузки к настоящему вольту столбу из 100 медно-цинковых пар. Медные пластинки при этом поляризовались, и "половинчатый" вольтов столб давал электрический ток. Ток этот быстро иссякал, но все же время работы источника было вполне достаточным для того, чтобы можно было установить, что он имеет ту же природу, что и ток от вольты столба. Как и всякий настоящий экспериментатор, Риттер не остановился на испытании одного только металла — он делает "половинчатые" столбы и из других металлов — золота, серебра и



платины. Впрочем, это уже технические подробности, которые мало что говорят неспециалисту. Гораздо печальнее другой факт. Даже специалисты порой мало знакомы с судьбой и творчеством предшественников. Правда, память не безгранична, а время не щадит даже великих. Но, когда есть такая возможность, следует, как мне кажется, воздать им по заслугам. Итак, Иоганн Вильгельм Риттер.

И судьба этого ученого, и судьба сделанных им открытий столь же печальны, как может только быть печальна ранняя смерть или несправедливое забвение. Он родился в 1776 году в силезском городе Самитце. В юности был фармацевтом, затем учился в Иенском университете. Будучи студентом, испытывал большую материальную нужду, но, видимо, подавал столь большие надежды, что готский герцог Эрнст II пригласил его к себе и дал средства для физических опытов. В возрасте 28 лет Риттер становится членом Мюнхенской



академии наук, поскольку к этому времени уже сделал ряд важнейших открытий в физике и химии. В 26 лет им была открыта гальваническая поляризация (явление, на основе которого работают все электрохимические аккумуляторы) и сделаны наблюдения по электролизу солей металлов (получил электролитически медь из раствора ее сульфата). Он открыл также ультрафиолетовое излучение по его действию на хлористое серебро, а за 20 лет до Зеебека Риттер открыл термоэлектрический ток. Он же предположил наличие магнитных свойств у "электричества от гальванического элемента" (электрического тока). Риттер был одним из первых, кто со всей решительностью отстаивал идею о том, что не прикосновение "разнородных тел", а химическое сродство есть первая причина возбуждения электричества. На основании этого он, в противоположность Вольты, считал действие жидкости на металл в вольтовых столбах необходимым условием возбуждения тока. Одного этого перечня открытий, сделанных Риттером в естественных науках, достаточно, чтобы, если и не поставить ему памятник (хотя и его он вполне заслужил!), то уж, по крайней мере, упомянуть имя Риттера на уроках химии и физики в школах всего мира. А каково усердие в занятиях наукой! Оно сродни фанатизму. Риттер говорил, что согласился бы пожертвовать глаз, ухо, полнота или язык, если бы это потребовалось для расширения поля исследований.

Но память потомков не благоволила Риттеру. О том, насколько поверхностно мы знаем историю крупнейших открытий, можно судить по открытию электрохимической поляризации.

В связи с обнаружением этого явления часто упоминают имя "физика Готеро", причем, как пишут, он "и другие ученые и изобретатели направляли все свои усилия на выработку мер борьбы с поляризацией..." Это цитата из книги об аккумуляторах 1926 года. А спустя почти 50 лет М.А. Дасоян и И.А. Агуф в монографии о свинцовом аккумуляторе пишут: "В 1801 г. Готеро установил появление вторичного, поляризационного тока между платиновыми или серебряными электродами, служившими для разложения подкисленной воды, а Риттер с помощью этого поляризационного тока разложил воду на ее составные части". Но вот в статье "Вторичный столб Риттера", опубликованной в 1892 году, мне попала такая информация: "... в 1802 г. некто Готеро ("некто" — с недоумением отметил я) заметил, что две золотые проволоки, служившие в приборе для разложения воды, будучи потом приложены к языку, давали слабые вкусовые ощущения. Это, вероятно, случайное наблюдение, сделанное к тому же учителем музыки...". Вот ведь как! Учитель музыки, видимо, из любопытства попробовал на вкус золотые проволоки... И далее фантазия услужливо подбрасывала картинку,

согласно которой физик с улыбкой слушает наивный лепет случайного экскурсанта, но вдруг понимает всю серьезность сообщения. К этому подталкивал и дальнейший текст статьи. "Наблюдение Готеро произвело большое впечатление на Риттера, который, повторяя и разнообразя только что названный опыт, додумался до устройства столба из кружков только одного металла..." Так бы и осталась эта идиллическая картинка, ибо энциклопедии сообщают о Готеро еще меньше, чем о Риттере, но Готеро все же повезло. Во французском "Ларуссе" 60 — 70-х годов XIX века о нем все-таки была помещена заметка. Оказалось, что Готеро (1753 — 1803 гг.) был вовсе не "учителем музыки", а "искусным музыкантом", не имевшим себе равных в игре на клавесине и арфе, знатоком теории музыки. Но, кроме этого, он увлекался и физическими науками, причем столь глубоко и успешно, что в 1803 году опубликовал трактат "Изыскание причин, которые вызывают электричество в гальванических приборах". Стало ясно, что Готеро ученый-универсал: и музыкант, и физик. Но зато появились и новые вопросы. Когда же все-таки Готеро "попробовал на вкус" проволоки: в 1801, 1802 или 1803 годах? И как Риттер узнал об этом в 1802 году, если трактат вышел лишь в 1803 году? А может быть, и виртуоз-музыкант, и блестящий физик были знакомы? Ну хотя бы через герцога Эрнста II? Кто знает, о чем еще поведают пожелтевшие страницы истории...

Конечно, Риттер был человеком своего времени, которое оставило своеобразную печать на его взглядах. Французский биограф Риттера пишет: "Он верил в животный магнетизм; он пытался применять волшебную палочку для открытия рудных жил металлов; он принимал измышления сидеризма, оккультной силы, которой приписывались все явления природы". А русский автор (скрывшийся в Энциклопедическом словаре института "Гранат" за инициалами А.Б.) более краток и категоричен: "Сделавшись академиком, Риттер предался натурфилософии и уже ничего не дал для науки".

Информации о последних годах жизни академика Риттера действительно очень мало. И эта глухая информация, ничего не объясняя по существу, дает простор для пуританского негодования. В "большом" словаре Ларусса, вышедшем в свет в 1866 году, говорится: "Его дни были сокращены из-за злоупотребления крепкими напитками, посредством которых он искал забвения от семейных огорчений и возбуждающих средств к впечатлениям, уже слишком экзальтированным". Но, как это ни странно, никто не воспользовался возможностью поговорить даже о "моральном облике" академика Риттера. "Кого боги любят, того они забирают молодым", гласит известное изречение. Риттер умер в 1810 году, 33 лет от роду. И сколь стремительно восходила его звезда, столь же быстро она закатилась.



Период	Дата	Примечание
Доисторический	1799 – 1826	Могли бы создать, но не создали
Ранний предсвинцовый век	1826 – 1837	Создали, но не заметили
Средний предсвинцовый век	1837 – 1854	Заметили, но не поверили
Поздний предсвинцовый век	1854 – 1859	Поверили, но не заинтересовались
Свинцовая эра	1860 – 2... $y - y - Y - y!$	

Так что же, равнодушное время, играя, дало миру гения и по рассеянности смахнуло его в Лету? Или Риттер достаточно сделал для людей, чтобы память о нем возродилась и жила в их сознании?

Дальнейшее изложение истории создания свинцового аккумулятора хотелось бы предупредить таблицей, аналогичной той, которую в свое время применил Фраунфельдер в предисловии к своей книге "Эффект Мессбауэра". Форма таблицы, видимо, универсальна и отражает исторический процесс любого открытия, облегчая читателю знакомство с предметом.

В "доисторический период", когда уже были проведены работы Вольта, Риттера и Готеро, не было никаких принципиальных запретов для создания свинцового аккумулятора. Но и никаких стимулов для этого тоже не было. Интересен "ранний предсвинцовый век". Он начался в 1826 году работами итальянского физика Нобили, который произвел дальнейшее улучшение "вторичных элементов", поместив на платиновые электроды диоксид свинца. Но никаких особенно важных результатов Нобили не получил и оставил "свинцово-платиновый" элемент ради элементов газовых, для которых в это время М.Де Лявив и А. Беккерель получили интересные данные. Так что в "ранний предсвинцовый век" свинцовый аккумулятор был создан, но этого не заметили ни его создатель, ни тем более окружающие.

"Средний предсвинцовый век" имел и более широкую географию, и большую представительность. В это время Мунк констатировал значительную, как тогда говорили, "деполяризующую силу" пероксида свинца. Эта сила была использована в 1837 году Христианом Шенбейном – немецким химиком, профессором Базельского университета, который построил элемент со свинцом и пероксидом свинца в качестве деполяризатора. Заметим, что построение этого элемента было лишь одним из звеньев в плодотворной деятельности Шенбейна. Двумя годами позже он открыл озон, а потом получил и пироксилин. Элемент Шенбейна не канул в Лету без следа. В 1843 году английский ученый Ватстон, работая с ним, указал на очень вы-

сокую его электродвижущую силу. В этот же период были проведены и очень полезные для понимания принципа действия вторичных элементов работы профессора физики Берлинского университета Иоганна Христиана Поггендорфа. В 1844 году он изучал явление обратимости на примерах гальванических элементов.

Но вся деятельность "среднего предсвинцового века" не оставила заметного следа в электротехнике. Конечно, свинцовый элемент заметили, но... не поверили в него.

В 1854 году начался "поздний предсвинцовый век". По данным Дасояна и Агуфа, он начался в 1850 году. Отсутствие точной даты свидетельствует о том, что "предсвинцовые века" не избалованы вниманием историков науки. На основании исследований Поггендорфа Зиндштедтен показал, что электролитическая ванна для электролиза слабого раствора серной кислоты может быть вторичным элементом. В качестве электродов Зиндштедтен использовал две свинцовые пластинки и наблюдал образование на положительном электроде двуокиси свинца, а на отрицательном – губчатого свинца, а после отключения тока находил на электродах разность потенциалов около 2 вольт. От этого опыта до создания настоящего свинцового аккумулятора расстояние не больше вытянутой руки. Протяни ее и возьми готовый аккумулятор. Но никто не захотел этого сделать. Зачем? Аккумулятор был неинтересен, поскольку не был нужен. Не существовало ни экономичных источников для зарядки вторичных элементов, ни потребителей для упакованной в банки электроэнергии. И лишь в самом конце "позднего предсвинцового века" возникла ситуация, которая в корне изменила судьбу свинцового аккумулятора. Препаратор "Музея искусств и ремесел" в Париже 25-летний Гастон Планте по просьбе всемирно известного русского ученого, творца гальванопластики Б.С. Якоби принялся выяснять возможность применения вторичных элементов для целей телеграфии. Свинцовый элемент привлек внимание Планте сразу. Высокая электродвижущая сила, большой ток, дешевизна материалов – все это сулило ему большую будущность. И справедливость выбора Планте всем своим ходом подтвердила история электротехники. Но это уже начало "свинцовой эры".

"Свинцовая эра" произвела переворот в электротехнике, однако начало ее было не безоблачным. В 1860 году Планте подарил французской Академии наук свою аккумуляторную батарею, составленную из 8 отдельных аккумуляторов. Они давали столь мощный ток, что поразили воображение специалистов. А ведь устройство аккумулятора было простым – две свинцовые пластины длиной 60 и шириной 20 сантиметров каждая, толщиной около одного миллиметра с прокладкой из грубого полотна между ними свертывались



"в трубочку" и опускались в сосуд с 10-процентным раствором серной кислоты. Но и недостатков у этого аккумулятора было немало, причем таких недостатков, со многими из которых не удалось окончательно справиться до сегодняшнего дня. Планте, теперь уже профессор физики, продолжает работу над своим изобретением. Прокладочный материал, который быстро разрушался в кислоте, заменили каучуковыми лентами, увеличилась поверхность пластины. Но дороговизна "вторичного электричества", вызванная дороговизной источников тока для зарядки аккумуляторов (чаще всего — элемента Бунзена), их малая емкость и сравнительно быстрое разрушение препятствовали широкому внедрению их в практику. Тем не менее интерес к свинцовому аккумулятору все возрастал. В 1867 году появился патент на него и за океаном. К. Кирхгоф в Нью-Йорке (не путать с немецким физиком!) предложил свинцовый аккумулятор с отдельными электролитами (серная кислота для одной свинцовой пластины, покрытой пероксидом свинца, и раствор азотнокислого и уксуснокислого свинца — для другой). У Планте появились ученики, которые продолжали под его руководством совершенствовать аккумулятор. Так, в 1869 — 1870 гг. Мецгер проводил опыты по нанесению на пластины смеси губчатого свинца и глета, но положительного результата не добился — смесь совершенно не удерживалась на поверхности пластины. А в случае удачи Планте и Мецгер надеялись резко увеличить емкость батареи. Эта задача неотступно преследовала Планте и в 1872 году ему, как казалось, удалось ее решить. Планте предложил так называемый процесс формирования. Заключался он в том, что аккумулятор, прежде чем передать потребителю, довольно долгое время "тренировали" путем непрерывных циклов зарядки и разрядки, причем полюса постоянно менялись. За счет этого на листах свинца образовывались пористые слои, пластинки как бы разрыхлялись, увеличивалась их поверхность. Поскольку "разрыхленный слой" образовывался из материала основы, он был прочно связан с ним и не боялся "механических травм". Но у этого способа был большой недостаток — для "тренировки" требовалось много времени (от 800 — 1000 часов до 2 лет). Да и стоила такая "тренировка" дорого, так как проводилась она с помощью все тех же элементов Бунзена. Ускорить работу по совершенствованию свинцового аккумулятора помогло изобретение Эдиссоном лампы, накаливания, и спрос на аккумуляторы резко возрос.

Наступил 1881 год, год триумфа свинцового аккумулятора. Именно в этом году по Сене уже плавала лодка, электрический двигатель которой питался с помощью батареи аккумуляторов Планте, а по улицам разъезжал трехколесный электромобиль с аккумулятором

той же конструкции. Тогда же появились дешевые динамомашины, позволявшие резко снизить стоимость формирования и зарядки аккумуляторов. Это был год завершения пионерских идей в создании конструкции свинцового аккумулятора. В 1881 году ассистенту Планте Камиллу Фору был выдан патент на практическое применение идеи Мецгера и Планте о нанесении слоя активной массы. На свинцовые пластинки наносилась паста из сурика, смешанного с серной кислотой. Формирование такого аккумулятора требовало уже только 70 — 80 часов. Это было изобретение, давшее начало новому классу свинцовых аккумуляторов — объемных, в отличие от аккумуляторов Планте — поверхностных. Действительно, объем пластин аккумулятора Фора использовался гораздо лучше, чем у аккумуляторов Планте. Но по надежности конструкция Планте все же пока превосходила конкурента. В этом же году Фолькмар предложил решетчатую конструкцию электродов, что резко повысило прочность сцепления пасты с основой, а в конце 1881 года Селлону выдан патент, согласно которому решетки Фолькмара предлагалось отливать уже не из чистого свинца, а из его сплава с сурьмой. Это настолько увеличило механическую прочность пластин, что позволило приступить к массовому производству свинцовых аккумуляторов. Предприимчивые владельцы фирмы "Электрикел пауэ сторедж компани" купили патенты Фора, Фолькмара и Селлона и начали изготовление аккумуляторов. По свидетельству Н.Н. Ламтева, знаменитый физик Уильям Томсон, будущий лорд Кельвин, писал в газете "Таймс": "Этот чудесный ящик для электричества дает возможность перевозить энергию, например, из Парижа в Глазго, в количествах до миллиона фунто-футов".

Идея, появлению которой способствовал Б.С. Якоби, нашла себе применение и в России в столь богатом новостями 1881 году. В Кронштадте, в Минном офицерском классе (МОК), начинались разработки конструкции аккумулятора. Два года продолжалась упорная работа, пока, наконец, в 1883 году не был испытан удачный вариант конструкции аккумулятора по идее Фолькмара. Но конструкция эта была совершенно оригинальна. Вот что писал в 1888 году один из инициаторов работ, известный впоследствии электротехник Е.П. Тверитинов в книге "Электрические аккумуляторы": "Так как выделка аккумуляторов Фолькмара даже до сего времени нигде подробно и достоверно не описана, а в то время, кроме известия, что существуют аккумуляторы Фолькмара, ничего не было известно, то в аккумуляторах Минного офицерского класса и в аккумуляторах Фолькмара можно считать общими только употребление решетки". В 1884 году в России прошел испытание электрический катер, использовавший аккумуляторы МОК и имевший при скорости 4,5 —



6 узлов дальность плавания более 30 миль. Аккумулятор МОК начинает производить Морское ведомство в Кронштадте.

Заканчивая на этом описание восхода "свинцовой эры", мне хотелось бы обратить внимание читателя на то, что для появления на свет устройства или машины в развитом виде необходимы усилия многих изобретателей. Каждый из них вносит свой принципиальный личный вклад, но основан он на работах предшественников и является основанием для работ последователей. И именно в этом смысле мне хотелось бы привести высказывание Карла Маркса, которое подтверждается историей создания свинцового аккумулятора: "Критическая история технологии вообще показала бы, как мало любое из изобретений принадлежит одному лицу". Действительно, обычное упоминание имени Гастона Планте в связи с созданием свинцового аккумулятора является более данью традиции, чем исторической истиной. Нисколько не умаляя роли Планте, приписывать ему роль творца аккумулятора все же неправомерно. Здесь гораздо больше подходит определение, данное в классической книге Ф. Долецалека по теории аккумулятора. Долецалек называет Планте "знаменитым исследователем аккумулятора".

Аккумулятор начал работать, причем работать интенсивно и во многих областях. Как только появились электростанции, сразу же понадобились мощные стационарные аккумуляторы. На станциях постоянного тока они служили источником энергии для покрытия пиковых нагрузок, на станциях переменного тока — для служебных целей. Каковы были эти аккумуляторы, можно видеть из таких примеров. Берлинская городская электрическая сеть постоянного тока для покрытия пиковой утренней нагрузки имела в 1927 году 69 аккумуляторных батарей, в течение одного часа развивавших мощность 78000 кВт (при токе 700000 А), а в Нью-Йорке в то же примерно время работали 76 батарей мощностью 94000 кВт (при токе 375000 А). Аккумуляторные батареи стали источником энергии для систем аварийного освещения в театрах, больницах, при охране важных объектов. Еще одно важное применение — телефонные станции. Здесь особенно важно постоянное напряжение, и батареи аккумуляторов обеспечивали его вполне надежно. На Московской телефонной станции в 30-е годы были две батареи, работавшие попеременно, общей емкостью 18022 А·ч. Работали аккумуляторы на телеграфе, в системах автоблокировки на железной дороге и пожарной сигнализации.

Использовали аккумуляторы и на транспорте. Как уже упоминалось, электромобиль появился в 1881 году, на 4 года раньше первенца Даймлера и Бенца с двигателем внутреннего сгорания. И, кстати, именно на электромобиле еще в 1899 году поставили

мировой рекорд, развиг на нем скорость свыше 100 км/ч. Хотя "собственно автомобиль" быстро обогнал по уровню развития электромобиль, хотя до сих пор электромобиль в представлении многих — нечто экзотическое, многие десятки тысяч легковых и грузовых автомобилей и автобусов колесили по дорогам Европы и Америки, "выжимая" из своих свинцовых аккумуляторов сотни километров пробега без подзарядки и тонны грузоподъемности. И все это, напомним, "утро свинцовой эры" в 20 — 30-е годы.

Что же было потом? Прежде всего, как мы уже знаем, союз с автомобилем потеснил на второй план все остальные применения свинцового аккумулятора. И союз этот оказался столь плодотворным, что специалистам-аккумуляторщикам стало необходимо собираться на международные симпозиумы для обсуждения текущих дел. Библиография одних обзоров изобретений заняла бы не одну страницу. Откроем любой из них — и на нас обрушится поток информации: сушка сухозаряженных пластин с помощью масла, новая пробка для контроля плотности электролита, автоматическое отключение при зарядке, особая герметичная крышка для танковых и авиационных аккумуляторов. Из этой лавины изобретений мы сможем бегло познакомиться только с несколькими. Прежде всего это герметичные свинцовые батареи. Благодаря применению свинцово-кальциевых сплавов, гелеобразного электролита и специального режима зарядки удалось избавиться от таких серьезных недостатков прежних конструкций, как необходимость периодического долива воды и большого газовыделения в конце зарядки. Сейчас такие аккумуляторы в широком ассортименте выпускают в США, ФРГ, Японии. С помощью новых материалов для пластин — титана, покрытого оксидом свинца, винипласта, армированного свинцовым сплавом (положительный электрод) и освинцованных алюминия, меди и титана (отрицательный электрод), достигнута высокая удельная емкость аккумуляторной батареи — до 70 Вт·ч/кг.

Наиболее универсальным критерием состояния той или иной отрасли промышленности являются технико-экономические показатели. И если посмотреть на производство свинцовых аккумуляторов с этой точки зрения, можно увидеть, что в США, например, выпуск свинцовых аккумуляторов (в стоимостном выражении) составляет около 65 % от выпуска всех химических источников тока (и около 90 % общего выпуска аккумуляторов), а в СССР по сравнению с 1940 годом производство только свинцовых стартерных батарей увеличилось более чем в 45 раз.

Теперь мы знаем, как обычный автомобиль получает энергию для того, чтобы начать движение. Но вот за счет чего он движется и какую роль играет при этом свинец, нам еще предстоит узнать.



## ТРОЯНСКАЯ ЛОШАДИНАЯ СИЛА

Известно, что мощность автомобильных двигателей выражается в лошадиных силах. И чем больше лошадиных сил, тем более скоростным, грузоподъемным, проходным является автомобиль.

Впрочем, чтобы работать, "лошадиная сила" должна есть! Живая — овес и сено, автомобильная — главным образом, бензин, и притом хороший. Если же бензин окажется плохим, автомобиль будет "капризничать". Но почему бензин бывает разного качества? Ведь и плохой, и хороший бензин при сгорании выделяет примерно одинаковое количество тепла. Оказывается, для бензина чрезвычайно важной характеристикой является степень сжатия, которую допускают его пары без детонации, то есть без самопроизвольного взрыва. Вот как зависит коэффициент полезного действия двигателя от степени сжатия. Если степень сжатия 2, то к.п.д. достигает 21 %, если 4, то 42,4 %, а при степени сжатия 20 к.п.д. 68,5 %. Очевидно, чем выше к.п.д., тем меньше нужно горючего. Поэтому бензин с высокой степенью сжатия лучше, чем с низкой. Для количественной оценки качества бензина используют октановое число — процентное содержание изооктана в такой его смеси с нормальным гептаном, которая при стандартных условиях испытания на специальном одноцилиндровом двигателе детонирует так же, как испытуемый бензин. Изооктан — разветвленный углеводород, в парах весьма стойкий к сжатию. Нормальный гептан, наоборот, детонирует в парах при слабом сжатии. Существуют три метода испытаний: моторный, температурный и исследовательский. Различаются эти методы и температурой воспламенения, и числом оборотов двигателя, так что

## ПУТИ МИКРО- МИНИАТЮРИ- ЗАЦИИ



Термин "микроминиатюризация" получил известность в связи с прогрессом ЭВМ. Действительно, здесь темпы микроминиатюризации поистине ошеломляющие. Но, оказывается, и в других областях материального производства этот процесс является закономерным. Вот только темпы ... Обратимся к Древней Руси. Интересные сведения приводят академик АН БССР М.А. Безбородов и А.С. Островерхов об одном из ее производств: "... в 1951 году совершенно неожиданно из-за разрыва водопроводных труб и обвала древних подземных ходов была

испытанный разными методами бензин может дать различные результаты. Так появляются в марках бензина буквы АИ — автомобильный, испытан по исследовательскому методу. Но цифры 93 или 98, обозначающие октановое число и стоящие после букв, получить очень не просто. Если не принять особых мер, то выход бензина хорошего качества при перегонке нефти невелик. Да и эффективность использования этого дефицитного сырья оказывается небольшой. Насколько? Давайте подсчитаем: мы извлекаем менее половины нефти из месторождения, менее половины этой половины перерабатываем в бензин, менее половины энергии которого используется для движения, а если согласиться с тем, что, наверное, менее половины пройденного автомобилем расстояния было пройдено для выполнения действительно важных дел, то к.п.д. паровоза, который считается классическим примером энергетической точности, может быть, окажется рубежом, которого еще нужно достичь. Как же уменьшить эту цепь энергетических потерь? Среди многих возможностей отметим одну, для нас сейчас наиболее важную — повышение октанового числа бензина. Повысить октановое число можно, например, добавляя в низкооктановый бензин разветвленные углеводороды (изопентан, неогексан, изооктан) или другие высокооктановые компоненты (бензол, толуол, этилбензол, изопропилбензол). Но это недешево.

Среди многих идей одна сначала показалась подарком судьбы. Действительно, добавка всего нескольких сотых долей процента некоего вещества сказочно увеличивала октановое число бензина. Однако позже выяснилось, что этот "подарок" сродни троянскому коню. Впрочем, все по порядку. Главным компонентом этой чудо-

обнаружена стеклоделательная мастерская на территории бывшего митрополичьего сада в заповеднике Киево-Печерской лавры. Во время раскопок там были найдены остатки горнов, куски разноцветной смальты, стекловаренные тигли с остатками стекла, обломки огнеупоров из печной кладки и другие характерные предметы стекольного производства. В.Р. Богусевич предположил, что эта мастерская появилась в XI веке, когда велось строительство Успенского собора. Главным ее назначением было изготовление разноцветных стеклян-

ных мозаик. Однако, кроме мозаик, эта мастерская делала и посуду. Химико-технологическое исследование этих стекол показало, что киевские стеклоделы синтезировали, в частности, калиево-свинцово-силикатные стекла ( $K_2O - PbO - SiO_2$ ), которые не были известны нигде за пределами Киевской Руси как в домонгольское время, так и позже. Эти изделия имели широкое хождение в других городах — Новгороде, Полоцке, Чернигове, Переяславле, даже в Польше. До монголо-татарского нашествия в Киеве, кроме киево-печерской, была стекловаренная мас-



действенной добавки, так сказать "внутренним содержимым" троянского коня, был тетраэтилсвинец (ТЭС).

Сам по себе ТЭС известен довольно давно. Еще в 1852 году в Цюрихе профессор университета Карл Лёвиг, известный металло-органик и историк химии, получил ТЭС действием иодистого этила на сплав свинца с натрием. И исходные реагенты, и полученный продукт были настолько экзотичны, далеки от жизни и потребностей середины прошлого века, что казались не более сущими, чем, скажем, связь между молекулярной асимметрией и оптической активностью винной кислоты, открытой в это же время Пастером. Но так же, как пастеровское открытие впоследствии привело к рождению новой науки — стереохимии, так и открытие Лёвига в конце концов способствовало возникновению автомобильного бума. Изучением свойств ТЭС занимались немногие химики, например, профессор Цюрихского университета, автор координационной теории и лауреат Нобелевской премии Альфред Вернер. В Париже тетраэтилсвинцом интересовался профессор Огюст Каур, специалисты вспоминают и работы Тира, Полиса и Пфейфера.

В 1921 году американские инженеры Кеттеринг, Миджлей и Бойд, работавшие в лаборатории известной автомобильной фирмы "Дженерал Моторс", открыли антидетонационные свойства ТЭС. Открытие оказалось столь важным, что полученный на него английский патент не залежался на библиотечной полке. Известная фирма "Стандарт ойл оф Нью-Джерси" начала производство ТЭС уже в 1922 году. Правда, через несколько месяцев оно было свернуто. Но в июне 1923 года ТЭС производился на заводах "Дюпон де Немюр". Однако это производственная сторона дела. Коммерческие же события развивались так. В феврале 1923 года в американском городе

терская и на Подоле, где изготавливались бусы, браслеты, перстни и бокалы".

Из всего перечня изделий древнерусских мастеров для нас особенно важным является то, что в Киевской Руси в XI веке впервые в мире делали бусы из свинцового стекла. У киевлян были веские причины использования именно свинцового стекла — высокая технологичность и красота получаемой продукции.

Шли века, бусы по-прежнему были в моде, но, что касается миниатюризации, здесь, казалось, эстетика поставила свои границы — несколько миллиметров. Но стеклянные бусы могут быть не только украшением, но ... и помогать

работникам уголовного розыска в их легкой работе, а также в предотвращении дорожно-транспортных происшествий. Действительно, чем более четкими, видимыми будут номера машин и дорожные знаки, тем легче и работникам милиции, и водителям автомобилей. Много было предложений для решения этой проблемы, но одним из лучших оказалось использование особого светоотражающего материала, основой которого являются именно бусы (шарики) из свинцового стекла. Этот материал имеет отличные светорассеивающие свойства. Но для того чтобы достигнуть результата, пришлось использовать всю мощь

Дайтоне стали продавать "этилбензин". Новинка "пришлась по вкусу" автомобильным двигателям, и продажа этилбензина стала стремительно расти. Почему же именно этилсвинец вызвал такой бум? Как уже говорилось, повысить октановое число можно с помощью различных веществ. Но что значит повысить? Насколько эффективна та или иная добавка, зависит от многих обстоятельств, а от состава исходного бензина в первую очередь. Как говорят специалисты, разные бензины имеют разную приемистость к антидетонаторам. На нормальные и ароматические углеводороды добавки действуют по-разному. Если принять среднюю эффективность бензола за единицу, то оказывается, что этиловый спирт эффективнее вдвое, тетраэтилолово — в 25 раз, диэтилтеллур — в 200 раз. Не кажется ли вам, что это перечисление напоминает борьбу на известном аукционе, только вместо 12 стульев гамбсовского гарнитура фигурирует одно мягкое кресло лучшего антидетонатора для бензина? А обладание им означает многое — огромный выпуск, пристальное внимание ученых, ажиотаж практиков ... Так что аукцион, конечно, продолжился. Тетракарбонил никеля — в 300 раз. Здесь в борьбу вступает свинец. Хлористый триэтилсвинец — в 450 раз! Хлесткий ход — прежний показатель перекрыт в полтора раза. Однако кто-то еще пытается сопротивляться. Пентакарбонил железа — в 500 раз. Но это уже предел для конкурентов. Тетраэтилсвинец — в 600 раз. К тому же у ТЭС оказались надежные "компаньоны", которые смогли поддержать его в борьбе на бензиновом аукционе, не бескорыстно, разумеется. Они вместе с ТЭС вошли в состав антидетонационной добавки, так называемой этиловой жидкости, в которой количество ТЭС доходит до 61 %, а также содержатся дибромэтан (25–35 %), дихлорэтан (до 9 %), хлорнафталин

микроминиатюризации. Ведь для получения хорошего светорассеивания и, следовательно, хорошей видимости изделия в темноте, когда на него падает луч света, требуются бусы размером 40–200 микрон! Именно такие шарики изготавливают в Ростове, на заводе им. Октябрьской Революции. В фарфоровой чашке помещаются многие миллионы маленьких бусинок, напоминающих тончайший золотистый песок. Этот "песок" — исходный материал для последующей работы: на прочную полимерную пленку наносится слой лака, на него — слой стеклянных бус, снова слой лака, алюминиевая фольга — и материал готов. Со стороны

пленки он кажется матовым, но стоит направить на него луч света, поверхность "загорится" теплым золотистожелтым светом. Пленку наносят на номерной знак автомобиля, выпуклые буквы и цифры покрывают черной краской, и они отлично видны при свете автомобильных фар. Каково качество пленки — можно судить по тому факту, что ростовчане поставляли свои изделия для автомобилей, обслуживавших Олимпиаду-80. Эстафету киевских мастеров свинцового стекла приняли надежные руки.



(до 8 %) и некоторые другие вещества. Все эти компоненты играют весьма важную роль. Они переводят образующиеся в ходе разложения ТЭС оксиды свинца в галогениды. Но зачем нужны галогениды? Это необходимо потому, что оксиды свинца нелетучи и, оседая на стенках цилиндра, на свече зажигания, ухудшают работу двигателя. Собственно из-за образования оксида, эффективное удаление которого так и не достигнуто, не употребляют в качестве антидетонатора пентакарбонил железа, почти не уступающий ТЭС по эффективности. Галогениды же свинца летучи и вместе с выхлопными газами легко выбрасываются из двигателя. Все изложенные обстоятельства благоприятствуют карьере ТЭС как антидетонатора. Но история, как известно, любит делать сюрпризы. И в судьбе ТЭС они не замедлили появиться в самом начале его промышленного выпуска.

В 1923 году в США десятки миллионов литров этилбензина были уже "съедены" автомобилями, экономическая эффективность новинки колоссальна, и вот тут-то выяснилось, что "лишние" лошадиные силы, даруемые ТЭС, имеют явно выраженную масть — масть троянского коня. В 1924 году, когда для производства этилбензина потребовалось большое количество ТЭС, на заводах, где его синтезировали, начались несчастные случаи. Было зарегистрировано 138 отравлений, из которых 13 окончились смертельным исходом. Положение складывалось очень серьезное. К этому моменту было уже продано 750 миллионов литров этилбензина, так что опасность "эпидемии" отравлений была реальной. Продажа этилбензина была запрещена, а Министерством общественного здравоохранения США были проведены исследования о влиянии ТЭС на организм и поиски профилактических мер. Комиссия дала конкретные рекомендации, и

в 1926 году продажа этилбензина возобновилась с удвоенной энергией. Насколько быстро росло применение этилированного бензина, можно видеть из масштабов производства ТЭС. В 1927 году его было произведено в США 907 тонн. А в 1934 году 7000 тонн, а в 1945 году 40000 тонн. В других странах ТЭС также завоевывает прочные позиции. А как же токсичность? Выяснилось, что ТЭС — сильный яд, поражающий нервную систему: "Отравленный буйствует, ломает все, что попадает под руку, нередко делает попытки к самоубийству". Но и оставшийся в живых еще не чувствует себя в полной безопасности. Возможны последствия: "токсическая энцефалопатия с симптомокомплексом слабоумия, эпилептиформным и психопатоподобным", — как пишет токсиколог Бонгард. Безопасной предельной концентрацией считается содержание ТЭС в воздухе в количестве не более 0,00038 частей на миллион. Но это современные данные. А в 1946 году авторы монографии "Тетраэтилсвинец" В.В. Коршак и Г.С. Колесников писали так: "До сих пор окончательно неразрешенным является вопрос о вредных свойствах тетраэтилсвинца в качестве добавки к бензину для жителей городов и для лиц, работающих с "освинцованным" бензином: заключения различных исследований и обследований рабочих, соприкасающихся с бензином, содержащим тетраэтилсвинец, противоречивы, но большинство исследователей склоняется к мнению, что применение бензина, содержащего тетраэтилсвинец, безопасно при соблюдении предписанных правил обращения. Нельзя, например, пользоваться таким бензином для чистки платья". Если бы это "нельзя" относилось только к платью... Оказывается, соединения свинца, содержащиеся в выхлопе, говорят "нельзя" и применению каталитического нейтрализатора. В их отсутствие он легко справляется с вредными компо-

## СВИНЦОВЫЙ ПРИВКУС БЕЗРАС- СУДСТВА



Известно, что нет абсолютно вредных веществ, есть большие дозы, которые вредны.

Действительно, например, в вине содержится целый спектр различных веществ, начиная от знакомого всем этилового спирта и кончая свинцом, употребление которых в больших количествах небезопасно для здоровья. И если о вреде алкоголя написано немало, то о свинце стоит сказать несколько слов. Итальянские исследователи провели работу по изучению содержания свинца в винах, полученных из виноградников, расположенных вдоль оживленных автострад и около

промышленных предприятий. Оказалось, что среднее содержание свинца в 40 образцах вин из винограда, собранного в январе, феврале, марте и апреле, составило соответственно 0,69; 0,37; 0,49; 0,44 мг/л. Интересно отметить, что, по данным санитарно-токсикологических исследований, хроническая интоксикация среди людей наблюдается при поступлении в организм 1 миллиграмма свинца в сутки. В соответствии с этой цифрой можно вычислить и примерную "норму" потребления вина, которую то или иное государство считает допустимой. Так, в Южной Америке допускается содержание

1 миллиграмма свинца на литр вина, в Новой Зеландии и в Европе (Европейский пищевой кодекс) 2 мг/л, а в Канаде — всего 0,5 мг/л. Таким образом, допустимым по свинцу оказывается употребление в Южной Америке 1 литра вина в сутки, в Новой Зеландии и Европе 0,5 л, а в Канаде — целых 2 литров. Вот вам и трезвые северяне! Но, впрочем, может быть, канадцы справедливо считают, что и кроме вина существует достаточное количество источников ядовитого свинца в воздухе и пище, и не желают дополнительно рисковать. В подтверждение этого предположения можно



нентами выхлопа. Если же в бензине есть ТЭС, то нейтрализатор с палладием, стоящий несколько сот долларов, очень быстро (за 30 – 40 часов) выходит из строя. Это еще одно "тройское" качество ТЭС, о котором не было известно в 1923 году. Впрочем, проблема токсичности выхлопа долгое время казалась второстепенной. Но ворвалась она в круг актуальных со скоростью гоночного автомобиля. Несколько лет назад появился Центральный испытательный автополигон, на котором, по словам обозревателя АПН Е. Темчина, "впервые в отечественной автопромышленности занялись исследованиями на токсичность". А сегодня тройский характер ТЭС уже настолько ясен, что ученые вынуждены срочно изыскивать пути для отказа от его услуг. Это видно по масштабам производства ТЭС. Своего максимума оно достигло в 1972 – 1973 гг., когда в США его было произведено около 390 тысяч тонн. За счет чего же можно сократить потребление ТЭС? Прежде всего пути традиционные. У ТЭС давно появились конкуренты. И первый среди них – метилциклопентадиенилтрикарбонилмарганец (ЦТМ). Он оказался более эффективным антидетонатором. Кроме того, у ЦТМ есть положительные свойства: он улучшает качество не только бензина, но и дизельных топлив, топлив для газотурбинных автомобилей. ЦТМ снижает дымность двигателей и содержание в выхлопе 3,4-бензопирена, этого канцерогена номер один. Каталитические нейтрализаторы при использовании ЦТМ работают нормально. Но с практической точки зрения у ЦТМ много и недостатков. Начнем с того, что он очень дорог. Когда пытались добавлять малое количество ЦТМ к уже этилированному бензину, чтобы с меньшими затратами ТЭС получить тот же эффект, оказалось, что на изоляторах свечей увеличиваются отложения, снижаются сроки службы выхлопных клапанов двигателя.

.....

сослаться на известный факт – свинец содержится и в другом продукте, столь же, если не более, часто, чем вино, служащем предметом беспокойства медиков, – табаке. Его содержание в табаке объясняется тем, что в почве плантаций имеется остаточное количество свинца в результате применения в прошлом в качестве инсектицида арсенита свинца.



В общем, как видит читатель, ТЭС и ЦТМ находятся в состоянии конкурентной борьбы за "бензиновый океан". И у ЦТМ шансов, видимо, больше, хотя для их реализации еще многое нужно сделать. Возможности ТЭС за долгие годы практически полностью изучены и использованы, а ЦТМ преподносит приятные сюрпризы. Как сообщает в упоминавшейся выше статье М.О. Лернер, обнаружен синергический эффект при использовании ЦТМ и ароматических аминов. Из бензина А-76 можно сразу получить бензин АИ-93.

Вот несколько примеров новых антидетонаторов, о которых сообщали журналы в последние годы. Чисто органическое соединение (метилтретбутиловый эфир) не токсично, не образует пероксидов, но в качестве антидетонатора его нужно добавлять до 15 %, а это немало. Сообщают, что эффективность одного металлоорганического соединения церия как антидетонатора высокая. Но кто знает, чем окажется для окружающей среды церий в случае его широкого применения. А кроме того, хотя церий в земной коре и больше, чем свинца, добывать его труднее. И примеры можно было бы множить. Однако вряд ли все эти решения стратегические. В последние годы особую звучность обрели голоса тех, кто считает "бензиновый" рацион принципиально пагубным для автомобиля. И вот появляются на свет экзотические, с современной точки зрения, машины. Прежде всего это водородные автомобили, которые в качестве горючего используют водород. Выхлоп – чистая вода. Как сообщил В.А. Цукерман, выхлопы экспериментального "Фольксвагена" с водородным двигателем оказались чище, чем воздух, поступающий в двигатель. Есть у водородного двигателя и другие достоинства, но среди недостатков (а их немало) есть и такой: "Одна лошадиная сила, вырабатываемая двигателем на водороде, обходится в пять раз дороже лошадиной силы современного бензинового двигателя". Или автомобиль, работающий на ... этиловом спирте. Если еще в 1971 году эксперты ООН скептически провозглашали: "Исследования в отношении использования добавок к горючему, таких, как спирты, не являются многообещающими...", то уже в 1974 году "Химия и жизнь" писала: "В крупнейшем по числу жителей городе Бразилии Сан-Паулу (около 6 миллионов человек) общественный автотранспорт работает не на бензине, а на спирте". А в 1981 году 8 июня "Правда" сообщила, что "в Бразилии успешно проходит эксперимент по замене бензина спиртом, который здесь получают из сахарного тростника. К 1985 году намечено производить 10,6 миллиарда литров спирта в год и перевести на него 46 процентов автомобилей ... , 40 процентов выпускаемых в стране автомобилей уже рассчитаны на спиртовое горючее". Конечно, спирт – прекрасное топливо, к тому же из возобновляемого сырья. Но у



него как автомобильного горючего есть недостатки, в частности своеобразное физиологическое воздействие на организм водителя в случае его попадания внутрь. И, если говорить прямо, существует опасение — совершенно основательное, на мой взгляд, — что при использовании спирта в качестве автомобильного горючего проведение у нас антиалкогольной политики будет попросту неосуществимо. Здесь речь не об экономике и даже не об экологии — о социальном здоровье нации. Так что в наших условиях принятие спирта как горючего было бы выходом "из огня да в полымя", которое, пожалуй, еще и пожарче ...

Изобретены и вполне надежные двигатели, где используется жидкий азот. По утверждению британских изобретателей, двигатель будет потреблять не более 5,5 литров жидкого азота на 100 километров пробега легкового автомобиля. Это совсем немного, если учесть, что выхлоп такого двигателя абсолютно безвреден — чистый азот, и он не дороже бензина.

Из этого краткого обзора читатель мог убедиться, что промышленность, производящая горюче-смазочные материалы, в которой вот уже шестой десяток лет работает свинец, хотела бы отказаться от его услуг. И откажется, это несомненно. При этом будут сэкономлены и сотни тысяч тонн свинца.

Устройство с двигателем внутреннего сгорания, которое сегодня перевозит миллионы людей с места на место, ставит перед нами не менее сложные проблемы, чем его предшественник, хотя и не включает в свою структуру столь сложных и непонятных элементов, как "оглобли, хомут, супонь, дуга, гужи, седелки, чересседельник, подбрюшник и подпруги". ... Вы прочли главу об автомобилях. Попробуйте теперь ответить на вопрос: "А зачем нам, собственно, автомобиль?" "Ну как же, — слышу я в ответ, — чтобы ездить, конечно, на работу, на отдых, на природу". Но ведь природа природе рознь. Есть березовые рощи, где поют птицы и есть ягоды, а есть леса, напоминающие мусорные свалки. И, как вы уже заметили, от характера поведения нашего героя зависит, чего будет больше. Итак, свинец и окружающая среда.

## НЕВОЛЬНЫЙ СОУЧАСТНИК



*"Ах! подлинно вся жизнь проходить въ  
отношеньяхъ.  
Я вижу ихъ въ бѣдахъ, я зрю ихъ въ  
наслажденьяхъ,  
Иное длится день, другое цѣлый годъ,  
По отношеніямъ весь движется народъ".*

И.М. Долгорукий

Экспозиция Центрального исторического музея в Москве открывается картиной, на которой изображено первобытное племя во время охоты на мамонта. Охота в те времена была источником жизни. И вряд ли кто рискнет упрекнуть наших далеких предков в жестокости. Но за тысячелетия общественные отношения далеко ушли от того состояния, когда практически единственной связью между людьми были совместные охотничьи подвиги. Однако охота не исчезла и в самых передовых обществах. Ее методы тоже совершенствовались, но (и это закономерно) из всеобщего коллективного действия она становилась занятием все более малочисленных групп. А с появлением огнестрельного оружия охотники-любители и вовсе составляют большинство. Да и общественное значение охоты изменилось, она превратилась в забаву, по крайней мере, для большинства людей, с оружием в руках выходящих в лес или на озеро. Кстати, именно как забаву характеризуют ее и французские специалисты по охране природы. И, к сожалению, забаву распространенную. Вот как описывает В. Акимов, автор охотничьего панегирика "Пуще неволи, или 12 месяцев из жизни охотников-утятников, боровятников, гончатников, волчатников и охотников-универсалов", бдения утятника-чучелятника: "Кроме безмолвного ожидания охотничьего счастья, в непрерывную обязанность каждого



чучелятника входит охрана собственных чучел от посторонних выстрелов, потому как не один Трофимыч сидит в разливе. Сколько их, всяких стрелцов, ползает на суденышках по плесам да камышам — уму непостижимо. Вот тут-то хочешь не хочешь, а речь русскую вспомнить иногда и приходится. Вскочит над камышом Трофимыч, что пенек среди желтого моря, уши ушанки топорщатся, глаза круглые голосок от редкого употребления скрипит, срывается:

— Куда ирод, в чучела целишься? Айда, отчаливай!..

Потом садится, ерзает и долго сердито смотрит вслед отчалившему восояси, попавшему впросак неудачнику ... А вот уж как протрубят в небе лебеди — держись, чучелятник. С ветерком да снежком нагрянет северная утка. Стучит тогда без усталости над разливом трофимовская двустволка, возвещает округе, что вот оно, пришло, наконец, и к чучелятникам охотничье счастье ...

Что и говорить, нервное это дело — сидеть с ружьем. Но желающих "пощекотать нервы", даже в наш не слишком спокойный век, немало. По некоторым данным, только в нашей стране их несколько миллионов человек.

Поэтому, кроме чучелятников, по свидетельству того же В. Акимова, существуют многочисленные любители, для которых милее охота с подхода, охота с подсадной уткой, охота на перелетах, охота с подружейной собакой, охота скрадом, охота на кормовых сидках.

Правда, не все поддерживают В. Акимова в его умилении перед "Трофимычем" и его занятием. Вот как описал свой охотничий опыт С.С. Наровчатов, известный советский поэт, фронтовик, отнюдь не склонный к сентиментальности: "Какая-то малая пичуга затрепыхалась надо мной, не ведая, не гадая о своей плачевной участи. Я вскинул ружье, прицелился, и — бац! — она оказалась у моих ног. В половину моего кулака. Вдребезги изрешетил я злосчастную птаху своей дробью. Не был я таким уж бесчувственным зверенышем, и чувство сострадания шевельнулось во мне. Я держал на раскрытой ладони теплый комочек, и непоправимость содеянного наполняла меня досадой и жалостью. Возвратившись домой, я повесил "ижевку" на стену и несколько дней смотреть на нее не хотел. Но потом ребята позвали меня на охоту, теперь уже настоящую, и я пришел с нее, держа за поясом четыре утки. Никаких состраданий, сомнений и прочей сентиментальности моя милость теперь не испытывала.

К жестокости, как ни печально, тоже нужна привычка. Печально, ибо одна жестокость не заставляет ждать другую. Вот и в этом случае: окровавленная пичуга могла бы навсегда меня отвратить от стрельбы по безоружным, но следующая удачная охота полностью вытеснила первый горький опыт. А ведь жестокость на этой удачной охоте по числу убитых уток была учетверена".



Здесь речь уже не об охоте. О "стрельбе по безоружным", о человеческой жестокости ... Забава-то, оказывается, не столь невинная, источник жизни с течением времени превратился в ядовитый сток, разрушающий самые основы человечности. Причем ядовитый не только в переносном смысле ...

Читатель уже, конечно, догадался, почему в книге о свинце речь пошла о моральных вопросах охоты. Выполняя обещание, данное в главе "Автомобиль не роскошь?", обратимся теперь и к этой тропинке, по которой также приходится бежать нашему "марафонцу". Ведь пули и дробь делают именно из свинца. Правда, на боеприпасы, как уже упоминалось выше, идет не так много. Но ведь ложка дегтя, как известно, бочку меда может испортить. В данном случае пословица применима и в прямом, и в переносном значениях. Ведь вылетевший из ружейного ствола свинец "впрыскивается" в окружаю-



щую среду и, подобно всякой инъекции, концентрируется в месте введения. Да и "впрыскивается" не чистый свинец. Охотничья дробь содержит в своем составе 0,3 – 0,5 % мышьяка, добавляемого для увеличения прочности дробинки и улучшения их сферичности. В мировом "ружейном выстреле" десятки тонн классического яда. Оценка последствий подобных инъекций очень трудна. Тем не менее некоторые данные по зарубежным странам есть. В США, например, в штате Миссури в 1949 году из популяции 12 тысяч уток погибло более одной тысячи. В Арканзасе зимой 1953 – 1954 гг. из 250 тысяч погибло 16 тысяч уток. В Висконсине в 1940 – 1963 гг. погибло 1800 уток и более 200 лебедей. Причина? Отравление свинцом, концентрация растворимых солей которого превысила в этих местах смертельно опасную для птиц.

Говорят, что поэты заглядывают в будущее. Готов согласиться с этим. Вот пример – отрывок из стихотворения французского поэта Эредиа:

У сумрачных громад прижавшись одиноко,  
Как в чашу, влитое в гранитный водоем,  
Сверкнет вдруг озеро безжизненным свинцом.

Озеро еще сверкнет, но блеск его обманчив. Свинец отравил его. И это написано в 1893 году!

Но откуда столько свинца? Дело в том, что далеко не всякий выстрел удачен, да и доля дробы, попадающей в жертву, ничтожна по сравнению с ее общим количеством при выстреле. А любителей пострелять и в тех местах немало. Во всех частях света стучит "без устали над разливом" чья-то двустволка, и множество всяких стрелцов "ползает на суденышках по плесам".

И "стук" этот слышен уже многие десятилетия практически без

## КАКОЙ КАЛИБР ЛУЧШЕ?



Вопрос, вынесенный в виде заголовка этой заметки, относится не к выбору охотничьего ружья – здесь нужно решать в зависимости от собственных склонностей и характера дичи. А без крайней надобности лучше вовсе обходиться без огнестрельного оружия. Здесь речь пойдет о том, с помощью какой системы лучше измерять калибр оружия. Ведь таких систем много. Калибр измеряется и в миллиметрах (главным образом, для нарезного оружия), и в линиях (вспомните – знаменитая трехлинейка), и даже в точках. Но для охотничьих ружей наилучшим способом определения

перерыва. Вот данные из "Журнала охоты" Императорского общества размножения охотничьих и промысловых животных и правильной охоты за август 1874 года. Рассматривая сообщения из Нижней Австрии, журнал сообщает, что по официальным данным в 1872 году там были убиты: 775 благородных оленей, 171 лань, 105 серн, 345 кабанов, 300 глухарей, 19614 фазанов, 5984 косули, 167020 зайцев, 7592 кролика, 76184 куропатки, 14924 прочей пернатой дичи, 20406 четвероногих хищников и 41005 хищных птиц. Это – на маленьком кусочке Западной Европы. А в России? В том же году журнал писал: "Олонецкая губерния, по своему географическому положению и громадным лесным пространствам принадлежит к числу изобилующих зверем, шкуры которого составляют предмет довольно обширной торговли, и дичью, которая преимущественно идет на продовольствие Петербурга. Лет 10 – 15 назад в губернии добывалось до 1 миллиона пар рябчиков и другой дичи и от 200 до 300 тысяч звериных шкур, преимущественно белки и зайца".

Прошло сто лет. И что же изменилось? Судите сами. Вот статистические данные по нескольким странам мира. В Финляндии, представляющей север Европы, в сезон 1979 – 1980 гг. отстреляно 900 тысяч водных птиц, 400 тысяч тетеревиных, 135 тысяч полевой дичи, 122 тысячи диких голубей, около полумиллиона зайцев-беляков и русаков. В тот же сезон в Центральной Европе, в земле Баден-Вюртемберг, было убито 2105 оленей, 481 лань, 177 пятнистых оленей, более 144 тысяч косуль, 334 серны, 32 европейских муфлона, 2917 кабанов, 60325 зайцев, 42002 диких кролика, 25181 лисица, 4903 каменных и 950 лесных куниц, 709 хорей, 1293 барсука, 4421 серая куропатка, 45211 фазанов, 20030 диких голубей, 32603 утки. Цифры здесь точнее, подсчет трофеев ведется аккуратнее. Годом раньше, в 1978 году, в славной Элладе охотники успешно

"номенклатуры" ружья считается свинцовый калибр. Он является родственником и старинному каменному, и петровскому чугунному. Смысл этого способа измерения внутреннего диаметра ствола сводится к тому, что указывается количество пуль, которое нужно изготовить из определенного веса "пулевого" материала. Петр I для артиллерии, например, ввел стандартное чугунное ядро диаметром два дюйма и весом в один "артиллерийский фунт" (около 480 граммов). В наше время калибр охотничьих гладкоствольных ружей выражается количеством круглых пуль,

равных по массе и диаметру, отлитых из 400 граммов чистого свинца и входящих в канал ствола ружья без зазора. Раньше количество свинца, необходимое для отливки пуль, определялось как один фунт. Однако в разных странах фунты бывают разные. Например, французское ружье шестнадцатого калибра имело диаметр ствола 17,6, а английское того же калибра 17,4 миллиметров. Различие, конечно, небольшое, но французская гильза к английскому ружью уже не подходит. А для десятого калибра диаметр ствола 19,4 у французского и



применили оружие против 8 тысяч кабанов, 55 тысяч зайцев и диких кроликов, 158 тысяч серых куропаток, 292 тысяч куликов, 623 тысяч перепелов, 6 тысяч диких гусей, 183 тысяч уток, 65 тысяч лысух, 256 тысяч диких голубей, 2877 тысяч скворцов, 40 тысяч дроздов, 56 тысяч соек, 58 тысяч лисиц, 4 тысяч барсуков, 1 тысяча шакалов, 800 волков, 10 тысяч фазанов. Не знаю, как насчет паштета из ласочковых языков, но из скворцовых печенок в 1978 году его точно можно было бы приготовить изрядную порцию. Как, впрочем, и из рябчиковых в Петербурге времен отмены крепостного права. Я не знаю, что уяснили вы при сравнении этих цифр, разделенных столетием, мне же очевидно, что они свидетельствуют о серьезной роли охоты в балансе живой природы. И вряд ли это только личное мнение. Эти данные общеизвестны. На их основе "Европейский информационный центр по охране природы" пришел к выводу о необходимости "сознательного ограничения объема охотничьего использования водной дичи". А что делать с несознательными охотниками, которые к тому же чаще всего и неумелые? Ведь сколько раз после выстрела вместо восторженного крика на разных языках раздавалось разочарованное: "Эх, мазила!..." У меня, к сожалению, нет информации об этом. Да и вряд ли кто делал подобные подсчеты. Но то, что часто палят "в белый свет, как в копеечку", — несомненно. И не только в Финляндии и Греции.

Посмотрите, как "вкусно" современный поэт С. Щербаков описывает такую "охоту":

И вот в который раз свинец кромсает небо,  
Но быстрый табунок растаял без следа...  
Но я уже давно таким счастливым не был,  
А что стрелок плохой, так это не беда.

20,4 миллиметров у английского ружья. Кстати, иногда путают два термина — крупный калибр и большой калибр. Самый крупный калибр (по Брокгаузу и Ефрону) четвертый, а самый большой — тридцать второй. Калибром может быть любое четное число в этих пределах. Система калибров является весьма удобной. Дело в том, что масса пуль линейно зависит от номера калибра, а диаметр ствола связан с массой кубической зависимостью. В результате при изменении калибров по всей шкале в восемь раз диаметр ствола

меняется всего в два раза. А это, конечно, повышает точность определения. С калибром соотносится и еще одна важная характеристика ствола — длина. Так, по данным Брокгауза и Ефрона, "для кучности и дальности боя означенная длина должна равняться приблизительно 44 диаметрам ствола".

Так какой же калибр лучше? На мой взгляд, лучше всего 5,6. Хотя кто-то предпочитает и 8, а некоторые ухитряются пользоваться и 11.

Ведь фотоохота несет людям и природе

Очевидно, что география подобного "пуляния" не ограничена только нашими краями.

Свинцовые отравления "отмечены также в Канаде, Новой Зеландии, Великобритании, Дании, Италии. От свинцовых отравлений гибнут фазаны, голуби, а также хищные птицы, которые питаются отравленным мясом".

Так ли уж неправ дважды Герой Социалистического Труда почетный академик ВАСХНИЛ, известный полевод Т.С. Мальцев, когда 30 декабря 1980 года в телевизионной передаче "Знаменосцы трудовой славы" выступил с призывом к повсеместному запрещению любительской охоты и конфискации ружей? Позже в статье, опубликованной в "Правде", он разъясняет свою позицию: "Зачастую мало отличаются от злостных браконьеров "привилегированные охотники", те, кто имеет доступ к лицензиям для отстрела крупных животных, к заповедникам, специальным заказникам". И далее известный ученый с горечью констатирует: "Природу надо уже не охранять, а спасать". Ситуация достаточно серьезна, чтобы прислушаться повсеместно к этому призыву более внимательно, понять его смысл, а не поддаваться чувству личной обиды, как это делает охотник из Иркутской области А. Природин, письмо которого вместе с рядом аналогичных протестов опубликовал журнал "Охота". Природин пишет: "... обидно слышать его предложение о закрытии охоты, конфискации ружей. Слов нет, его слова справедливы в отношении браконьеров, но не могут быть отнесены ко всем нашим охотникам". Замечу, что браконьерство — преступление сознательное, но что порой творят по неведению!... Так что бой, который ведет "за честь мундира" журнал "Охота", это бой против природы. Действительно, если встать на точку зрения редакции журнала, то следует признать, что на бедных охотников, страдающих в некомфорталь-

добро общения, а свинцовая пуля — смерть. И прав Б. Олейник:

Пуля свинцовая,  
Хоть она с виду мала,

Будет терзать меня тем,  
Что в ее сердцевине  
Прячется чье-то людское,  
Конкретное имя, —  
Ибо без имени нет  
На земле нашей зла!





ных условиях болот и глушоб, напали зря. Ведь не только в топях и трясинах, но и в городе любителям пострелять приходится туго. И лучше бы не ругать их, а выдать молоко за вредность. К этому даже есть серьезные научные основания. Одна из английских статей так и называется: "Загрязнение воздуха при стрельбе в помещении".

Среди прочих изучалось и загрязнение воздуха свинцом. Разумеется, главное его количество попадает туда не за счет "истирания" пули об воздух. Дело в том, что в составе пороха присутствует стабилизатор горения, в качестве которого используются соединения свинца, в частности его дитиоцианат.

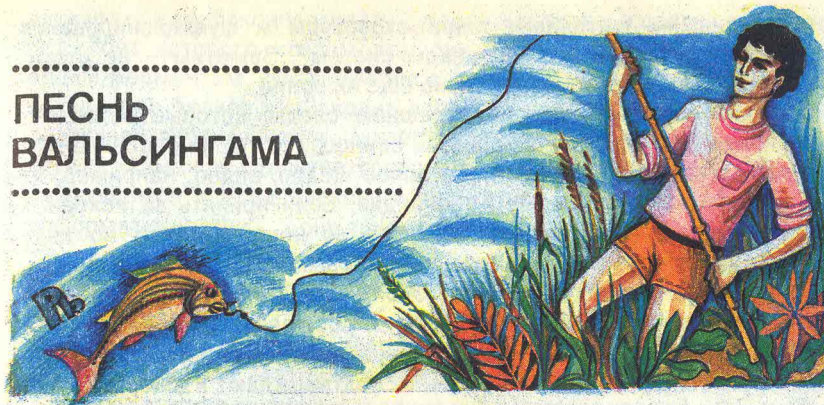
Гораздо реже, чем в тире, стреляют в других помещениях. И всякий выстрел, как правило, вызван серьезными причинами.

... На Краснодарском заводе "Чайка", выпускающем глиняную, фарфоровую и другую аналогичную посуду, возникла беда — в рабочей части печи непрерывного обжига сместился кирпич, что грозило длительной остановкой производства и большими потерями. Выход нашел кандидат в мастера спорта по стрельбе Ю. Команов. Несколько метких выстрелов — и заводской музей пополнился редким экспонатом — куском огнеупорного кирпича с расплавившейся пулей... Но, разумеется, если выстрел гремит в помещении, то это помещение скорее всего — тир.

Что касается реакции природы на выстрелы не в тире, а над реальными глазами утиных озер и болот, над тетеревиными токами и другими местами, привлекающими внимание любителей ружейной охоты, то она — не месть человеку за его поступки. Природа сама страдает от тех явлений, которые сопровождают неразумное поведение человека. И свинец в этом деле действительно является невольным соучастником. Отношения в природе сложны и запутаны, одни из них, как сказал поэт, приводят к наслаждениям, но другие — к бедам. И, безудержно стремясь использовать только первые, человек запутывается и во вторых. А это приводит к тому, что на длинном пути нашего марафонца встречаются не только убитые и отравленные птицы, но и кающиеся поэты.

Справедливости ради не будем перекладывать на плечи "Трофимыча" тяжесть всех экологических бед, обрушившихся на нас в результате реализации нашего же девиза "Природа не храм, а мастерская"... Одни пестициды чего стоят! А хороший "Трофимыч" (такой, каким его видит А. Природин) не столько загрязняет, сколько обихаживает то, что еще уцелело от храма. Но ведь и то правда, что "хороший Трофимыч" как-то повывелся, реже стала встречаться эта "порода" в наших охотничьих угодьях. Да и только ли утиной дробью летит свинец в тело природы?

## ПЕСНЬ ВАЛЬСИНГАМА



*"Почувствовалось все различие между индивидумом, созданным природой, и существом искусственным, не имеющим ни сердца, ни души и не внушающим ни доверия, ни любви, ни иллюзий".*

Наполеон

О чудесных достижениях научно-технической революции (НТР) повествуют статьи, очерки, повести и романы. Горы, сравнимые разве что с вулканом Олимпия на Марсе. А ведь еще есть научные сборники и монографии. Целые "скалы", состоящие из панегириков НТР, канули в Лету. И пропасти, разверзающиеся перед человечеством, простираются вниз не менее, чем возносятся вверх достижения НТР.

Заглянем в одну из них. Не перекинув мост через эту пропасть, человечество лишит себя дороги в будущее. Экологическая катастрофа — вот ее название. Даже просто обозреть это мрачное образование сегодня уже невозможно. Поэтому ограничимся теми его уголками, куда завела нашего героя его длинная марафонская дорога. Об экологической роли свинца известно меньше, чем у "бездны мрачной на краю" было известно пушкинскому Вальсингаму о "дуновении чумы".

Впрочем, и о самой экологии мало кто знал еще двадцать — тридцать лет назад. Хотя экология возникла еще в 1866 году в результате работ, проведенных немецким зоологом Э. Геккелем, она долгое время оставалась академическим занятием. Правда, ученые всегда осознавали исключительную важность экологической науки.

И в Большой Советской Энциклопедии можно прочесть: "Основная задача экологии на современном этапе — детальное изучение ко-



личественными методами основ структуры и функционирования природных и созданных человеком систем". Заметим — не структуры и функционирования, а только еще их основ.

А пока сегодня видны те страшные следы, которые оставляет в природе беспечно рассеиваемый свинец. То, что он рассеивается по всей планете и с годами все более щедро, видно, например, из данных по изучению льдов Гренландии. Если принять за исходное содержание свинца во льду 800 года до новой эры, то во льду 1750 года его уже в 25 раз больше. Это связано со сжиганием угля, содержащего свинец. С 1750 по 1940 гг. концентрация свинца медленно возрастала, а после 1940 года ее рост резко ускорился. И лед 1968 года имеет концентрацию свинца в 400 раз большую, чем в доисторические времена. Эти данные подтверждают и американские ученые. По их сведениям, концентрация свинца в воздухе по сравнению с доисторическими временами возросла в 200 раз, в питьевой воде — в 750 раз. Изучая костные ткани, они обнаружили, что у современных американцев они в 500 раз богаче свинцом, чем у перуанцев, живших 1800 лет назад.

К чему это привело? Прежде всего взглянем на *homo sapiens*, то есть на самих себя. Вредны ли для нас соединения свинца? Безусловно. Но для того чтобы разобраться в патологии, нужно знать, сколько свинца необходимо здоровому человеку для нормального существования. К сожалению, аргументированных ответов на эти вопросы пока нет.

Так, например, член-корреспондент АН СССР М.Г. Воронков и кандидат биологических наук И.Г. Кузнецов утверждают, что в теле человека 0,0001 — 0,000001 % свинца. Это значит, что в организме среднего 70-килограммового человека находится от 0,7 до 70 миллиграммов свинца. Много это или мало? Марганца и железа, к примеру, в организме примерно в 10 тысяч раз больше, а сурьмы и висмута во столько же раз меньше. Свинец преимущественно обнаруживается в головном мозге, печени, почках, поджелудочной железе, надпочечниках, половых железах, крови. Какова его роль в работе этих органов? До настоящего времени об этом писали кратко: "Роль неизвестна". Даже в монографиях, посвященных микроэлементам, например, в книге известных специалистов М.Т. Коломийцева и Р.Д. Габович "Микроэлементы в медицине" о свинце как необходимом для жизни элементе не упоминается. Монография вышла в свет на рубеже 70-х годов, но и сейчас положение мало изменилось. В уже упоминавшейся работе М.Г. Воронкова и И.Г. Кузнецова "Элементы жизни" (1977 год) после перечисления "бесспорных" микроэлементов сказано: "Полагают, что живые существа не могут обойтись и еще без шести элементов: Be, Rb, Ba, Ag, Pb, W". Но если о кобальте конкретно известно, что он "активирует карбо-

ангидразу и карбоксипептидазу", а также включен в состав витамина B<sub>12</sub>, "без которого невозможен синтез гемоглобина", цинк необходим ферментам, участвующим в "образовании двуокиси углерода и усвоении белков" и "входит в состав карбоксипептидазы А, обладающей пептидазной и экстеразной активностью", то о свинце, олове, кадмии и мышьяке говорится в стиле возвышенного, приближающегося к средневековым трактатам и по красочности, и по информативности: "...они токсичны лишь в высоких дозах, в малых же — активируют жизненные силы".

Согласно сводке, представленной в 1966 году Б.А. Атчбаровым, однократный прием 155 — 454 миллиграммов свинца на килограмм веса тела или вдыхание воздуха с концентрацией 271 — 795 мг/м<sup>3</sup> металла вызывают быструю и неизбежную смерть. В интервале доз 4,8 — 5,4 мг/кг признаки отравления сказываются через 1 — 16 дней, а тяжелая интоксикация, часто со смертельным исходом, наступает через 4 — 9 месяцев. При дозе 0,2 — 0,5 мг/кг характерные признаки отравления сказываются уже через несколько недель или месяцев. Доза 0,05 — 0,1 мг/кг вызывает изменения условно-рефлекторной деятельности через 4 месяца. А при 0,00038 — 0,0014 мг/кг наблюдаются функциональные изменения: сдвиги высшей нервной деятельности через 6 месяцев и характерные признаки отравления через 8 лет. Но, конечно же, эти цифры — лишь ориентир.

Американские исследователи считают, что безопасной дозой является для взрослого человека одна десятитысячная доля грамма свинца в день.

Французские ученые более осторожны и не рискуют высказываться категорично. Они считают, что еще много нужно поработать, чтобы "установить оптимальное соотношение дозы свинцового загрязнения и допустимого воздействия свинца на организм человека". До практических рекомендаций еще далеко, но уже сам факт проведения подобного рода работ обнадеживает любителей подышать чистым воздухом.

Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) занимает позицию ближе к французской. При ВОЗ создана исследовательская группа по выяснению предельно допустимых концентраций (ПДК) свинца. Эксперты ВОЗ отлично понимают, что точные цифровые данные необходимы и для оценки новых технологий, и, самое главное, для планирования мероприятий по охране здоровья людей. Именно поэтому поспешность здесь ни к чему. Каждая цифра тщательно перепроверяется с учетом все большего числа факторов. И некоторые стандарты ВОЗ уже существуют. Так, ПДК ВОЗ по свинцу для питьевой воды — не более 1 части на 10 миллионов частей воды. Кстати, на основании данных А.Ф. Зайцевой, эта же величина принята



как ПДК и в Советском Союзе. Это, вообще говоря, далеко не очевидный факт — совпадение рекомендаций ВОЗ и официальных ПДК в какой-то стране. Ведь каждое государство вполне суверенно в отношении мер по охране здоровья своих граждан. Здесь хочется особо подчеркнуть смысл величины ПДК. ПДК — это такая концентрация, которая на протяжении длительного периода, сравнимого со средней продолжительностью жизни человека, воздействуя на организм, не вызывает у него отклонений от нормального функционирования. Поэтому не всякий случай превышения ПДК ведет к отравлению. Многие решают фактор времени.

Поэтому превышение ПДК хотя и всегда плохо, но не всегда ЧП. Но случаются и вопиющие факты. Так, "Московские новости" сообщили летом 1987 года о том, что в Ярославле "... еще недавно свинец в воздухе рабочей зоны "Лакокраски" измерялся 900 ПДК, а на границе жилых районов, примыкающих к заводу, и сегодня удерживается на уровне 20 ПДК". Такое производство пришлось закрыть, хотя сделать это из-за сопротивления администрации было очень трудно.

Вернемся, однако, к определению величины ПДК. Подход к установлению этой величины должен быть очень внимательным. Дело в том, что свинец обладает коммунитивным действием, то есть способностью накапливаться в организме. Так что осторожность в выводах французских ученых и экспертов ВОЗ действительно имеет основания. Семь раз отмерь ... Измеряют не по семь — по семьсот семьдесят семь раз, медленно-медленно продвигаясь вперед.

Красивая получилась фраза — о семистах измерениях. Наверное, именно как "красивую фразу" ее и восприняли читатели. И действительно, фраза по существу неверна. Она сильно преуменьшает количество экспериментальных работ в этой области. В 1935 году Н.В. Лазарев и П.И. Астраханцев, говоря о воздействии свинца на человека, с удивлением констатировали, что "литература почти необъятна". Так, только в одном немецком библиографическом обзоре Блансдорфа приведено свыше трех тысяч ссылок на работы, вышедшие до 1922 года. А ведь с тех пор интерес к свинцу как биологически активному элементу невообразимо возрос. И вот сегодня я листаю со смешанным чувством преклонения и досады пухлый том "Биологическая и гигиеническая роль свинца", имеющий подзаголовок "Библиографический указатель отечественной и зарубежной литературы за 1965 — 1976 гг." Он содержит ссылки более чем на 5 тысяч работ ... Преклонение перед настойчивостью ученых понятно, но при чем тут досада? — может спросить читатель. Дело в том, что ученые не жалуются на избыток информации! Она, как оказалось, чаще связана с практической деятельностью врачей, а

не ученых. И, надо сказать, практическая медицина действительно достигла многого. Но вот в научном отношении мягкий свинец оказался гораздо крепче алмаза.

В 1960 году Н.Ф. Голубицкая определила суточную потребность взрослого человека в свинце: 0,5 миллиграмма. А по данным Е.Н. Борисовой, эта норма ниже: 0,35 миллиграмма. Как бы то ни было, но немного свинца нам все-таки нужно. А вот что будет, если "от щедрот" внешней среды поступление свинца превысит наши потребности? Разумеется, организм начнет бороться за "чистоту" и до определенной силы "внешнего свинцового давления" справится с ним. Но наступает критический момент, и ворота в организм распахиваются перед ядом ... Чем же определяются пределы сопротивляемости организма?

В статье "Вторжение в биосферу" Л.Г. Соловьев предложил понятие "эволюционная константа элемента". Эта величина определяется как разность логарифмов концентраций данного элемента в организме человека и в литосфере. Для свинца она равна приблизительно минус 1. Это значит, что в организме человека свинца в десять раз меньше, чем в "чистой" окружающей среде. Таким образом, существует (и существовала в течение миллионов лет эволюционного развития человека) некая движущая сила, способствующая переходу свинца из окружающей среды в организм. В первом приближении она равна средней концентрации свинца в литосфере. В течение эволюции организм, разумеется, приспособился к таким условиям существования и научился каждый 9 из 10 атомов свинца, поступивших в организм, выводить обратно. Это нормальное соотношение для механизма свинцового обмена. Но если поток свинца из внешней среды резко возрастает (а всякое изменение, связанное с НТР, является резким для биосферы — поток техногенного свинца превышает естественный в 346 раз!), механизм начинает давать сбой, часть атомов задерживается в организме, и наступает фаза медленного отравления. Но и на этой стадии свинцовый обмен еще как-то действует. И только тогда, когда из внешней среды поступает один миллиграмм соединений свинца, то есть количество, сравнимое с общим содержанием металла в организме, "биоочистка" сдается. Ну вот, от проблем здорового организма мы перешли к проблемам организма больного. И это естественно, ибо и наука до последнего времени гораздо больше интересовалась патологией, чем нормой.

Чем же грозит свинцовое отравление? При малых дозах свинец действует гематологически, то есть изменяет нормальное функционирование кроветворной системы. В результате действия свинца сокращается срок жизни эритроцитов. Далее, те же малые дозы



вызывают заметное действие на сенсорную и психомоторную функции. В частности, у рабочих отмечаются пониженные результаты в тестах на определение интеллекта и в заданиях, требующих быстроты действия. При "слабом" свинцовом отравлении обнаружена меньшая по сравнению со здоровым человеком эмоциональная реактивность, то есть психика становится заторможенной. Холерик становится флегматиком, а флегматик и вовсе "засыпает". Но, пожалуй, самый неприятный симптом "слабого" отравления — это частичная потеря контроля над поведением. Если вспомнить, что с ядовитыми соединениями свинца часто имеют дело водители автомобилей, станет понятной вся тревожность этого симптома.

Что же говорит современная медицина об опасности свинца для организма? Последнее издание справочника "Вредные вещества в промышленности" категорично до афористичности: "Яд, действующий на все живое, но вызывающий изменения особенно в нервной системе, крови и сосудах. Активно влияет на синтез белка, энергетический баланс клетки и ее генетический аппарат". Хронические отравления свинцом часто протекают с головными болями, эпилептическими припадками. Причем "частые припадки обычно приводят к изменениям характера и интеллектуальным расстройствам".

Теперь читатель знает, где найти подробную информацию об ощущениях человека, отравленного свинцом. Пришла пора обратить внимание на растения и животных. Как же они реагируют на присутствие свинца? Во-первых, многие из тех, чью реакцию мы хотели бы знать, нам до сих пор попросту неизвестны. Мы просто не знаем, сколько же их, "конкретных форм существования и развития живой природы" или, говоря языком биологов, видов? Биосфера Земли изучена столь слабо, что, скажем, мир бактерий, вирусов и других простейших изучен (точнее поименован) только на 10 %. А среди насекомых — самого большого по количеству видов типа животных — еще не открыто от 1 до 5 миллионов видов. И можно быть уверенным, что многие из них так и не будут открыты. Причин тому много и среди них не последняя по значению — повышенная концентрация свинца. По данным 1980 года английских ученых, на Земле в среднем ежедневно исчезает один вид, а по оценкам в конце 80-х годов, скорость исчезновения возрастает в десятки раз и достигнет "круглой" цифры — один вид в час. По тем же оценкам, к 2000 году исчезнет миллион видов. Конечно, далеко не каждая потеря — трагедия для экологической системы. Она достаточно устойчива. Но каждая потеря — трагедия для человека, ибо вместе с видом исчезнет и его генофонд. А это — уникальная информация о длительном пути эволюции. И все это добро мы потеряем до приобретения.

Итак, сегодня известно около 1,7 миллиона видов. Из них к нас-



тоящему времени химически изучалась лишь сотая часть. Я не случайно употребил глагол в несовершенной форме. Подробно изученных в химическом и биохимическом отношении видов еще меньше. А ведь при этом из них выделены сотни тысяч полезных веществ. А кто знает, как, скажем, влияет повышенное содержание свинца на заднежаберного брюхоногого моллюска "морской ангелочек", питающегося растительной и животной пищей и в свою очередь служащего пищей беззубым китам и другим животным? Неизвестно.

Но обратимся к фактам. И прежде всего опять-таки о нормальных взаимоотношениях химического элемента свинца, являющегося структурным элементом, частью биосферы и целым — всей биосферой. Свинец содержится во всех типах живых существ. В морских растениях его больше всего: 84 части на 10 миллионов частей



сухого вещества. В наземных растениях свинца уже в три раза меньше: 27 частей, в наземных животных 20 частей, а в морских животных — всего 5 частей. Это значит, что в организме необстрелянного кита свинца не больше, чем в одной свинцовой дробинке. Но здесь — одна из загадок свинца. Почему на суше он распределен относительно равномерно между животными и растениями, а в мировом океане растения содержат в 17 раз больше свинца, чем животные? Причем в морских животных его почти столько же, сколько и в океане, а количество свинца в морских растениях очень близко к среднему содержанию этого металла ... в почве! По данным академика В.И. Вернадского, морская вода содержит 1 часть на 10 миллионов частей свинца, то есть на два порядка больше. У животных, как и у растений, соотношение обратное. И это уж совершенно загадочно. Ведь эволюционное развитие их протекало в одной и той же среде. Или нет? ... Есть над чем подумать.

Наиболее чувствительны к отравлению свинцом собаки и лошади, умеренно — кошки и кролики, мало — морские свинки, бараны, козы; наиболее устойчивы белые крысы и белые мыши. В опытах на лабораторных животных показано, что свинец обладает гератогенным действием — вызывает уродства у новорожденных особей. Однако эта информация — только начало длительных исследований.

А вот влияние солей свинца на гольянов (род рыб семейства карповых) изучено вполне подробно. Гольян — мелкая рыбешка (до 20 сантиметров), восемь видов которой обитают в СССР. Гольяны живут в реках и озерах, поэтому они могут служить биологическим индикатором, свидетельствующим о качестве работы очистных сооружений.

В результате исследований выяснено, что, если в течение 96 часов держать гольяна в относительно мягкой воде (20 мг/л углекислого кальция) при концентрации в ней 5,58 миллиграммов хлорида свинца в литре, то рыбешка погибнет. Для того чтобы получить тот же летальный исход в жесткой воде (260 мг/л углекислого кальция), концентрацию свинцовой соли нужно увеличить почти в сто раз — до 482 миллиграммов в литре. И если считать эти цифры отражением общей закономерности для рыб (а для этого есть основания), то можно предположить, что семейство рыб надотряда хрящевых ганоидов (известных также под названием осетровых), а также семга находятся в более благоприятных условиях обитания, чем представители отряда сельдеобразных семейства лососевых, такие, как кета, горбуша, чавыча. Дело в том, что первые живут в очень жесткой воде Каспийского моря, а вторые нерестятся в очень "мягких" речушках Сахалина. И хотя солей свинца в Волге гораздо больше, чем, например, в Поронае или Тыми, высокая жесткость

резко снижает их токсичность. Но не один свинец мешает рыбе спокойно жить и размножаться к нашему удовольствию.

Впрочем, говоря об общих для рыб явлениях, не следует забывать и об индивидуальности. Например, вкусная в соленом виде корюшка, промысловое значение которой, правда, невелико, может и вовсе потерять его, ибо чувствительность этой мелкой рыбешки к свинцу очень высока — рыбка гибнет при концентрации 0,1 мг/л азотнокислого свинца. Эта же концентрация свинца заметно тормозит процессы самоочищения водоемов, поскольку в таких условиях угнетается жизнедеятельность активного ила (на станциях биочистки ил тоже порой не выдерживает высокой нагрузки и гибнет). Массовая гибель аэробных бактерий, которые и делают ил активным, начинается при концентрации 1,0 мг/л. А вот рыбка перцина с яркой и разнообразной окраской, обитающая в стоячих и медленно текущих водоемах Индии, Бирмы, Суматры и других тропических стран (перцина — близкий родственник широко известной нашим аквариумистам Данио рерио), сигнализирует о весьма малых концентрациях свинца очень своеобразно. Когда содержание металла достигнет всего 5 частей на 100 миллионов, рыбка меняет свою пигментацию.

Выше говорилось о воздействии растворенного в воде свинца на тех, кто живет в этой воде. Но есть данные и о тех, кто эту воду пьет. Так, если в питьевой воде окажется 1 г/л углекислого свинца, 1,5 г/л хлорида свинца, 2 г/л оксида или нитрита свинца, то для морских свинок, употребивших эту воду, такое питье будет последним. Но до "минеральной свинцовой" находятся любители. Таким оригиналом является водное растение *эйхорния*. Названий у *эйхорнии* много: "водная чума", "водяной гиацинт". Замечательно красивы "цветки в колосовидном соцветии, с воронковидным лиловым околоцветником". Некоторые очевидцы считают соцветия не только колосовидными, но и "обворожительными". Развели *эйхорнию* по всем тропикам (ее родина — Америка). Но красивое растение неожиданно создало проблемы — оказалось столь жизнелюбивым, что вытеснило многих аборигенов и превратилось в "злостный сорняк". Вот как описывает биолог М. Черкасова африканскую *эйхорнию*: "Водяная чума — мне довелось видеть ее на Конго. Всю эту широченную — берега едва видны — реку заполнили изумрудные острова, непрерывной чередой мчащиеся по течению в океан, одни площадью в десятки квадратных метров, другие — не в одну сотню. У берегов ... тянулись сплошные заросли водяной чумы ...". Водяная чума препятствует судоходству, забивает каналы оросительной и дренажной систем. А наступит засуха — *эйхорния* и здесь не пропадет. Своими длинными корнями она укореняется в иле и так переживает неблагоприятные времена. С ней, разумеется, борются и механическими, и



химическими средствами. Но при этом выяснилось, что эйхорния прямо-таки жадно — трудно подобрать другое слово — поглощает всяческую "химию", в частности свинец. Сорняк оказался великолепным работником, причем работает он очень быстро. Это объясняется тем, что у эйхорнии длинные разветвленные корни. Но что делать с погибшими растениями? В корм скоту их не пустишь — животные к свинцу весьма чувствительны. Оказалось, что и после насыщения ядами эйхорния может быть полезна. Ее подвергают газификации и получают газ, по свойствам близкий к природному. А из золы извлекают металлы: свинец, ртуть, кадмий. Случай с эйхорнией — уже классический пример того, насколько самонадеянно в сложнейших экологических системах вешать ярлыки: "вредный", "сорняк". И семейство понтедериевых, к которому относится эйхорния краснопестрая, обрело социальный статус полезных растений, помогая человеку в решении проблем, которые он, кстати, сам себе и создал. Эти проблемы типичны для крупнейших рек мира. Река Миссисипи несет в Мексиканский залив свинец, который частично оседает в устье. Воды великой реки ежегодно выносят в океан 300 тонн растворимых солей свинца и 13 тысяч тонн его взвесей... Повышено содержание тяжелых металлов в устьях рек Таиланда, Америки, Азии. Эйхорнии найдется работа в любой части света. Заметим, что, поглощая большие количества свинца и других ядов, эйхорния сама остается здоровой.

Но, пожалуй, рекордсменом среди растений по стойкости к соединениям свинца являются дрожжи. Биолог А.О. Войнер утверждает, что дрожжи могут поглощать огромные количества свинца в виде уксусно-кислой соли — до 15 тысяч частей на миллион частей веса дрожжей — без всякого угнетения обмена веществ. Так, может быть, дрожжи помогут в борьбе с загрязнением солями свинца? Не так все просто. Хлористый и иодистый свинец угнетают брожение. Почему же столь непохоже действие различных солей? Очередная загадка свинца. Однако, повторяю, дрожжи — рекордсмен по "свинцово-стойкости". Увы! Этим замечательным свойством обладают не все растения. Так, более знакомые нам овес и клевер уже при концентрации свинца 50 частей на миллион начинают замедлять рост и урожайность онижается. Существует оценка средней концентрации свинца в сухом веществе: 3 тысячи частей на миллион, выше которой растения начинают болеть. А у растений, выросших в районах рудных месторождений свинца, даже отмечена концентрация в 9645 частей на миллион. А как же попадает свинец в организмы?

Польские исследователи изучили верхний слой почвы в Варшаве. Установлено, что в слое глубиной до 5 сантиметров свинец накапливается более интенсивно, чем медь, молибден, железо, никель и

хром. И это печально, поскольку из всего этого ряда свинец — самый ядовитый. Но ведь в этом (верхнем) слое почвы живут многие организмы. Как они реагируют на такой "металлический винегрет"? А как они, собственно, могут реагировать? Принимают его в пищу. И беспристрастный анализ свидетельствует — уровень свинца в дождевых червях резко повышается. Как это сказывается на организме самих червей, неизвестно. Но то, что черви с "металлическим" привкусом попадут в желудки птиц, — факт, безусловно, тревожный.

Уральские исследователи Г.И. Манохина и Л.М. Галкина изучали химический состав растений с промышленных отвалов железорудных месторождений. Эти растения играют роль квартирьеров, высаживающихся в пустой экологической нише и осваивающих ее для жизни новых видов. Внимание исследователей привлекли отвалы трех месторождений — Полуночного, Есютинского и Магнитогорского. По содержанию макроэлементов это были нормальные растения. Но вот содержанию микроэлементов! Какой-то защитный клапан в формирующейся заново экологической системе работает плохо, и концентрация свинца и других металлов настолько высока, что представляет опасность для животных, питающихся этими растениями. Правда, если за домашних животных мы можем быть спокойны, то дикие (или вольные) представители фауны об опасности и не подозревают. Они едят "свинцовую" траву и друг друга, передавая опасный металл по цепочке от одного вида к другому. Как же передается свинец по пищевой цепи? Это нерешенный научный вопрос. Как вывести свинец из нее? Это — глобальная проблема. И некоторые успехи в ее решении уже есть. Так, внесение в загрязненную свинцом и мышьяком почву азотных минеральных удобрений увеличивает всхожесть.

(Любопытно отметить, что добавка солей свинца, в соответствии с заявкой японских ученых, уменьшает слеживаемость гранулированных азотных удобрений. А высокая слеживаемость — это огромные потери ценного продукта и несоответствие его использования обоснованным нормам. И от одного, и от другого страдают и наши карманы, и наши желудки).

Отмечено и благоприятное действие неорганического фосфора на жизненный цикл "освинцованных" растений. Предложены и специальные "антисвинцовые" препараты. Так, в Японии запатентовано средство для обработки почв, содержащее меркапто-8-триазин. Он связывает свинец и другие тяжелые металлы и выводит их из биологического круговорота. В ФРГ предложено в тех же целях вносить в почву хелатные смолы. И в нашей стране ведутся широкие поиски активных химических средств. Например, на кафедре ботаники Московского лесотехнического института получен ряд составов, включающих азотнокислый торий, пептаоксид ванадия, азотнокислый кобальт и некоторые другие соединения. Эти составы названы адаптогенами. Они помогают растениям "приспособиться" к воз-



действию повышенных концентраций вредных веществ. Адаптогены уже прошли широкую проверку (в частности, во всемирно известном парке усадьбы "Ясная Поляна") и показали свою высокую эффективность. В Свердловской области, в зоне влияния Средне-Уральского медеплавильного завода, выбрасывающего в окружающую среду тяжелые металлы, особенно ясно выявилась их экономическая эффективность. Как сообщил П. Обыденный в интервью корреспонденту газеты "Социалистическая индустрия", при внесении всего 10 – 100 граммов препарата на гектар "только за счет прироста древесины получили 10 рублей 80 копеек на рубль затрат, а ведь без обработки могли бы совсем потерять лес".

Но это, так сказать, общехозяйственные мероприятия. А мы вели разговор о пищевой цепи. Как обстоит дело с более близкими к нам звеньями? И здесь есть кое-что обнадеживающее. Японские ученые сообщили, что введение селенита натрия в рацион японских перепелов "ослабляет токсическое воздействие свинца, приводит к увеличению веса птиц и нормализации функций организма в целом". Правда, не ясно, каково действие этого вещества – выводит ли оно свинец из организма или просто каким-то образом блокирует его вредное воздействие. Это весьма существенно – в первом случае перепелов можно смело использовать в кулинарных целях, а во втором – вы рискуете получить жареного перепела со свинцово-селенитовой начинкой. Конечно, японских перепелов не часто употребляют в пищу другие народы, так что их качество – вопрос региональный. Но то, что именно с пищей человек получает большую (если не большую) долю потребляемого им свинца в любой части света, установлено точно. По данным журнала "Сайенс" (1980 год), в пище современных американцев свинца содержится в среднем около 2 частей на 10 миллионов частей пищи (для сравнения – в еде доисторического человека свинца было в сто раз меньше). Какие же конкретные виды пищи наиболее "приправлены" свинцовыми солями? Выяснилось, что одним из существенных источников поступления свинца являются консервированные продукты. К примеру, содержание свинца в мышцах тунца при сушке и размалывании увеличивается в 400 раз, а после упаковки в запаянные консервные банки – в 4000 раз! Причина этого понятна – при сушке концентрация увеличивается за счет потери влаги, а при упаковке в банки используется припой, содержащий свинец.

Если причины консервирования свинца при обработке тунца достаточно просты, то о том, как собирает рыба свинец в океане, известно мало. А ведь содержание свинца в мышцах свежего тунца – 3 части на 10 миллиардов частей – в 60 раз выше, чем в водах поверхностного слоя Тихого океана, где он обитает. Итак, концент-

рирование свинца в цепочке океанская вода – тунец – консервы из сушеного тунца приводит к возрастанию содержания металла в 240 тысяч раз. И хотя при этом она все же еще не столь высока, чтобы отказывать себе в порции другой вкусной закуски, тем не менее многие исследователи мира рекомендуют не применять при консервировании пищевых продуктов полуду, которая содержит свинец.

Очень важно знать, насколько технология загрязняет продукт. Нужны точки отсчета, с которыми можно сравнивать данные анализов. Такими реперными точками являются: концентрация свинца в океанской воде на глубине более двух тысяч метров (от 6 до 10 частей на триллион частей воды), древесина столетних деревьев (1 – 3 части на миллиард).

Кстати, концентрация свинца в глубинных водах океана – одна из самых низких для всех известных сред. В весовых единицах это 6 – 10 десятиллиардных долей процента. Но если брать абсолютное число атомов, то оно окажется не таким уж малым. В каждом миллилитре глубинной океанской воды содержится ... около 50 миллиардов атомов свинца!

А вот еще несколько фактов под рубрикой "Кулинария и свинец". Эксперты Всемирной организации здравоохранения сообщают, что "молоко, обработанное фабричным путем, содержит значительно больше свинца, чем свежее коровье молоко, которое имеет концентрацию свинца, близкую к женскому молоку". Кроме того, указывается и на другие, гораздо более опасные источники "пищевого" свинца. К ним относятся керамические сосуды, покрытые свинцовой глазурью и ... самогон.

Английские ученые обнаружили еще один источник вредного металла. Из их работы можно сделать вывод, что, если лучшая часть человечества не желает потреблять излишек свинца, она должна отказаться от некоторой части деликатесов. Ведь не от косметики же отказываться! А именно в ней ученые и обнаружили повышенное содержание свинца.

Важность поступления свинца с пищей в организм выяснилась в экспериментах австралийских врачей. Они изучили печальную статистику смертей в городе Перт в западной части континента. Было произведено 85 вскрытий и изучены легочные ткани 48 лиц мужского пола в возрасте до 84 лет и 37 – женского в возрасте до 89 лет. Все умершие не имели никакого контакта со свинцом. Поэтому предполагалось, что концентрация металла в тканях должна быть низкой. Однако результаты исследования показали, что "Перт не отличается по сравниваемым параметрам от других западных районов". Для объяснения этого факта пришлось вспомнить, что пищевые продукты



доставляются в Перт из развитых индустриальных центров, а там свинец буквально носится в воздухе.

Отмеченная деталь (свинцовые частички в воздухе) является столь же специфической и важной в жизни нашего века, как и атомные реакторы, ЭВМ или космические ракеты. Более того, если ЭВМ, постоянно совершенствуясь, благополучно "переберутся" в следующий век и, как предполагают некоторые ученые, даже захватят лидерство во взаимоотношениях со своим создателем — человеком, то о судьбе атомных реакторов, космических ракет и свинцовых аэрозолей, будем надеяться, этого сказать нельзя.

Здесь не место подробным рассуждениям, но по поводу АЭС позволю себе процитировать заметку из "Литературной газеты" от 17.03.1988 г. под характерным названием "После атомной эйфории?", в которой, со ссылкой на журнал "Шпигель", говорится: "... Бразилия не в состоянии финансировать свою атомную программу; на Филиппинах установлен новый, но не пригодный к работе реактор; в Индии, Пакистане и Аргентине множатся аварии и катастрофы на АЭС, парализующие их работу. Повсюду ощущается острая нехватка денег, даже на ремонтные работы. Атомной эйфории прошлых лет ... в странах "третьего мира" настал конец ...". Думается, что не только в странах третьего мира.

Космические ракеты, особенно в связи с наметившимися перспективами по ядерному разоружению и общему сдвигу общественного сознания в области экологического мышления, тоже вряд ли — по крайней мере в нынешнем виде — переберутся в XXI век. А уж свинцовые аэрозоли в воздушном бассейне биосферы исчезнут совершенно. Так что наличие в окружающей среде большого количества аэрозолей свинца такой же "отпечаток пальцев" нашего века, как скребки и рубила — века каменного, амфоры — античных времен.

Что же создает такой "своеобразный" букет запахов атомно-космического века? Думаю, что читатель не удивится, когда узнает, что главными виновниками свинцового загрязнения являются автомобиль и его бензиновые родственники. Исходя из данных крупного ученого-металловеда Е.М. Савицкого и журналиста В.С. Клячко, можно подсчитать, что мировой автомобильный парк выбрасывает ежегодно в атмосферу 10 миллиардов абсолютно смертельных доз свинца или в весовых единицах 250 килотонн металла. Кое-что добавляя разные лодочные моторы, бензопилы, сенокосилки и прочее. Все это "бензиновое семейство" выбрасывает в виде твердых частиц около 70 % алкилсвинца, находящегося в бензине. Свинцовые частички могут быть как самостоятельными, так и осевшими на саже, бензпирене и других твердых канцерогенах. Оставшиеся 30 % улавливаются маслом в картерах двигателей. Но в конечном итоге и эта "уловленная часть" уходит в окружающую среду. Ведь масло (только в США более 2 триллионов литров в год) либо просто сливается, либо сжигается, но результат один — свинец на ветер. Так что общее количество свинца, выбрасываемого в воздух в результате сгорания топлива в двигателях, в 1975 году составляло 301 килотонну, или примерно две — три смертельные дозы на человека в год. Но это средние данные по всему миру. Если же учесть, что уровень автомобилизации Азии и Африки не идет ни в какое сравнение,

например, с США, то реальная цифра выбросов от двигателей внутреннего сгорания для этой страны в 1975 году составила (по данным ООН) 175 килотонн свинца. А это уже не менее пятидесяти смертельных доз на человека в год. Разумеется, приведенные цифры не следует излишне драматизировать. Свинец, выбрасываемый двигателями, рассеивается в окружающей среде, и только ничтожная его часть попадает непосредственно в организм человека. Но и пренебрегать этим, разумеется, нельзя. Опасность свинцового шлейфа автомобиля настолько велика и столь очевидна, что некоторые страны решились на самые радикальные шаги. Вот что сообщил о решении "свинцовой проблемы" в ФРГ соб. корр. газеты "Комсомольская правда" В. Соколов: "С января этого (1988 — Ю.Л.) года топливные концерны ФРГ сняли с производства бензин, содержащий примеси свинца, который остается в отработанных газах и загрязняет окружающую среду.

Два года назад в ФРГ появился бессвинцовый бензин. Для его использования потребовалось внедрение новых видов автомобильных двигателей. Кроме того, повсеместно стала пропагандироваться установка специальных катализаторов для очистки выхлопных газов. Она проводилась с санкции государства и при его дотациях. Владельцы автомобилей с катализаторами освобождались на определенное время от уплаты налога за транспортные средства. Кроме того, бессвинцовый бензин стоит дешевле старых сортов. Теперь практически все виды автомоторов работают на бессвинцовом бензине.

Проведенные западногерманскими учеными анализы уже сейчас показывают, что воздух и придорожные окрестности стали намного чище". Я привел эту обширную цитату, поскольку в ней очень ясно показан комплексный подход к решению проблемы свинцового бензина в индустриально развитой стране. Не везде, к сожалению, подход к проблеме столь радикальный. Но все же в ряде стран принимаются энергичные меры к снижению содержания тетраэтилсвинца в бензине. Так, в США с 1 января 1986 года установлена предельная норма содержания свинца в литре бензина — не более 0,0265 грамма (на 86 % ниже, чем в 1970 году).

В нашей стране согласно ГОСТ 2084-77 наличие свинца во всех марках бензина со Знаком качества, а также в бензине А-72 категорически воспрещено.

В обычных бензинах марки А-76 допускается содержание свинца до 0,17 г/л, в бензинах АИ-93 и АИ-98 — не более 0,37 г/л. С целью предотвращения использования бензина не по назначению и, тем самым, для предупреждения несчастных случаев, этилированный бензин окрашивается: А-76 в желтый цвет, АИ-93 — в оранжево-красный, АИ-98 — в синий.



Конечно, век наш спокойным не назовешь. И все же в каких-то делах даже в наш век нужно "прибавить оборотов". И проблема экологической роли свинца — одно из таких дел. Здесь долг ученых велик. Время торопит. Но спешить нужно, не теряя "ни сердца, ни души". А вот тем, кто выпускает нашего марафонца на дороги обитаемого мира, спешить ни в коем случае нельзя. Пора понять, что пускать свинец в биосферу можно только тогда, когда пути его будут так регулируемы, что ни один атом свинца не окажется "не внушающим ни доверия, ни любви, ни иллюзий". А для этого, конечно, еще многое предстоит узнать, многое сделать. И не за страх, а за совесть. Ведь эта работа не ради того, чтобы выполнить план или быть первым в научном споре, а ради того, чтобы быть.

Однако не слишком ли много науки и цифр было в этой главе? Нельзя ли тему — свинец и жизнь — раскрыть по-другому? Ну что ж, попробуем.

## ...-РИМ-МОСКВА -ЛЕЙПЦИГ-...

(ОПЫТ ВОДОПРОВОДНОГО  
ДЕТЕКТИВА)



Студент:  $\frac{1}{0} = k!$

Доцент: Подозрительное  
соотношение...

(Из студенческого юмора)

Если Вы не специалист, у Вас может и не возникнуть желания поразмышлять на досуге о проблемах, связанных с комплексом "инженерных сооружений, осуществляющих задачи водоснабжения", или, проще говоря, о водопроводе. А здесь есть о чем подумать. Ученые, например, считают, что всякий решивший задачу о построении "тихой" водопроводной сети, не разрывающейся от гула резонансных вибраций при открывании крана, обессмертит свое имя в гидродинамике. Но нас будут интересовать другие задачи водопровода. Они связаны с тем отрезком пути нашего марафонца, когда он служил "по коммунальному" ведомству и был сантехником-профессионалом.

Служба эта продолжалась несколько тысячелетий. И вот теперь свинец вдруг подвергается увольнению. И не просто "в связи с достижением пенсионного возраста" с обычными в таких случаях благодарственными речами и пожеланиями, а увольнению "в связи с несоответствием занимаемой должности". Разумеется, событие это неординарное, оно вызвало массу слухов, мнений. Одни горячо оправдывают нашего героя, другие инкриминируют ему соучастие в тяжелых преступлениях против целых народов и отдельных городов. Возникла типичная коммунально-детективная ситуация, где свинец — главный подозреваемый. Мы же возьмем на себя функции следствия.

Итак, где и когда поступил подозреваемый на службу в качестве



водопроводчика? Вероятно, в одном из древнеегипетских царств. Потом была Эллада. Но все это — пора ученичества, первые шаги в овладении мастерством. И вот, наконец, пришел час профессионального торжества: Древний Рим. Здесь свинец буквально творил чудеса. Он был главным материалом в системе Римского водоснабжения.

На рубеже эпох, в конце I века до новой эры — начале I века новой эры, при императоре Цезаре Августе римские водопроводы давали около 219 ведер воды в сутки на человека. Цифра огромная даже в наше время. Вода распределялась через 1300 водозаборных бассейнов и, кроме того, струи били из 591 художественного фонтана. В I — II веках новой эры, во времена, памятные по жестокому правлению императора Нерона, как свидетельствует старый энциклопедический словарь, "в Риме насчитывалось до 9 акведуков общей длиной в 443 километра с 49500 метрами арок, достигавших высоты 32 метров, и 2400 метрами подземных галерей. Они доставляли около 77 миллионов ведер воды в сутки". Искусство водоснабжения дошло тогда до такой роскоши, что в театрах для освежения зрителей делался искусственный дождь, а точнее роса. В зале Нерона было аналогичное устройство, только к воде примешивались ароматические эссенции. А как надежно работала свинцовая система водоснабжения! В 69 году новой эры во время боев между армиями Авла Вителлия и Флавия Веспасиана, боев, которые решали, кто будет императором, среди безумной ярости враждующих сторон и пламени горящего Капитолия общественный водопровод нормально функционирует. Корнеллий Тацит пишет об этом так: "Город был неузнаваем и безобразен. Бушует битва, падают раненые, а рядом люди моются в банях или пьянствуют..." И если отвлечься от вопросов моральных, то четкая работа службы быта не может не вызвать восхищения.

Здесь необходимо несколько пояснений. Переходя к современным единицам измерения, можно подсчитать, что при Нероне римский водопровод давал около миллиарда литров воды в сутки. А суточная норма воды на человека в Древнем Риме при Августе превышала две с половиной тысячи литров.

Но восторги восторгами, а злодеяние налицо — Рим погиб. Правда, ни рядовые римляне, ни древние ученые и историки никаких претензий по этому поводу к свинцу не предъявляют. Скорее наоборот. Вспомним Тацита — все ужасно, а бани работают. Когда же возникло обвинение? Скорее всего в наше время, спустя более двух тысяч лет после совершенного "преступления". В книге С.И. Венецкого "Рассказы о металлах", вышедшей в 1970 году, мы читаем следующее: "В падении Рима повинно отравление свинцом", — так считают неко-



торые американские ученые-токсикологи. По их мнению, использование оправленной в свинец посуды и свинцовых косметических красок обусловило быстрое вымирание римской аристократии. Из-за систематического отравления малыми дозами свинца средняя продолжительность жизни римских патрициев не превышала 25 лет. Люди низших сословий, согласно этой теории, в меньшей степени подвергались свинцовому отравлению, поскольку они не имели дорогой посуды и не употребляли косметических средств. Но и они пользовались знаменитым водопроводом, "сработанным еще рабами Рима", а трубы его, как известно, были сделаны из свинца. Люди умирали, империя чахла... Что и говорить, печальное зрелище... А вот что писали (в 1978 году) Е.М. Савицкий и В.С. Клячко: "Некоторые историки объясняют упадок Римской империи отравлением свинцом ее элиты. Дело в том, что в домах всех знатных и



богатых римлян были водопроводные трубы из свинца. Употреблялся свинец и для покрытия внутренних поверхностей бронзовой посуды, чтобы не ощущался вкус меди, считавшийся плебейским. В скелетах представителей господствующего класса Древнего Рима действительно обнаружено высокое содержание свинца ... И далее: "... в Древнем Риме постоянное отравление элиты шло в течение жизни нескольких поколений. Ухудшалось здоровье, уменьшались и энергия, и работоспособность, и предприимчивость, и настойчивость. Все это если не могло само по себе вызвать крушение Римской империи, то не могло, безусловно, и не способствовать его ускорению". Но, хотя авторы обеих цитат ссылаются на точку зрения "ученых-токсикологов" и "историков", кое с чем здесь трудно согласиться.

Не нужно думать, что древние были настолько наивны, что вовсе не подозревали об опасности свинца. Еще Витрувий в начале I века новой эры в своем труде "Десять книг об архитектуре" писал: "... раз то, что из свинца образуется, вредно, несомненно, что и сам он нездоров". И.Л.-Б. Альберти утверждал, что трубы ... свинцовые, по свидетельству врачей, производят болезни внутренних органов.

Что же касается уменьшения предприимчивости и настойчивости, то можно указать на примеры технических решений самого свинцового водопровода, которые не согласуются с такой точкой зрения. Именно при строительстве свинцовых водопроводов возникли первые идеи о стандартизации. Трубы, которые из-за особенностей изготовления (лист сгибали, и оба края спаивались) имели в сечении грушевидную форму, должны были соответствовать определенному поперечному сечению. Витрувий, в упомянутом сочинении подробно описывая устройство водопровода, перечисляет 9 стандартных размеров труб — от стодюймовых до пятидюймовых (по ширине листа-заготовки). Наличие стандарта, конечно же, упростило расчет и проектирование водопроводной сети. Инженерная мысль римлян знала и сифон, и водоотстойник, и воздушный клапан, и напорную башню ...

Значит ли все это, что я отрицаю возможность влияния свинцового токсикоза, вызванного водопроводом, на ход исторического развития и упадок Римской империи? Если это так, то мне следовало бы признать "несущественными" в истории бури и землетрясения, наводнения и засухи, эпидемии и голод. Какой здравомыслящий человек согласится с этим? Но что касается личной ответственности свинца в гибели Рима, то, по моему мнению, она сильно преувеличена. И не развитие водопровода погубило Рим, а падение Рима погубило водопровод. Во всяком случае столь величественного и совершенного инженерного сооружения вплоть до Нового времени больше не появилось нигде.

Тем не менее История любит неожиданные ходы, а иногда и "перепроверяет" ход событий, как бы моделирует его. И в XVII — XVIII вв. она повторила "эпюду" на тему "Элита и свинцовые трубы". На сей раз события разыгрались на Руси.

В 1631 году английский мастер Христофор Галовой по поручению царя Михаила Федоровича Романова начинает строить водопровод в Кремле. Хозяйство кремлевское стало большим, одних лошадей в царской конюшне около 140, а возить воду бочками, как это делалось раньше, стало и хлопотно, и накладно.

Вот как выглядела система кремлевского водопровода. Из Москвы-реки (там, где в нее впадала Неглинка) вода самотеком попадала в колодец под Свибловой башней (позже названной Водовзводной) около 4 метров в диаметре и 5 — 6 метров в глубину. Отсюда с помощью водовзводной машины, приводимой в движение лошадьми, по свинцовым трубам поднималась вода на верх башни. Дальше строитель "Из башни тое воду привел на Государев на Сытный и Кормовой дворы в поварни". Все службы Кремля были обеспечены водой. "В зданиях находились водоемы, водовзводные лари, выложенные свинцом и опаянные английским оловом". Вся система имела производительность около 4000 ведер (примерно 50 кубических метров) в сутки. Это, конечно, не римские масштабы, но для кремлевских нужд хватало. И так все было толково сделано, что никаких гидравлических ударов (а следовательно, и аварий) в системе не было. Технически водопровод был весьма совершенен. Крупный специалист по водоснабжению профессор Н.И. Фальковский, из работ которого и взяты сведения о кремлевском водопроводе, говорит об этом следующее: "Так как давление воды в трубах доходило до 3 — 4 атмосфер, то деревянные сверленные трубы здесь были неприемлемы ... При указанном выше расходе достаточно было иметь трубы диаметром не более 50 — 63 миллиметров. Учитывая также имевшееся давление, нужно признать применение свинцовых труб рациональным во всех отношениях". Но здесь, на основании его же собственных данных, правда, с другой, "химико-медицинской" точки зрения Н.И. Фальковскому возражает Л.Г. Бондарев. В статье "Бессильная вода", опубликованной в журнале "Химия и жизнь", он пишет: "Итак, в течение почти ста лет — с 1633 по 1737 год — царский дворец снабжался "свинцовой водой". В самом деле, вода эта длительное время находилась в контакте со свинцом: она последовательно и с остановками проходила через резервуар на верхнем ярусе Водовзводной башни, водовзводную палату и ларь. Особенно много ядовитого свинца накапливалось в воде за ночь — после неподвижного стояния в свинцовых резервуарах и трубах. Приблизительный подсчет пока-



зывает, что в ней должно было содержаться до 12 миллиграммов свинца на литр. Это поистине устрашающая концентрация ...". В результате этого, по мнению Л.Г. Бондарева, поколения русских царей страдали от сатурнизма – свинцового отравления. Ну что же, точка зрения вполне традиционная.

Когда космическому аппарату "Вояджер-1" удалось сфотографировать кольца Сатурна под углами, недоступными для наблюдений с Земли, ученые увидели удивительные вещи. Привычные светлые полосы стали темными, и наоборот. Каковы же они на самом деле? Это бессмысленный вопрос. В зависимости от точки зрения меняется картина, видимая наблюдателю. Вот и мне хочется взглянуть на некоторые события и лица, характер и поведение которых Л.Г. Бондарев приводит для доказательства своей гипотезы, с несколько иной точки зрения.

Вот что пишет, например, Л.Г. Бондарев об Алексее Михайловиче Романове, сыне основателя династии Романовых: "По отзыву современника, царь был "гораздо тихий, не умел и не думал работать". "Мне, грешному, здешняя честь аки прах", – вот его самохарактеристика. Вялая, пассивно-созерцательная, неспособная к творческой деятельности и решительным поступкам натура. Не будет ли правильным предположить, что его прозвище "Тишайший" имело под собой, так сказать, медицинское основание?"

Прежде всего о "вялом" темпераменте. Есть другие мнения о натуре царя. Так, Л. Ельницкий считает, что "Алексей Михайлович от природы был очень живым и впечатлительным, но страдал вспыльчивостью, терял самообладание, давая излишнюю волю рукам и языку". Да и неспособность к творческой деятельности, постулированная Л.Г. Бондаревым, не бесспорна. О царствовании "Тишайшего" в Большой Советской Энциклопедии читаем: "... в царствование Алексея Михайловича начался переход к абсолютизму, что выразилось в росте государственного аппарата и усилении его централизации, падении роли Боярской думы и земских соборов в государственном управлении, проведении церковной реформы, ослабившей влияние церкви на государственные дела, в создании Тайного приказа, контролировавшего все центральные учреждения государства, руководимого самим царем".

Добавлю, что, кроме этого, Алексей Михайлович завел почту, устроил при дворе театр и оркестр, издавал рукописную газету. За время царствования Алексей Михайлович подавил восстание Степана Разина, медный и соляной бунты, отвоевал у поляков Черниговскую и Смоленскую области, присоединил Украину, основал город Пензу и построил Коломенский дворец. Л.Г. Бондарев приводит самохарактеристику Алексея Михайловича. И она действительно

характеризует царя как ... хорошего тактика, тонкого психолога и, конечно же, большого лицемера. Как только речь действительно зашла о его чести, о единоличном праве на титул "великого государя", он сумел поставить на место патриарха Никона, честолюбивые действия которого вызвали церковный раскол. Никон – сильный противник. Но торжествовал "Тишайший".

Еще одна фигура, столь заметная в нашей истории, что аргументы, связанные с ней, имеют особую ценность. Я имею в виду Петра Алексеевича Романова, младшего сына царя "Тишайшего", известного под именем императора Петра Великого. О нем Л.Г. Бондарев сообщает следующее: "Петр I, так непохожий на своих братьев, избежал отравления: детство и отрочество он провел не во дворе, а в подмосковных селах со своим потешным войском. Да и позднее он мало бывал в Кремле ...". В этой краткой справке есть несколько неточностей. И родился Петр под гром кремлевских пушек в мае 1672 года, и детство провел именно в Кремле, в специальных хоромах, где он жил вместе с матерью. Даже после начала правления Софьи "Петр со своей матерью остался жить в Кремле, время от времени уезжая в подмосковные села – Воробьево, Коломенское, Преображенское". А "свинцовую" воду он не просто пил, но и купался в ней.

В 1681 году старший брат Петра, царь Федор Алексеевич, построил в Кремле пруд. Это было, согласно описанию историка М.П. Фабрициуса, водоем, "выложенный свинцовыми плитами, в который проведена была вода из Водовзводной кремлевской башни. Этот пруд весьма замечателен. Петр в детстве здесь плавал в потешных карбусах и шнавах и, без всякого сомнения, здесь зародилась у великого монарха любовь к мореплаванию и кораблестроению". Видите: именно в свинцовом пруду, а не на реке Яузе начал формироваться будущий строитель Российского флота. И в подмосковных селах "бессильная вода" входила в рацион маленького царевича. В Коломенском, где под знаменитыми дубами 6-летний Петр, по преданию, учился грамоте, был напорный водопровод. Об этом свидетельствует тот же Н.И. Фальковский. Так неужели такое тесное "общение" со свинцом не оставило следов в характере Петра? Л. Ельницкий, упомянув, по традиции, о богатырской силе царя, далее пишет: "... В то же время уже с детства носил в себе черты вырождения и неуравновешенности".

А вот еще более резкая характеристика Петра I. Ее автор – известный русский советский писатель Б. Пильняк: "Человек ненормальный ... страдавший припадками тоски и буйства, своими руками задушивший сына ... Тело было огромным, нечистым, очень потливым, нескладным, сосолапым, тонконогим, проеденным ал-



коголем, табаком ...” И это “так не похожий на своих братьев” сын “Тишайшего”? Кстати, у Алексея Михайловича, кроме сыновей, были и дочери. И они, так же как Федор и Иван, получали “опасные дозы свинца”, начиная с младенчества. Но по крайней мере одна из них — царевна Софья — никаких признаков сатурнизма не обнаруживает. “Была образованна, честолюбива, энергична”. И это можно подтвердить фактами. При Софье была основана знаменитая славяно-греко-латинская академия, в Кремле устроен “висячий сад” на манер садов Семирамиды (кстати, на изготовление поддона кремлевского сада пошло 639 пудов свинца), а с Польшей заключен “Вечный мир”. Неважно, что, как оказалось, ненадолго, важно, что задумывался как мир не только для себя, но и для потомков. Прозорливость, свидетельствующая о глубине и ясности ума. И можно ли после этого крымские походы считать “сатурническим помутнением” этой не по-женски самостоятельной и целеустремленной государыни?

Сравнивая приведенные точки зрения, можно увидеть, что одно и то же лицо может одному показаться “вялым”, “пассивно-созерцательным”, а другому “живым” и “вспыльчивым”. Алексей Толстой считал царя Петра олицетворением энергии и ума, а Б. Пильняк видел в нем деспота и маньяка. Мнения, как видим, противоречивые. А ведь знание истинного характера человека говорит о многом. Особенно в сочетании с современными аналитическими средствами.

Вот, к примеру, царь Федор Иоанович. “Любя уединение” и ведя “тишайший” образ жизни, он предоставил правление Борису Годунову еще в те времена, когда в подземелье Угловой (Арсенальной) башни бил мощный родник, отличавшийся “водой чистой, прозрачной, без всякого запаха”, и ни о каком свинцовом водопроводе и речи не было. Но здесь тип характера известен точно, а патология по-

## ГЕРАКЛИТ И КРИМИНАЛИ- СТИКА



“В одну и ту же реку нельзя войти дважды”, — сказал знаменитый древнегреческий диалектик Гераклит. Истина эта, как и всякая глубокая истина, раскрывается опытом поколений. Причем раскрывается иногда на неожиданных примерах.

Расследуется дело об убийстве. Роковой выстрел произведен из охотничьего дробовика. (Дробовик — оружие серьезное. И не только перепелка и утка становятся его жертвами). Подозрения пали на нескольких лиц, владеющих оружием, из которого мог быть произведен смер-

ведения вполне подтверждается современной наукой. И Федор Иоанович, и брат его Иоанн действительно страдали от свинцового отравления. Это засвидетельствовано таким серьезным источником, как “Журнал Судебно-медицинской экспертизы”. Эксперты В.И. Прозоровский и В.М. Колосова с помощью спектрального анализа установили, что “значительное количество свинца, обнаруженное во всех слоях компактного и губчатого вещества ребер, молодой возраст, отсутствие свинца в других объектах, изъятых из гробницы, может быть объяснено только значительной, возможно, хронической формой отравления свинцом или каким-либо его соединением”. Откуда появился свинец в палатах царя Федора — это тема отдельная. Здесь же важно подчеркнуть, что точные данные — основа для корректных выводов.

Рассмотрим с этой точки зрения гипотезу Л.Г. Бондарева. Он приводит цифру — 12 миллиграммов свинца в литре воды кремлевского водопровода. Автор считает ее “приблизительной”. Но насколько? Попробуем это оценить. Химических анализов воды из Москвы-реки и Неглинки трехсотлетней давности нет. А поскольку не известны ни ее жесткость, ни содержание кислорода, ни кислотность, то и рассчитать растворимость свинца в воде также нельзя. Так что оценивать будем по принципу доказательства “от противного”. Положим сначала, что Л.Г. Бондарев прав, и в 1 литре воды Кремлевского водопровода действительно содержалось 12 миллиграммов свинца в виде растворимых солей. Известно, что потребность в воде для взрослого человека составляет около 1,2 литра в сутки. В соответствии с этим каждый житель Кремля должен был потреблять 14,4 миллиграмма растворенного свинца в день (а те, кто работал физически, — колол дрова, ходил за лошадьми, —

тельный выстрел. У всех подозреваемых обнаружена дробь, идентичная той, которая была найдена в теле жертвы. Да и чем она может отличаться? Ведь изготовлена дробь из свинца определенной марки на государственном предприятии по стандартной технологии. Следовательно, это стандартная дробь. Но именно здесь и нашлась разгадка преступления. Именно стандартность дроби позволила изобличить преступника. Ведь стандарт позволяет иметь в металле примеси, правда, в количествах, не превышающих нормативов. Примесей всегда

меньше, но насколько — это зависит от многих обстоятельств: конкретного состава сырья и шихты в данной плавке, длительности и теплового режима обработки, последующих процессов рафинирования и многочисленных других причин. Как нельзя дважды войти в одну и ту же реку, так нельзя дважды получить плавку с абсолютно идентичным количеством примесей — меди, цинка, серебра, висмута и других металлов. А осознав эту мысль, становится делом простой техники (экспериментально, правда, совсем не простой) определить принадлежность



раза в полтора больше). К чему привело бы такое самоотравление? Вспомним данные Б.А. Атчбарова. Через несколько недель, максимум месяцев, после начала такого потребления воды у всех кремлевских жителей (а у холопов в первую очередь) должно было наступить тяжелое отравление. Что же касается других симптомов, таких, как функциональные сдвиги высшей нервной деятельности, то они возникают при концентрации свинца чуть ли не на два порядка ниже, чем оценка Л.Г. Бондарева.

Но пусть у читателя не сложится мнение, будто я считаю кремлевский свинцовый водопровод абсолютно безопасным, а предположение Л.Г. Бондарева безосновательным. Отнюдь нет. Обвиняемый — свинец — далеко не невинный "агнец божий" и при выполнении своих прямых обязанностей водопроводчика допускал преступную халатность, которая приводила к несчастьям. Мы расходимся только в оценке конкретных исторических событий и личностей, конкретных деталей и фактов вполне возможного свинцового отравления. Мне лично кажется, что типичным случаем острого свинцового отравления является смерть первого царя из рода Романовых — Михаила. Вот как описывает это событие историк: "Михаил Федорович умер в Кремле 12 июля 1645 года. В последнее время перед смертью состояние его здоровья очень пошатнулось... в день своих именин царь у заутрени заболел. В церкви с ним сделался припадок, и его должны были нести уже в царские хоромы. К вечеру болезнь усилилась, он начал стонать, жалуясь, что внутренности его терзаются... в начале третьего часа ночи скончался". В подтверждение своего предположения могу сказать, что именно Михаил должен был особенно пострадать от нововведения — водопровода 1633 года. Ведь в первое время влияние свинца было особенно

роковой дробы к той или иной партии и, следовательно, помочь разоблачить преступника. Техническая суть определения состоит в том, что дробинку сжигают в пламени электрической дуги и наблюдают изменения в спектре, вызванные наличием примесей. По положению линий поглощения узнают, какая примесь сигнализирует о своем присутствии, а по интенсивности — о количестве этой примеси. Метод весьма точен и позволяет легко ориентироваться в изменениях даже тех весьма малых количеств примесей, которые разрешено иметь по стандарту. И еще о пользе философии. То же высказывание Гераклита

передают и по-иному — все течет, все меняется. А следовательно, тайное, скрываемое преступником, обязательно станет явным. Или, как писал по этому поводу журнал "Квант", "... Любое преступление может быть раскрыто. Невидимые следы остаются всегда, и современная наука научилась с достаточной полнотой их читать".



велико — и трубы, и лари были новыми, не покрытыми слоем отложений, предотвращавших позднее растворение металла. Именно Михаил и должен был стать "хроником", и описание смерти царя согласуется с таким предположением. Царь страдал припадками, как мы помним, характерными именно для хронических отравлений свинцом. А свинцовая колика, "терзающая" внутренности, завершает картину интоксикации. Сравните картину, нарисованную историками, с клинической картиной свинцового отравления по Гельману. Болезнь "развивается обычно внезапно и бурно. Появляются боли в животе (в подложечной области), во всем животе или преимущественно в правом предреберьи. Больной мечется, прижимает руки или тяжелые предметы к животу (от давления боли уменьшаются), стонет, не может найти успокоения..." Совпадение описания болезни историком и медиком поразительно!

Другой, столь же для меня очевидный случай свинцового отравления связан с царем Федором Алексеевичем, который устроил свинцовый пруд для детских игр Петра I. Он, по всей видимости, значительно ускорил свою кончину, когда в 1681 году велел Ивану Ерохову во втором этаже теремного дворца устроить царскую мыльню, а в ней "пол и стены до лавок настлат свинцовыми досками и доски лить и оловом спаять". Горячая вода, слизывая соли свинца, стекала по распаренному телу... Царь умер в 1682 году.

Еще несколько слов об Алексее Михайловиче, царе "Тишайшем". Некоторые косвенные соображения, как будто, подтверждают предположение Л.Г. Бондарева о влиянии на него кремлевской "бесильной воды". Дело в том, что именно после длительной отлучки из Кремля, во время польского похода, царь приобрел ту силу воли, которая позволила ему вступить в борьбу с патриархом Никоном. Но только ли отсутствие свинца изменило характер царя? Есть и другие точки зрения. М.П. Фабрициус считает: "Военная деятельность в походах и полная самостоятельность во главе войска развили царя, дали самостоятельность его характеру и привычку повелевать". Впрочем, как мы уже убедились, если не фактов, то уж различных мнений у историков хватает.

А что говорит нам "свинцовая гипотеза" о поведении Никона? Согласуется ли она с фактами? Конечно! (Это еще одна особенность исторических реконструкций: в них всегда так много "свободных ячеек" самой разнообразной формы, что, как правило, все известные факты находят себе место по вкусу).

Итак, Никон, занимавший место царя в Кремле, в то время отсутствующего, и пивший "свинцовую воду", наоборот, как будто лишился своей твердости и целеустремленности, что привело к историческому поступку — отказу от патриаршества: Уехав из Москвы, Никон, как это можно предположить, исходя из гипотезы Л.Г. Бон-



дарева, быстро оправился на "живой воде", не загрязненной свинцом, и снова активно включился в борьбу за власть. Но Алексей Михайлович уже не тот безвольный и слабый человек, которым "крутил" когда-то Никон. В чем дело? Исходя из "свинцовой гипотезы", можно предположить, что царя спасло его разумное отношение к еде. Никаких излишеств, скорее аскетизм. Обычный обед: ржаной хлеб, немного вина, овсяная брага или легкое пиво с коричневым маслом, а иногда и только коричневая вода. А во время постов (не редких!) обедал и вовсе 3 раза в неделю — в четверг, субботу и воскресенье. А в остальные дни, по свидетельству историка, "кушал по куску черного хлеба с солью, по соленому грибу или огурцу и пил по стакану полпива". При таком рационе поступление свинца в организм ничтожно.

Но не только хроника царской жизни раскрывает перед учеными тайны, о которых и не догадывались те, кто эту хронику писал. Очень ценной является и ветеринарная информация. Может быть, она и сохранилась в летописях. Если специалисты-историки ее обнаружат, то они смогут более определенно судить о масштабах свинцового отравления жителей Кремля. Дело в том, что чувствительным "биоиндикатором" на свинец являются лошади. И если бы нашлись данные об их возрасте, численности, смертности в кремлевских конюшнях за 1580 — 1780 годы, гипотезу свинцовой интоксикации можно было бы подвергнуть серьезной проверке.

Как видим, и "модельный эксперимент", поставленный историей на Руси, не дал ясного ответа на вопрос, виновен ли (и если да, то в какой степени) свинец в гибели Древнего Рима. Жаль, что история, ставя эксперименты, не смогла провести их чисто: наличие водопровода в провинциях Римской империи затрудняло и запутывало выяснение истинной роли свинца в собственно римских событиях, да и кремлевский водопровод окружен смутной информацией о том, что свинцовые трубы с той же целью использовались и в Новгороде Великом, и в некоторых монастырях задолго до 1633 года.

Но почему же именно свинец столь долгое время применялся для водопроводных труб? Ответ прост. Он работал там, где никакой другой материал нельзя было применить. Деревянные и глиняные трубы были хороши для самотечных, малонапорных водопроводов. А чугуна и бетона еще не было. Типичный дефицит сырья. Но всякий дефицит — явление временное и обратимое. Было дефицитом — стало достаточным ассортиментом, и наоборот. Просматривая Генеральный каталог Государственной библиотеки СССР им. В.И. Ленина, в рубрике "Водопроводные трубы" я обнаружил литературу о чугунных, бетонных, полиэтиленовых, стеклянных трубах, но ни одной карточки со ссылкой на книгу о трубах свинцовых. И это понятно.

Ведь со времен кремлевского водопровода прошли столетия, и появились новые материалы для труб. Уже на знаменитом Московском Мытищинском водопроводе из свинца делали только малые трубы диаметром не более одного дюйма. Позже свинцу пришлось довольствоваться еще более скромным положением в "сантехнической иерархии" — им заделывали стыки чугунных труб. Но как бы ни была скромна роль, свинец относился к ней со всей ответственностью. Рассказывают, что одна из ниток Бакинского водопровода, сооруженная еще в начале века с использованием свинцовой разделки, до сих пор верой и правдой служит людям. А вот более поздние сооружения, уже без свинца, приходилось и приходится ремонтировать — текут.

Так бы и ушел на покой свинец-водопроводчик, провожаемый ласково-снисходительными взглядами молодых сантехников-экономистов, если бы не жаркое лето 1930 года, не лейпцигская катастрофа.

В Лейпциге, так же, как и в Берлине, был свинцовый водопровод, долгие годы удовлетворявший потребности жителей. Но летом 1930 года в городе было зафиксировано столько отравлений свинцом, что возник термин "свинцовая эпидемия". Максимальная концентрация свинца, зарегистрированная химиками-аналитиками в водопроводной воде, достигла 1,5 частей на миллион. Среднемесячная концентрация составляла 0,7 частей на миллион, а среднегодовая 0,4. (Вспомним, что, по расчетам Л.Г. Бондарева, в кремлевском водопроводе эта концентрация якобы достигала 12 частей на миллион). Отравление получили 250 человек и более 800 человек выявлено "носителями" свинца. Больных, разумеется, госпитализировали, водопровод отладили, но след в памяти медиков и в медицинской литературе об "эпидемии" остался глубокий. Однако этот случай свидетельствует не о коварстве нашего героя, а скорее о нашей беспечности. За свинцовым водопроводом, конечно же, нужен контроль. Нужно, как это хорошо теперь известно, регулировать жесткость воды и содержание в ней кислорода. Для труб опасна очень мягкая, кислая и деаэрированная вода. Но такая вода и для питья малоприспособна. Так что, если внимательно следить за качеством воды, то "свинцовые водопроводы становятся безвредными для потребителей, и в протекающей воде нет свинца". Этим словам Д.И. Менделеева вторит и автор книги "Мир металла", вышедшей в 1977 году в Лейпциге: "... совершенно необоснованы страхи по поводу использования свинцовых труб в городской водопроводной сети".

Вывод: вовсе не по причине своей ядовитости оставил свинец карьеру водопроводчика. Тяжеловат он стал для нее в наше время,



да и дорог... Но, как считается, профилактика всегда эффективнее, чем лечение. И если нет потенциального источника отравления, то не появится и реальный. Учитывая к тому же хлопотность обеспечения нормальной работы свинцового водопровода, применение свинцовых труб в СССР сейчас строго запрещено. Наш герой не только де-факто, но и де-юре отстранен от работы водопроводчика. И если даже в наше время трудно обеспечить правильную эксплуатацию свинцового водопровода, то что уж говорить о Древнем Риме или царском подворье XVII века! Отсутствие знаний об условиях безопасной эксплуатации свинцовых труб и привело к возникновению "коммунально-детективной ситуации", расследованию которой посвящена эта глава.

Теперь следствие закончено, мнения высказаны, и решай, читатель, сам — виновен ли свинец в душегубстве с применением технических средств — водопровода или нет?...

Каково бы ни было это решение, вряд ли можно сомневаться в том, что "подозрительное соотношение" между свинцом и техническим прогрессом послужило на пользу последнего. Ведь именно "подозрительные" соотношения и являются часто теми источниками, откуда мысль черпает "безумные" идеи. А они в худшем случае "что соль во щах, что масло в каше" для любой толковой теории, а в лучшем — становятся основой научных революций. Подтверждение тому — огромное поле современного сотрудничества свинца и НТР.

## ВТОРОЕ ДЫХАНИЕ МАРАФОНЦА



"Мозг есть не орган мышления, а орган выживания, как клыки или когти. Он устроен таким образом, чтобы заставить нас принимать за истину то, что является только выгодой. И тот, кто логически доводит мысль до конца, совершенно не заботясь о последствиях, должен обладать исключительной, почти патологической конституцией. Из таких людей выходят мученики, апостолы или ученые и большинство из них кончает жизнь на костре или на стуле — электрическом или академическом".

А. Сент-Дьердьи, биофизик и поэт

Нарушим обычай, принятый в этой книге, и разберемся со смыслом эпиграфа в начале, а не в конце главы.

Точка зрения Сент-Дьердьи, Нобелевского лауреата и иностранного члена АН СССР, на первый взгляд далека от традиционной. Но учение о мозге развивается сегодня столь стремительно, что верность традиции здесь скорее исключение, чем норма научного мышления. Идет широкая дискуссия. Кстати, и свинец может "сказать" в ней свое слово. Судите сами. Если принять концентрацию свинца в мозге барана за единицу, то получится такой ряд: баран (1) — бык (0,69) — лошадь (0,55) — человек (0,12). Но вот как разместились бы члены этого ряда на шкале выживаемости? Это вопрос для биологов. Здесь же хотелось бы подчеркнуть еще один момент высказывания Сент-Дьердьи. Он говорит о стремлении к выгоде.



Ни в коей мере не абсолютизируя это стремление, в этой главе мы рассмотрим большей частью выгоды, которые принес свинец современной цивилизации. О бедах сказано достаточно в главах предыдущих.

Итак, тысячелетний марафон позади... То ускоряясь, то замедляясь, бежал наш герой по извилистым тропам вслед за колесницей, которой правит История. И не просто бежал, а постоянно выполнял разные поручения управительницы колесницы, чаще даже капризы — краска для бровей и тому подобные мелочи. За восемьдесят веков такая "деятельность" может порядком утомить... Так не пора ли подумать об отдыхе где-нибудь в стенах солидных университетов, в несуетливых научных лабораториях? В конце концов от такой беготни может и "сердце" (атомное ядро) не выдержать (со всеми вытекающими печальными последствиями). Впрочем, последнее свинцу не грозит — он бессмертен. Это последний "вечный" элемент в Периодической таблице Менделеева. Следующий за ним висмут уже не несет в себе бессмертной души бывшего олимпийского бога. Может быть, именно "олимпийское" происхождение и обеспечило свинцу так называемый магический атомный номер 82? Изотоп  $^{208}\text{Pb}$  и вовсе дважды магический — число нейтронов в его ядре равно 126, что, по современным представлениям, тоже является магическим числом. Эти числа называются магическими потому, что они обеспечивают полное заполнение внутриядерных оболочек. А это придает ядру особую устойчивость.

Очевидно, что рано или поздно роль эдакого "порученца" при историческом процессе должна была смертельно наскучить нашему герою. То, что в конце концов действительно произошло, известно нам из предыдущих глав. Но хотя "результат игры" известен, здесь, как и в футболе, все-таки интересно узнать, когда и как отличился любимый "игрок".

Для внешнего наблюдателя этот момент наступил в 1746 году, когда свинец, почувствовав второе дыхание, бросился в гущу жизни. Первая крупная работа, на которой ему удалось проявить себя в Новое время, связана с химическим производством.

К концу XVIII века химическая технология достигла значительных масштабов и потребляла большое число разнообразных реагентов. Одним из основных уже в то время была серная кислота. Вот что говорит об областях применения серной кислоты Г. Фестер в своей книге "История химической техники": "Наибольшие количества серной кислоты потребляли содовое производство и текстильная промышленность для получения хлора, отбели и подкисления после щелочной отбели, а также для растворения индиго". Серную кислоту использовали для получения солей железа, меди и цинка и производства соляной и азотной кислот. Купоросное масло (так называли

серную кислоту) производилось в стеклянных бутылках путем сжигания серы и селитры. Процесс был очень трудоемкий. Но причем здесь свинец? Какова его роль? Оказывается, немалая. Крупный современный ученый-металлург М. Беккерт говорит, что свинец "существенное значение в технике приобрел только с развитием производства серной кислоты". А случилось это в 1746 году, когда Ребук и Гарбетт предложили вместо стеклянных бутылей использовать свинцовые камеры.

Заметим, что "второе дыхание" открылось у свинца во времена, когда такие (в современном понимании "деятельные") элементы, как кислород, азот, фтор, натрий, магний, алюминий, кремний, хлор, калий, титан, ванадий, хром, марганец, никель, кадмий, иод, вольфрам и многие другие, даже не были известны человеку.

Кстати, хром был открыт в 1797 году французским химиком Л. Вокленом в "сибирском красном свинце", или крокоите, который представляет собой свинцовую соль хромовой кислоты, а ванадий — в 1801 году мексиканцем А.М. дель Рио в свинцовой руде. Правда, сам он в это не поверил и от открытия отказался. Фтор же пытались получить из фторидов серебра и свинца английские химики братья Ноке. Увы! — опыты окончились трагически: Томас погиб, а Георг стал инвалидом. Что касается калия, то только современный способ получения его электролизом с жидким свинцовым катодом сделал калий технологически доступным.

Так что в те времена, когда все перечисленные элементы еще существовали как "вещи в себе", без свинца уже не могли обойтись при изготовлении промышленного оборудования. Такое оборудование довольно быстро заняло важнейшее место в сернокислотном производстве, поскольку из свинца можно было делать камеры сравнительно больших размеров без опасения коррозионных разрушений. Свинец годами прекрасно выдерживал те условия, в которых остальные металлы (за исключением благородных) быстро выходили из строя. Секрет успеха прост — на поверхности металлического свинца образуется плотная пленка сульфатов, которые и предохраняют аппаратуру от дальнейшего разрушения. А аппаратуру в XVIII веке ценили. О ней заботились, ее уважали, ее украшали... Как сообщает тот же Г. Фестер, "в 1772 году в Беттерси близ Лондона был основан завод, в котором имелось 72 [свинцовых] камеры цилиндрической формы, закрывавшиеся дверцами из красного дерева".

Итак, свинец активно включился в работу. На рубеже XIX — XX веков мировое производство свинца значительно возрастает.

В разных изделиях расходились по миру свинцовые тонны. Среди многих прочих любопытно отметить одно. В газете "Московские ведомости" от 1 марта 1893 года мне попалось такое объявление:



"Торговая фабрика пробок, капсулей, смолки, чайного свинца, олова и plomb П.Т. Фирсова переведена в Средние Ряды, против собора Василия Блаженного, по Москворецкой улице, № 26. Прейскуранты по требованию высылаются немедленно". Ясно, что требовать "прейскуранты" теперь неоткуда, но мне все-таки удалось выяснить, что же такое этот "чайный свинец", который изготавливали почти под кремлевскими стенами в конце прошлого века. Оказалось — сплав 86,5 % свинца, 12,5 % цинка и 1 % меди, который в виде тонких листов использовался для обивки ящиков из-под чая. Разумеется, "чаевничала" только небольшая доля свинца из 864 тысяч тонн, производившихся ежегодно в мире на рубеже столетия. А XX век принес свинцу столь много дел, что для их осуществления потребовались уже миллионы тонн металла.

В каких же областях современной жизни свинец применил свои таланты? Прежде чем ответить на этот вопрос, хотелось бы отметить знаменательный факт — практически все они связаны с новейшими открытиями в науке, с достижениями научно-технического прогресса. Поэтому рассказы о каждой новой работе нашего героя будут начинаться с изложения сути открытия, послужившего базой для этой работы.

Прежде всего — это открытие рентгеновских лучей и радиоактивности. В 1895 году В.К. Рентген обнаружил, что, "если пропускать разряды довольно большой катушки Румкорфа через достаточно разреженную трубку Гитторфа, Ленарда, Крукса ..., то в совершенно темной комнате можно видеть, что бумажный экран, покрытый платиновосинеродистым барием и помещенный вблизи трубки, ярко светится, флуоресцирует ...". В следующем 1896 году А.А. Беккерель, экспериментируя с солями урана, открыл их способность самопроизвольно испускать невидимые лучи, засвечивающие фотопластинку. Как показал позже Э. Резерфорд, источником энергии лучей Беккереля являются распад ядер тяжелых элементов и превращение одних ядер в другие.

Глубоко символично, кстати, то, что в решающих экспериментах Резерфорда и Содди, показавших возможность превращения элементов, свинец сыграл свою роль. В опытах Резерфорда и Содди радиоактивное вещество помещалось в свинцовый сосуд, образованная эманация проходила через слой раскаленного до красного каления хромовокислого свинца (с его помощью пытались окислить эманацию), а активность эманации измерялась с помощью особого прибора, питавшегося от свинцовых аккумуляторов.

Благодаря открытиям Рентгена, Беккереля и Резерфорда область известного электромагнитного излучения чрезвычайно расширилась. Кроме радиоволн, инфракрасных, видимых и ультрафиоле-

товых лучей, стали известны рентгеновское и  $\gamma$ -излучения. Рентгеновские лучи быстро вошли в медицинскую и научную практику, о  $\gamma$ -излучении заговорили в военных штабах. Радиоактивность и  $\gamma$ -излучение стали зловещими символами XX века.

... Американская пустыня в штате Нью-Мексико. Полигон в Аламогордо. 16 июля 1945 года здесь впервые вознесся над Землей трагический ядерный "гриб" ...

Но военное производство — не единственная область использования ядерной энергии. Гораздо более перспективным, как можно надеяться, является применение мирного атома. Атомные электростанции (АЭС) вырабатывают все больше энергии, помогая преодолеть энергетический кризис. Как же свинец помогает работе АЭС? Кроме защиты от излучения, о чем речь пойдет впереди, свинец нашел себе работу в "сердце" атомного реактора, в урановых тепловыделяющих блоках. Дело в том, что, хотя блоки и называются урановыми, в их состав входят и многие другие элементы. С чем это связано? Вот что говорят по этому поводу М.А. Филянд и Е.И. Семенова: "Металлический уран, применяемый в ядерных реакторах в качестве тепловыделяющего элемента, обладает рядом эксплуатационных недостатков, к числу которых относятся небольшая прочность, низкая коррозионная стойкость и нестабильность формы и размеров урановых блоков. Применение сплавов на основе урана позволяет устранить эти недостатки". К числу важнейших сплавов урана для реакторостроения относятся и сплавы высокообогащенного урана со свинцом и висмутом.

Еще один сплав свинца — на этот раз с изотопом полония-210 — работает как тепловой источник на борту искусственных спутников Земли. Свинец здесь необходим потому, что чистый изотоп полония плавится от собственного тепловыделения. В сплаве же со свинцом он остается твердым до 600 °C. Тепла же выделяется за счет радиоактивного распада очень много — тепловая мощность этого источника 150 Вт в каждом кубическом сантиметре!

Так свинец оказался действительно необходимым для "алхимической трансмутации" одного металла в другие.

Но вернемся в Аламогордо. Уже через несколько минут после взрыва к месту испытания шел танк, в котором находился один из создателей нового оружия Э. Ферми. Во избежание поражения излучением радиоактивных продуктов взрыва танк был оборудован свинцовой защитой. Свинцовая защита от проникающей радиации стала настолько привычной, что упоминание о ней кажется азбучной истиной. Действительно, кто не слышал о "свинцовых" перчатках и фартуках врачей-рентгенологов или не знает о свинцовых контейнерах для хранения радиоактивных веществ? Но теперь этот тра-



Когда радиоактивная беда пришла на нашу землю, свинец и здесь послужил для защиты от излучения. Разумеется, большого количества специальной техники в Чернобыле было мало, ее явно не хватало, особенно в начале работ. И тут пришли на помощь изобретательные мастера. Кабины обычных тракторов, бульдозеров, кранов, вертолетов обшивали свинцовыми листами и герметизировали. Свинец сбрасывался с вертолетов и в атомное жерло разрушенного блока реактора для его закупорки и предотвращения дальнейших выбросов радиоактивных веществ. Позже, когда пришла специальная техника, работу в самых опасных местах осуществляли роботы. Но и они требовали свинцовой защиты! Работа электронных схем без защиты от ионизирующего излучения невозможна. И в связи с этим можно только поражаться провидению поэта С. Кирсанова, написавшего в 1934 году:

Пружина  
в рессорах,  
пулей не тронуты,  
как ящеры  
в проволочном лесу,  
пошли – гипнотически – двигаясь – роботы,  
свинцовые  
лапы  
держа  
на весу.

Свойство свинца поглощать все известные виды излучения физики-ядерщики научились использовать весьма необычно. Помещая свинец в качестве мишени на пути пучка тяжелых ионов, они получили ... новые химические элементы. Так, при бомбардировке свинца ванадием рождается изотоп 105-го элемента, а при бомбардировке кальцием — изотоп 102-го элемента. Причем в последнем

6 апреля 1988 года на знаменитом общесоюзском семинаре по теоретической физике акад. В.Л. Гинзбурга в ФИАНе шло, как всегда, обсуждение новостей. И среди многих интереснейших событий мое внимание, естественно, привлекло обсуждение результатов эксперимента, проведенного в Европейском центре ядерных исследований (ЦЕРН) по бомбардировке свинцовой мишени ядрами кислорода, ускоренными до недоступных прежде энергий. Оказалось, что при этом возникает (вероятно, что возникает, – уточню для строгости) новый вид состояния материи – кварк-глюонная плазма. Иными словами, столкнувшиеся ядра “разогреваются” настолько, что даже их нуклоны не выдерживают и начинают распадаться на кварки и связывающие их глюоны. Результат особенно поражает воображение потому, что буквально до последнего времени кварки считались принципиально невысвобождаемыми из связанного состояния. Любопытно, что эволюция представления о кварках является очень быстрой. Как признался при обсуждении акад. В.Л. Гинзбург, были времена (он употребил эмоциональный эпитет “позорные”), когда он не считал кварки чем-то серьезным в физике, а теперь речь идет об изучении деталей проявления сил их взаимодействия с глюонами, частицами, обеспечивающими стабильность структуры некогда “элементарных” протона, нейтрона и других барионов. Когда-то, в первые мгновения существования Вселенной (точнее, ранее, чем через 0,01 с с момента Большого взрыва), когда она еще не успела остыть до температуры ниже 100 000 000 000 градусов, вся Вселенная представляла собой такую кварк-глюонную плазму. Тогда эта плазма успела “развиться” до сферы с объемом несколько миллиардов кубических километров. Капля же кварк-глюонной плазмы, полученной физиками из ЦЕРНа, была, естественно, значительно меньшей по объему – около 0,0001 кубического миллиметра. Но значение этой работы таким малым объемом никак не умаляется, оно очень велико – мы спустились в глубину познания мироздания на одну ступень. А помог нам в этом свинец, буквально снегший свое ядерное “сердце” для того, чтобы осветить путь ученым.

Впрочем, свинцовое излучение — конечно же, экзотика. А вот "обычная" радиоактивность и свинец позволили сделать весьма необычное открытие. Это одно из эффективных достижений науки XX века, о котором стоит поговорить подробно. Дело в том, что на вопрос, каков возраст Земли, до начала XX века можно было только гадать. Только в 1907 году стало возможным эксперимен-



точно определить возраст горных пород, исчисляемый десятками и сотнями миллионов лет. Идея метода принадлежит Э. Резерфорду. Суть ее заключается в том, что, если скорость радиоактивного распада элемента не зависит от внешних условий (по крайней мере, тех, которые могут встретиться на Земле), то по соотношению продуктов распада радиоактивных элементов можно определить возраст образца. И если найдется такой изотоп, период полураспада которого достаточно велик, можно надежно определить возраст весьма древних образцов. Такие элементы нашлись — это уран, торий, калий, рубидий и рений. Но наибольшее значение среди них имеют изотопы урана с массами 238 и 235 и изотоп тория с массой 232. Именно по накоплению свинца, являющегося конечным продуктом распада этих изотопов, Б. Болтвуд в Канаде осуществил практическую реализацию идеи Резерфорда. Возраст Земли, рассчитанный с помощью анализа содержащихся в рудах изотопов свинца с массами 206, 207 и 208, оказался равным около 5 миллиардов лет. Так что постулированная древними связь свинца с Кроном, богом времени, оказалась не лишеной оснований. Но не только возраст земных горных пород можно определять по "свинцовым" часам. Изучив изотопный состав свинца в метеоритах, было установлено, что существовали, по крайней мере, два различных родительских тела, из которых они образовались. Одно из них, "молодое", имеет возраст до 3800 миллионов, а другое, "старое", — до 4800 миллионов лет.

А по изотопу свинца с массой 210, входящему в состав многих красок, определяют дату создания (а следовательно, и подлинность) картин старых мастеров. Кстати, именно наличие изотопов свинца, а точнее разное их содержание в разных породах, явилось причиной того, что Т. Ричардс в 1913 году обнаружил отличия в атомном весе свинца различного происхождения. Эти отличия явились в то время одним из серьезных доказательств существования самих изотопов в природе.

Правда, в самое последнее время появились сомнения в точности свинцовых часов. Дело в том, что из радиоизотопных исследований некоторых образцов грунта Луны следует, что Луна старше Земли и всей солнечной системы раза в 2 — 3. Объяснить это можно двумя путями: либо в метеоритах содержится избыток свинца с массовым числом 207, либо ... скорость радиоактивного распада на самом деле не является постоянной! Проведенные исследования пока не подтвердили первую точку зрения. Значит ли это, что справедлива вторая? Есть гипотеза, согласно которой гибель динозавров была результатом нарушения стабильности изотопа висмут-210. В соответствии с ней и изотопы свинца 206 — 208 могут когда-то "преподнести сюрприз" и стать радиоактивными. Трудно сказать, на-

сколько эта гипотеза справедлива, но то, что она достаточно умозрительна, сказать можно определенно. Впрочем не стоит спешить с выводами — слишком сложен вопрос и серьезные последствия того или иного его решения для науки. Одно очевидно — свинец и здесь оказался в центре внимания.

Пытался свинец сделать карьеру и в новейших областях химии — химии бывших инертных газов. Вот что вспоминает И. Бартлетт, первооткрыватель соединений инертных газов. "После того, как возможность окислить ксенон была доказана, коллеги сомневаться перестали, и все как один обратились в мою веру. Тем не менее, справиться с криптоном удалось не сразу. Я понимал, что шестифтористой платины здесь уже недостаточно и надеялся на гексафториды свинца или родия". Увы! Свинец не оправдал надежд, но как участник уникальных работ остался в истории химии.

Открытие, раскрывшее перед свинцом новое поле деятельности, было сделано в 1911 году нидерландским физиком Г. Камерлинг-Оннесом. Ему удалось получить жидкий гелий при температуре 4К. В результате изучения поведения металлов, в частности свинца, при столь низких температурах открыто явление сверхпроводимости. Теория этого явления в главных чертах разработана выдающимися физиками нашего времени американцами Дж. Бардиным, Л. Купером, Д.Р. Шриффером и советскими учеными В.Л. Гинзбургом, Л.Д. Ландау, Н.Н. Боголюбовым, А.А. Абрикосовым, Л.П. Горьковым. Конечно, это не полный список, к тому же, в свете последних революционных открытий в этой области он обязательно должен пополниться новыми именами, но ... подождем продолжать его. Кто оказался (или окажется ...) счастливым, создавшим общую и полную теорию сверхпроводимости, пока не известно.

Суть же явления "обыкновенной", или низкотемпературной сверхпроводимости состоит в том, что при достаточно низких температурах электроны проводимости, существующие в металлах, связываются в пары, образуя "частицы", по квантово-механическим свойствам близкие к изотопу гелия  $^3\text{He}$ . А для гелия при таких низких температурах характерно сверхтекучее состояние, открытое в 1938 году П.Л. Капицей. Сверхпроводимость можно считать проявлением сверхтекучести электронных пар. Сверхтекучесть возникает при исчезновении вязкости у жидкости. Это объяснение может показаться не вполне корректным — одно непонятное явление объясняется другим, не менее непонятным. Но, принимая этот упрек, можно сказать, что смысл в таком объяснении все же есть — от объяснения двух явлений мы перешли уже только к одному, пусть и непонятному, но зато наглядному.

Очень важным с практической точки зрения показателем для



сверхпроводника является температура перехода в сверхпроводящее состояние. Оказалось, что эта критическая температура для свинца довольно высока: 7,23 К. Из элементов только ниобий и германий имеют более высокую критическую температуру. Вот почему (по сообщениям Б.И. Казакова) "из свинца была сделана обмотка первого сверхпроводящего трансформатора, построенного в 1961 году".

Преимущества сверхпроводников перед обычными проводниками видны из такого примера. Сверхпроводящий соленоид, создающий магнитное поле в 40 – 50 килоэрстед, имеет массу 300 – 500 граммов, тогда как обычный электромагнит с такой же напряженностью поля "потянет" на 15 – 20 тонн.

На сверхпроводимости свинца основан и физический опыт по демонстрации эффекта "свободного парения" тяжелого предмета в воздухе без всяких опор.

В 30-х годах советский физик В.К. Аркадьев (по свидетельству Б.И. Казакова) продемонстрировал физическую возможность такого "свободного парения". (Даже в научной литературе это явление часто называют "гроб Магомета").

Опыт заключался в том, что на свинцовую пластину, погруженную в жидкий гелий, помещался небольшой магнит. С первого взгляда магнит должен был плотно лечь на пластинку, однако он ... парил над нею. Дело в том, что магнит возбуждает в пластинке токи Фуко, которые в обычных условиях быстро затухают, но при столь низких температурах в сверхпроводящем свинце токи свободно циркулируют, создавая магнитное поле, удерживающее магнитик на весу.

Кстати, для измерения столь низких температур, как температура жидкого гелия, используют термометры сопротивления из сплава меди со свинцом. Термометры имеют линейную характеристику в интервале температур 0,1 – 5 К.

И другие сплавы свинца, по мнению ученых, могут стать со временем жизненно необходимыми для человечества. Это предсказание вызвано тем, что существует теория, согласно которой материал, состоящий из специального полимера, наполненного мелкими частичками металла, сможет оставаться сверхпроводником и при комнатной температуре. В Институте химической физики АН СССР и ряде институтов изучили свойства металлополимера на основе полидифенилбутадиена и сплава свинца с висмутом. Полученные результаты пока не привели к открытию сверхпроводника, сохраняющего свои свойства при комнатной температуре. Однако выяснилось, что температура перехода в состояние сверхпроводимости для металлополимера выше, чем для чистого сплава свинец – висмут. Это дало основание рецензенту

журнала "Химия и жизнь" М. Багарцеву заявить, что "новый путь к созданию высокотемпературных сверхпроводников открыт. Приведет ли он к успеху – покажет будущее". Как мы сегодня знаем, первые успехи были достигнуты на другом пути. Но и "свинцовый" не утратил своей перспективности! Ученые ищут новые свойства сверхпроводников, путей много, и некоторые из них, начавшись в стенах академических лабораторий, продолжаются в ... космических просторах. На орбитальной станции "Салют-6" проводилось изучение кристаллизации сплавов свинец – олово. Образцы были доставлены космонавтами на Землю и изучались в ИМЕТе АН СССР группой под руководством члена-корреспондента АН СССР Е.М. Савицкого. Конечно, трудно ожидать, что на первых же шагах будут получены сенсационные результаты. И действительно, критическая температура перехода в сверхпроводящее состояние для сплава, полученного в космосе, не изменилась. Но все же некоторые характеристики образцов отличались от земных весьма значительно. Например, кристаллы свинца в сплаве, полученном в невесомости, были в 3 – 6 раз крупнее. Пока это просто научный факт. Но ученые уверены – именно "простые" научные факты приведут в конце концов космическую металлургию к земным успехам.

Но сверхпроводимость не ограничилась тем, что "подарила" свинцу высокую критическую температуру. Гораздо более важным в судьбе свинца явилось открытие так называемых эффектов Джозефсона. В 1962 году молодой английский ученый Б. Джозефсон опубликовал статью, в которой предсказал интересные эффекты в сверхпроводниках. Уже в следующем, 1963 году американские физики П. Андерсон и Дж. Роузлл сообщили об открытии эффектов Джозефсона. В чем же суть этих эффектов, и какую роль играет здесь свинец?

Согласно предположению Джозефсона, в случае, если между двумя сверхпроводниками находится тонкий слой изолятора, через него может самопроизвольно протекать ток. За счет чего? Ведь даже тонкий изолятор обладает конечным сопротивлением и должен прекращать движение электронов. Все это так, но наши рассуждения не учитывают специфики квантовомеханического поведения электронов в сверхпроводниках. Представляя себе сопротивление в виде некоторой стенки, перелезая через которую "классическим образом" электроны должны тратить энергию, мы не учитываем тех дополнительных возможностей, которые дает микрочастицам квантовая механика.

У электронов есть еще одна возможность оказаться "по ту сторону" стенки, кроме классического "перелезания". Эта возможность связана с так называемым "туннельным эффектом". Название



этого эффекта хорошо передает его смысл. Электроны как бы "роют туннели" в стенке и проходят через них на другую сторону без всяких энергетических затрат. Здесь важно, чтобы толщина стенки была не слишком большой. И эффект Джозефсона действительно возникает при толщине изолирующего слоя порядка  $10 \text{ \AA}$  (одна миллиардная доля метра). На джозефсоновский переход сильно влияет внешнее магнитное поле, что позволяет построить прибор для измерения этого поля с точностью до  $10^{-9}$  эрстеда. Прибор может зарегистрировать на расстоянии в один метр магнитное поле от проводника, по которому течет ток силой  $0,0000025$  ампера. Но это не все "чудеса" джозефсоновского перехода. При некотором значении тока он начинает испускать электромагнитные волны, причем частоту можно плавно регулировать.

На эффекте Джозефсона основана работа интерферометров, генераторов СВЧ, чувствительных детекторов, усилителей, сверхточных вольтметров и других приборов, крайне необходимых современной науке и технике. Чувствительные элементы на джозефсоновских переходах используются в экспериментах по биомагнетизму, поскольку остальные методы нельзя применять для точного измерения тех слабых магнитных полей, которые генерируются живыми организмами.

Применение магнитометров, основанных на эффекте Джозефсона, возможно, позволит успешно завершить и эксперимент по проверке Общей теории относительности Эйнштейна, разработку которого 15 лет назад начали ученые Станфордского университета. Вся аппаратура будет установлена на специальном спутнике Земли и позволит определить смещение оси вращения кварцевого шарика, находящегося на борту спутника, не превышающее  $1,4 \cdot 10^{-5}$  градусов в год.

И все это благодаря свинцу. Оказывается, именно он особенно "пришелся по вкусу" технологам, реализующим эффект Джозефсона в виде приборов.

Вот что говорит Дж. Кларк, представитель Калифорнийского университета: "Наиболее пригодными для использования, как показала практика, являются следующие переходы:  $\text{Pb} - \text{NbO}_x - \text{Pb}$ ;  $\text{Nb} - \text{NbO}_x - \text{Pb} \dots$  Все они могут храниться при комнатной температуре и выдерживать многократные температурные циклы без существенных изменений качества". А вот мнение Б.Т. Ульфиха и Т. Ван Дузера, специалистов по технологии получения джозефсоновских переходов: "Наиболее часто для изготовления джозефсоновских переходов применяются  $\text{Pb}$ ,  $\text{Sn}$  и  $\text{In}$ . Пленки из этих элементов очень легко получить вакуумным напылением, и их температура сверхпроводящего перехода очень близка к значениям, полученным на массивных образцах".

В 1980 году М.И. Качанов и С.М. Чудинов описали необычные свойства сплавов свинца, олова, теллура с примесью индия. В результате этой работы, кроме действительно интересных теоретических результатов, авторами было предложено "использовать кристалл  $\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x\text{Te}$  с примесью  $\text{In}$  в качестве полупроводника со своеобразной памятью. Хранителем информации служит количество электронов в зоне, которое можно зафиксировать на многие часы, охладив кристалл до гелиевых температур. Информация бесследно стирается, если кристалл нагреть до  $20 - 25 \text{ K}$ ". И так, в ближайшие годы, возможно, возникнет новая, очень важная сфера деятельности свинца — создание сверхбыстрых ЭВМ.

Впрочем, предсказать все то, что произойдет в ближайшие годы в области изучения и применения сверхпроводников, не решится, видимо, никто. После открытия в 1986 году швейцарским ученым Г. Беднорцом и А. Мюллером (ФРГ) высокотемпературной сверхпроводящей керамики события в этой сфере нарастают лавинообразно. Внешне "сверхпроводящий бум" как будто не затрагивал свинец. Первые роли играли медь, барий, лантан, потом иттрий, висмут, таллий, но вот, наконец, очередь дошла и до свинца. В результате исследований, выполненных в лаборатории фирмы "Белл", о которых было сообщено в 1988 году, выяснилось, что в соединении свинца, висмута, бария и кислорода, полученном при соблюдении определенных условий, критическая температура достигает  $30 \text{ K}$ ! Это, конечно, еще очень далеко до нынешних рекордсменов — таллиевых керамик, имеющих стабильное значение критической температуры около  $125 \text{ K}$ , — однако находится на уровне первых "высокотемпературных" сверхпроводников, полученных Беднорцом и Мюллером. Но в отличие от всех предыдущих высокотемпературных сверхпроводящих керамик свинцовая не содержит ни меди, ни ее аналогов — так называемых  $d$ -элементов. Не содержит она и редкоземельных металлов. Все это делает ее уникальной, а значит и обещающей интереснейшие открытия, системой.

В связи с этим позволим себе маленькую фантазию по мотивам состоявшегося 11 мая 1988 года заседания уже упоминавшегося семинара академика В.Л. Гинзбурга. (На нем, кстати, и прозвучала информация о работах фирмы "Белл"). Фантазия будет кислородной. Действительно, только кислород, входящий в состав высокотемпературных сверхпроводников, химически роднит их. Уж не ионы ли кислорода выступают в роли узлов сверхпроводящей решетки, "легирующей" иттрием, барием, медью, свинцом? Если это так, то мы имеем дело со сверхпроводящим металлическим кислородом! Даже если это и не так, то столь изящную, но экстравагантную идею можно было бы попытаться осуществить, создав особый модельный кислородный образец. Как? Я не знаю ...

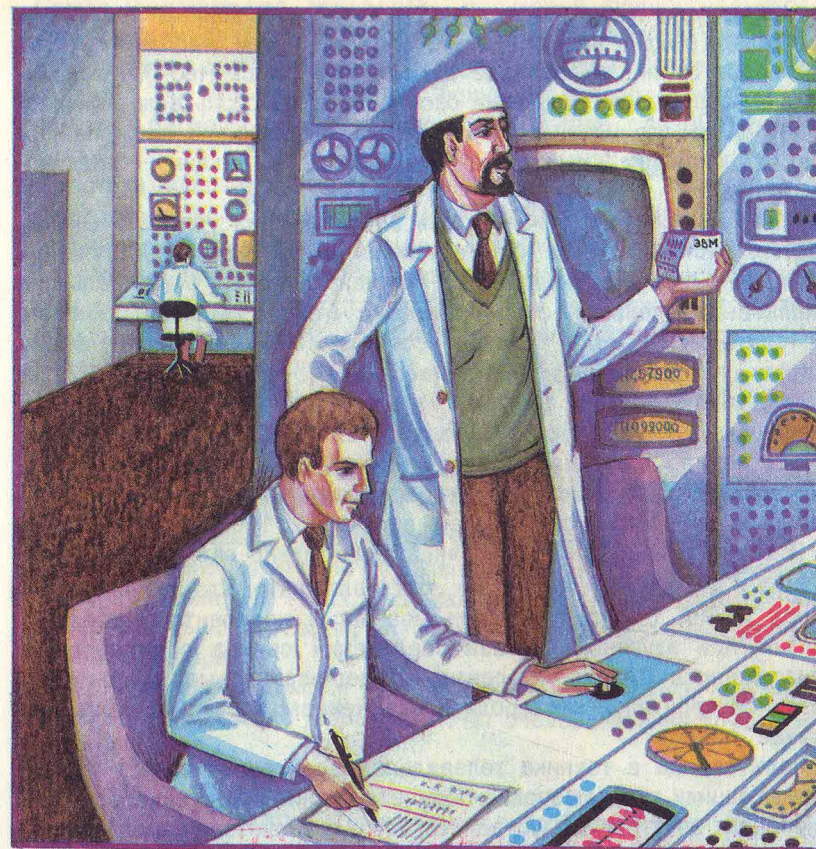


Мы уже обсуждали работы по синтезу сверхпроводников на борту станции "Салют-6". Новые, высокотемпературные, оказались настолько интересными и важными, что их синтез уже был проведен в космосе на борту китайского искусственного спутника Земли. Мы перечислили сейчас воистину революционные события в физике и технике. И свинец, как видим, один из участников этих событий.

Телевидение является одним из символов технического прогресса в XX веке. По определению энциклопедии — это "область науки, техники и культуры", синтетический феномен нашего времени. Роль и значение телевидения в жизни современного человека трудно переоценить. Нас будет интересовать та роль, которую приходится играть свинцу в этом механизме. Без свинца, а точнее без его соединений, телезвезды просто не могли бы появиться на телевизионных экранах. Дело в том, что именно оксиды свинца часто являются тем чувствительным элементом в передающей телевизионной трубке, который и преобразует видимое изображение в электрический сигнал.

История "внедрения" свинца в телевидение вкратце может быть представлена так. В 1925 году советский инженер А.А. Чернышев предложил идею видикона — электроннооптического устройства для преобразования изображения в электрический сигнал. Сущность идеи состоит в том, что оптическое изображение, сфокусированное на специальную мишень, за счет внутреннего фотоэффекта изменяет сопротивление различных ее участков. Изменяется потенциал поверхности мишени и создается так называемый потенциальный рельеф, соответствующий спроецированному на мишень изображению. Считывание информации с мишени осуществляется пучком электронов, который "пробегают" по мишени строчка за строчкой. Сам же луч замкнут на выходную цепь трубки. В результате электрический сигнал на выходе из видикона будет полностью соответствовать распределению яркостей объекта, на который направлена оптическая система передающей камеры.

Однако идея А.А. Чернышева перешла в стадию практической реализации не сразу. Только в 1932 — 1936 гг. Л. Бергман и И. Хенслер сообщили об обнаружении ими внутреннего фотоэффекта у оксидов свинца  $PbO$  и  $Pb_3O_4$  в смеси с цапонлаком, а О.Ф. Лосев наблюдал подобные же явления, изучая растворы сурика в пиридине. В конце 40-х годов Б.Т. Коломиец, К. Франк и К. Райтел обнаружили, что образование оксидов свинца вызывает процесс термической сенсibilизации (повышение фотоэлектрической чувствительности) поликристаллов  $PbS$ . С этого времени интерес к оксидам свинца со стороны создателей телевизионной техники становится систематическим. В то же время появляются сообщения о создании первых видиконов с оксидно-свинцовыми мишенями.



Впервые такие видиконы были созданы в Нидерландах, а потом и в ряде других стран, в том числе в Советском Союзе. Первые отечественные эксплуатационные образцы видиконов появились в 1950 году. Многого ли добились ученые и конструкторы с тех пор? Вот что говорится об этом в монографии В.А. Извозчикова и О.А. Тимофеева, посвященной использованию оксидов свинца в электронике: "Видиконы с мишенями на основе полиморфных форм  $PbO$ , выпускаемые промышленностью ряда стран, получили широкое применение в черно-белом и, особенно, в цветном телевидении, рентгеновском и инфракрасном (ИК) телевидении. Имеются указания на их чувствительность к  $\gamma$ -излучению и на перспективность использования в космическом телевидении. Кроме того, на основе оксидов свинца изготовлены экспериментальные электрофотографические слои (ЭФС), сложные фотоэлектрические преобразо-



ватели и усилители изображения, интерференционные зеркала и светофильтры для лазерной техники". Как видим, пройден путь от растворов сурика в пиридине до лазеров и космического телевидения. Передающие трубки на оксидах свинца столь важны и распространены, что именно свинец дал им название. В Нидерландах фирма "Филлиппс" выпускает плюмбиконы, в Англии — леддиконы и т.д.

В чем же состоит секрет столь впечатляющих успехов? Оказывается, оксиды свинца чувствительны в широком спектральном диапазоне — от инфракрасных до  $\gamma$ -лучей, обладают очень большим "темновым" удельным сопротивлением — около миллиарда килоом на сантиметр. Столь большое сопротивление особенно важно потому, что при этом время релаксации, то есть рассеивания зарядов, много больше времени кадра, а это позволяет повысить разрешающую способность передачи. Но очень важно и то, сколь существенна "прибавка" к проводимости под действием светового излучения. Ведь именно она будет определять уровень сигнала. И эта величина для оксидов свинца очень велика — до 100 000 %.

В ходе изучения оксидов свинца значительно обогатились наши знания о химических свойствах этого элемента. Кто не помнит из курса химии о существовании ионных и ковалентных связей! Но вот при изучении состава соединений свинца с кислородом обнаружилось "ионно-ковалентно-ван-дер-ваальсовое с *sp*-гибридизацией орбиталей кислорода и включением в связь *d*-орбиталей свинца" связи.

Роль свинца в технике телевидения не ограничивается только передающими телекамерами. Полупроводники, этот универсальный компонент электронных устройств, тоже становятся "свинцовыми".

„СЛЫШЕН ЗВОН  
БУБЕНЦОВ  
ИЗДАЛЕКА...“



Можно научить зайца играть на барабанах, кошку дружить с собакой, грушевое дерево — плодоносить яблоками, можно даже выращивать кубические арбузы, но заставить мелодично звенеть свинцовый колокольчик — задача, кажется, явно неразрешимая. И тем не менее она имеет даже несколько вариантов решения. Один из них (наиболее простой) заключается в том, что погружают колокольчик на некоторое время в жидкий азот или воздух. После охлаждения до температуры 77 К колокольчик зазвонит. Но когда

Самая современная технология получения полупроводников — космическая плавка на борту орбитального комплекса "Мир" — используется для получения кристаллов состава "свинец — олово — теллур". Так что свинцу порой приходится преодолевать весьма высокие барьеры, чтобы оказаться на уровне современных требований.

Кстати, именно космическая технология может дать такие перспективные композиционные материалы, как сплавы свинца с алюминием или цинком. В земных условиях добиться однородного перемешивания частиц столь разнородных по химическим свойствам и, главное, по плотности металлов хотя и возможно, но связано с большими трудностями. И качество перемешивания, конечно же, оставляет желать лучшего. А вот в космосе — другое дело.

Впрочем, и вполне обычные соединения свинца могут проявить совершенно необычные свойства. Помните, у Пушкина:

Ненастный день потух: ненастной ночи мгла  
По небу стелется одеждою свинцовою.

Конечно, помню! — отзывается читатель, — но причем здесь свинец? Ведь ясно же, что это художественный образ, а на самом деле никакого свинца в тучах, бежавших по небу над задумавшимся поэтом, не было! Согласен, в пушкинские времена это действительно был только образ.

Не было его, видимо, и в тучах Иосифа Бродского, усилившего трагизм пушкинского образа за счет очеловечивания точки зрения на стихию:

И мелькают стога, завалившись в Буг.  
Вспять плетется ольшаник с водой в корзинах,

извлеченный на воздух колокольчик прогреется, звон быстро прекратится (у свинца, как и всякого металла, теплостойкость невелика).

Другое решение описано М. Беккертом в книге "Мир металла" и является гораздо более радикальным. Стоит поместить свинцовый колокольчик в ядерный реактор с мощным потоком нейтронов, как, спустя некоторое время, извлеченный из зоны облучения, он будет звенеть не хуже, чем его собрат, изготовленный из лучшей колокольной бронзы. Причем свойство это останется у облученного колокольчика неопределенно долгое время.

Что же случается со свинцом в жидком азоте и атомном реакторе, почему так резко меняются упругие свойства металла? Все дело в строении кристаллической решетки, точнее в искажениях этой решетки — дислокациях. Дислокации — места сдвигов атомных слоев — очень подвижные образования. Они перемещаются по металлу, потребляя для своего движения энергию от внешнего источника, например, от ударяющего по стенке язычка колокольчика. Обычно в свинце дислокаций очень много, и они поглощают практически всю энергию удара, не оставляя почти ничего для



И в распаханных тучах свинцовый плуг  
Не сулит добра полям озимых.

Но времена меняются ...

В 1946 году Б. Воннегат открыл льдообразующие свойства аэрозолей йодистого серебра и йодистого свинца. Это открытие позволило метеорологии из науки пассивной, регистрирующей стать активной, преобразующей. С помощью соединений серебра и свинца теперь стало возможным создавать дождевые облака и рассеивать облака. А о том, насколько это важно, говорит тот факт, что в международном эксперименте по увеличению осадков, о котором в 1976 году на страницах журнала "Химия и жизнь" рассказал доктор физико-математических наук Ю.С. Седунов, участвуют 17 стран. Материальную поддержку в осуществлении этой программы оказывают Австралия, Болгария, Великобритания, Канада, Коста-Рика, Кувейт, Израиль, Мали, СССР, США, Франция, ФРГ, Япония. О материальной поддержке речь зашла не зря. Ведь "йодистое серебро, — как говорит Ю. Седунов, — довольно дорого, его на атмосферу не напасешься. Хорошо, что его могут заменить йодистый свинец, раствор 1,5 диоксидафталина ..."

Теперь читатель понимает, что, когда А.П. Чехов в конце прошлого века писал: "Теперь я опять в Лопасне, в Мелихове ... Холодный дождь ... Свинцовое небо ...", то "свинцовое небо", очевидно, метафора, а когда у В. Орлова в наши дни альтист Данилов лежал в воздушных струях, как в гамаке, положив ногу на ногу и закинув за голову руки ... и ждал, когда с северо-запада, со свинцовых небес Лапландии подойдет к нему тяжелая снежная туча", то в этом случае "свинцовые небеса" и впрямь могут быть носителями соединений свинца!

упругих колебаний атомов, в результате которых и возникает звук. При очень низких температурах подвижность дислокаций резко снижается и доля энергии удара, переходящая в упругие колебания, увеличивается. Именно поэтому и звенит охлажденный до "космического" холода колокольчик.

Аналогичные причины придают звонкость и облученному свинцу, но здесь достигается постоянный эффект. Дело в том, что быстрые нейтроны при бомбардировке выбивают из узлов атомы металла, и они, перемещаясь в толще кристалла из одного промежуточного положения к другому, "сталкиваются" в конце концов с дислока-

циями. В результате образуется устойчивая связь атом металла — дислокация. Эта связь удерживает на месте как выбитый нейтроном атом, так и саму дислокацию. А раз так — голос свинцового колокольчика становится все звонче и, наконец, при поглощении определенной дозы нейтронов и вовсе достигает совершенства. Кстати, по чистоте звука облученного колокольчика можно судить о степени закрепления дислокаций, или, если это необходимо, об уровне поглощенной дозы нейтронов. Так что и яблоки на грушевом дереве, и свинцовый колокольчик — вещи вполне доступные.

После всего сказанного об ультрасовременных областях применения свинца может создаться впечатление, что все "традиционные" области его работы на цивилизацию отпали за ненадобностью. Отнюдь нет! Вот, к примеру, кабельная промышленность. Конечно, она возникла не в Древнем Риме, но и к открытиям эпохи НТР ее не отнесешь. К оболочке кабеля предъявляются довольно жесткие требования, и такие качества свинца, как устойчивость в воде и хлорсодержащих растворах, отсутствие химического взаимодействия с водородом, привлекли внимание специалистов. Но, разумеется, у свинца есть и недостатки, отмеченные при изготовлении кабелей. К ним относятся прежде всего ползучесть и плохая вибростойкость. А это приводит к тому, что в условиях эксплуатации кабель попросту рвется. К счастью, эти недостатки вполне преодолимы. Добавки десятых и сотых долей процента теллура, сурьмы, кадмия, меди резко снижают ползучесть и повышают вибростойкость. Конечно, точные количества добавок в разных случаях разные. Вот, например, фирма "Дженерал Электрик" применяет такой "рецепт":  $Pb + (0,07 - 0,1) \% Te + (0,18 - 0,20) \% As + (0,13 - 0,14) \% Sn + (0,06 - 0,07) \% Bi$ . Здесь можно отметить, что кабельная промышленность в настоящее время достаточно "тяжеловесная". Так, в 1974 году во Франции, ФРГ, Италии, Японии и Великобритании на производство кабелей было израсходовано 205 тысяч тонн металлического свинца. Это действительно крупная отрасль промышленности. А с чего все началось? Не вдаваясь в подробности истории кабельной промышленности, упомянем лишь следующий эпизод. В 1785 году в России купец Семен Алексеев открыл волоочильную фабрику. Многие десятилетия производство успешно развивалось, причем особенно много для его подъема сделал внук основателя — К.С. Алексеев. К сожалению, многим идеям талантливого инженера не суждено было сбыться. В расцвете сил он сменил поприще и под псевдонимом Станиславский посвятил себя служению театру. Но и до сих пор специалистам хорошо известен кабельный завод "Электропровод" — прямой потомок фабрики К.С. Алексеева.

Но, может быть, в этой области свинцу предстоит вскоре сдать свои позиции. Как показывают последние исследования, вулканизированный полиэтилен оказывается более пригодным для кабелей высокого напряжения, чем свинец. Думается, что и свинец был бы не прочь освободиться от этой, прямо скажем, тяжелой работы.

Он вполне готов заняться делами, требующими более высокой квалификации. Оказывается, свинец входит в состав очень перспективных стабилизаторов поливинилхлорида — материала, в широком спектре применений которого не последнее место занимает электроизоляционная функция. Теперь дело за внедрением новинки. Но это,



как показывает опыт, дело не скорое. Так что вид свинцовых кабелей еще долго будет напоминать вам, читатель, превратности судьбы талантливого инженера.

Конечно же, неожиданные повороты и особенности биографии К.С. Станиславского не исчерпывают связей свинца с художественным творчеством. Есть сферы, где такого рода отношения органичны и неразрывны. И прежде всего это — производство хрусталя. Собственно, хрусталь — это особого рода свинцовое стекло. И именно то, что стекло — свинцовое, делает его особенным.

Поразительно глубоко порой поэтические образцы! У хорошего поэта за первым, грамматическим смыслом, плотной обоймой следуют ассоциации: чем более далекие, тем более конкретные. Иногда ведомые поэту, иногда — только читателю. Но, думается, генетическая связь свинца и хрусталя явственно ощущалась и самой М. Цветаевой, когда она в цикле "Стихи к Чехии", вызванном захватом Чехии фашистами, писала:

Брали — скоро и брали — щедро:  
Взяли горы и взяли недра,  
Взяли уголь и взяли сталь,  
И свинец у них и хрусталь.

А вот что говорят о хрустале специалисты: "Ценные декоративные свойства хрусталу обеспечивает  $PbO$ . Оксиды свинца оказывают также благоприятное влияние на чистоту и звонкость посуды из хрусталя". А много ли этих оксидов в хрустале? Оказывается, не менее четверти по весу. И хотя свинцовое стекло было известно еще в Древнем Риме, именно теперь в производстве хрусталя наблюдается своеобразный ренессанс.

Сегодня только в нашей стране масштабы производства свинцового стекла достигают десятков тысяч тонн в год, выпускаются миллионы изделий из хрусталя. О хрустале написано столь много и столь интересно, что вряд ли стоит рассказывать о нем здесь.

Еще одна традиционная область, в которую XX век привел нашего героя, — это металловедение. Какую же роль играет здесь свинец? Ведь сталь была и остается основным конструкционным материалом. И свинец, согласно традиционным взглядам, лишь мешает ей работать. Действительно, наличие свинца, согласно исследованиям Г.С. Черняка, "ухудшает механические свойства стали при температурах горячей механической обработки" уже при содержании его 0,00042 %. Но, оказывается, не всегда свинец для стали вреден. Как сообщил журнал "Кэмикал энд инжениэринг ньюс", при "обстреливании" поверхности металла ионами свинца коррозионная стойкость образца возрастает. Значит, свинец может быть и врагом, и другом. Нужно только уметь правильно его использовать. И в

подходящих условиях не только с железом вступает в союз свинец. Группе ученых под руководством члена-корреспондента АН СССР И.Н. Фридляндера удалось создать на основе алюминия легкий сплав, "отличающийся высокой прочностью и коррозионной стойкостью, которая к тому же надолго сохраняется". Этот сплав содержит 15 компонентов, в том числе свинец (0,5 %).

А вот "безжелезный" сплав (70 % свинца, 20 % олова и 10 % таллия) устойчив к действию азотной и соляной кислот. Другой свинцовый сплав (72 % свинца) с добавками сурьмы, олова и таллия превосходит лучшие оловянные подшипниковые сплавы! Правда, оба эти сплава содержат очень дефицитный и ядовитый таллий, но первый недостаток не является органически присущим ему свойством — возможно, что будут обнаружены новые источники этого металла, что касается второго, то он тоже не препятствует технически грамотному использованию — ведь даже ртуть используется в медицинских термометрах. Кстати, сплав, содержащий 93 % свинца, 3 % олова и 4 % ртути, является лучшим припоем для пайки оцинкованных труб.

О припоях, конечно же, стоит сказать еще несколько слов. Обычный припой марки ПОС-40 (припой оловянно-свинцовый) содержит 60 % свинца. Кроме него перспективным считается и аналогичный мягкий свинцово-серебряный припой. Он содержит всего 2,5 % серебра, а остальная масса — свинец. Не правда ли, любопытная "петля" в нашем рассказе — когда-то серебро добывалось из свинцово-серебряных руд, а теперь специально получают свинцово-серебряный сплав. Впрочем, подобного рода петли — обычное явление в истории технологии. Они органически присущи ее развитию, поскольку часто вновь возникающие потребности можно удовлетворить на основе решений, отвергнутых ранее без учета возможности появления этих потребностей. Известное правило о том, что все новое — это хорошо забытое старое, вполне применимо к данному случаю.

Еще одна "технологическая петля" обещает свинцу значительное расширение сферы его использования. Действительно, мы получаем свинец из "земель" (так в старину назывались оксиды) и, как оказалось, готовы снова зарыть его буквально в землю. Точнее, в дорожное покрытие, которое, получив такую добавку к битуму, значительно увеличивает свою прочность и долговечность. А если вспомнить состояние наших дорог! ... Пожалуй, новая служба надолго привлечет внимание нашего героя.

Всякое использование свинца по-своему важно. И, скажем, искусное изготовление "оловянных" солдатиков из свинцово-оловянного сплава, создание П. Космолинским своеобразных "военных музеев" в форме детской игры не менее важная заслуга перед культурой, чем отливки свинцовых мормышек.

Но при демократизме подходов нужно уметь видеть главное. И всякий автор, который хоть однажды опубликовал свое произведение, должен быть особенно благодарен свинцу за возможность увидеть свое творение в виде книги или газетной страницы. Хотя фотонабор и пластмассы несколько потеснили свинцовые сплавы из полиграфии, все же подавляющее большинство печатной продукции выходит из типографий после того, как с помощью набора, изготовленного именно из свинцовых сплавов, на поверхности бумаги был оттиснут текст. Конечно, с тех пор как, по словам Г. Смакони, "в 1438 году Гутенберг заключил в Страсбурге с одним из сыновей семьи Дритцен договор, по которому предполагалось



использовать изобретение, строго сохраняемое в тайне", множество сочинений увидело свет. Более 500 лет назад "для осуществления этого изобретения требовались свинцовые формы и пресс". И теперь для напечатания часто требуется в сущности то же самое. Такова жизненная сила великих изобретений — они переживают века. Но, разумеется, сохранился только принцип. Одних "свинцовых форм" — шрифтов — теперь существуют сотни видов, различающихся и по размерам: цитеро, корпус, нонпарель, петит, перль, диамант, и по рисунку (гарнитура) — литературная, обыкновенная, елизаветинская, академическая ... А "прессы", или, говоря современным языком, печатные машины? Технические решения, сменяя друг друга, привели типографию от кустарной мастерской издателя-одиночки к современным гигантам. Еще в прошлом веке, говоря о труде наборщика, Н.А. Некрасов писал:

От частой недосыпки,  
От пыли, от свинца  
Мы все здоровьем хлипки,  
Все зелены с лица.

Ему вторит и Саша Чёрный:

У наборных касс молчанье.  
Свисли груши — огоньки  
И свинец с тупым мерцаньем  
Споро скачет из руки.

Стоит ли говорить о том, как изменились условия труда в современных типографиях! Например, типография газеты "Правда", в которой установлены "автоматические линии для фоторепродукционных процессов, однопроцессное травление для газетных клише разной сложности, автоматические наборные машины, центральная плавильня, высокопроизводительные газетные агрегаты, автоматические линии для формирования и упаковки газет перед экспедированием, новейшая технология для офсетных форм, автоматические линии для подготовки формных пластин на основе медь — хром, фотонабор, электронные цветокорректирующие и цветоделительные автоматы, читающие, управляющие и режущие автоматы для изготовления форм глубокой печати". И во всем этом сложном хозяйстве свинец — незаменимый работник.

Что еще можно сказать об отношениях свинца с современностью?

Наш век суров. Так чуткость обнаружим,  
Когда пойдем глаголом жечь сердца;  
Со словом — осторожно, как с оружием:  
И шрифт и пуля — оба из свинца!

Прав, конечно же, Г. Эмин. Но, к счастью, этой дилеммой отношения не ограничиваются.

Поле деятельности свинца в XX веке действительно необозримо: изготовление антифрикционных сплавов (бabbitов) и свинцовых бронз, получение и переработка цветных и черных металлов, производство пластмасс, инсектицидов и текстильное производство, пьезокерамика, очистка воды, производство спичек, производство красителей, в том числе и жемчужных пигментов, подводные работы ...

Думаю, что читатель убедился — свинец в XX веке оказал и оказывает человеку неоценимую помощь. Конечно, при определенных обстоятельствах приходится беречься свинца, но, оказывается, и свинец нужно беречь! Как сообщил академик П.Л. Капица, по зарубежным данным, запасов свинца хватит всего на 20 — 60 лет. Есть и другие оценки, но суть не в точности цифр.

В мире ежегодно потребляется 5,5 миллионов тонн свинца. Из них 2,3 миллиона тонн — вторичный свинец, полученный из отходов. Это около 42 %. Цифра немалая по сравнению с другими металлами, но она не должна нас успокаивать. Только когда она будет равна 100 %, когда свинец победит по замкнутому кругу, мы сможем спокойно наблюдать за этим уникальным долгожителем, сопровождающим технический прогресс с момента его зарождения и без устали работающим вот уже десятки веков. Очевидно, что он обрел в наши дни второе дыхание и готов принять участие в решении тех непростых проблем, которые стоят перед человечеством.

Как уже было сказано, ядерные реакции, а также порождаемое ими опасное излучение неразрывно связаны со свинцом использованием его для защиты от такого проникающего излучения. Но ядерная физика использует свинец не только для этих целей или в качестве "сырья" для синтеза далеких трансуранов, о чем тоже упоминалось. Вот несколько неожиданный аспект ядернофизической деятельности свинца. Не так давно газета "Известия" сообщила своим читателям следующее: "Американский физик П.Коттл заявил, что ему удалось совершить операцию, обратную попыткам алхимиков всех времен и народов, — превратить золото в свинец. Изучая взаимодействие протонов и нейтронов, физик использовал ускоритель элементарных частиц для бомбардировки ионами ядра атома золота, передает агентство Франс Пресс. Ионы, летящие со скоростью 40 тысяч километров в секунду, взаимодействуя с ядром атома золота, произвели атом свинца. По мнению физика, возможна и обратная реакция — превращение свинца в золото. "Только вряд ли подобная операция рентабельна, — говорит ученый." Разумеется, с мнением П.Коттла нельзя не согласиться, но следует помнить также



о том, что рентабельность очень сильно зависит от уровня технологии. Так что искусственное "свинцовое золото" вовсе нельзя исключить из ассортимента будущих "фабрик ядерного синтеза". Все будет зависеть от того, чего потребуются больше в третьем тысячелетии для нормальной жизни людей — свинца для защиты от излучения или золота для унитазов. К тому же в будущем, в связи с техническим прогрессом могут завязаться новые узелки во взаимоотношениях свинца и человека, как это происходит уже сейчас. Действительно, только-только опробовано применение на практике соединений таллия, а в Черновцах уже происходят события, привлекавшие внимание всей страны — массовое заболевание детей, сопровождающееся их облысением. И здесь завязался свинцово-алюмо-таллиевый узел, ибо именно при совместном действии соединений этих металлов и происходит заболевание. Как выяснилось, в Черновцах до сих пор работает свинцовый водопровод, сами Черновцы стоят на глиноземах, богатых алюминием, а таллий использовался как антидетонационная добавка, вводимая местными "умельцами" для улучшения качества бензина. Какой же из названных элементов виноватее в черновицкой трагедии, судить трудно. Но ясно, что во всякой новой ситуации за свинцом нужен глаз да глаз.

## СВИДЕТЕЛЬСТВУЮТ ЦИФРЫ



Произошло подсчитывание, пересыпаемое шуточками и прибаутками Коровьева, вроде "денежка счет любит", "свой глазок — смотрок" и прочего такого же.

М. Булгаков

Мы говорили о свойствах свинца, не чуждаясь цифр, но и не давая им слишком большой воли. Однако бывают случаи, когда цифры определяют логику мышления, вскрывая такие связи, которые при "метафизических" рассуждениях или вовсе не видны, или искажены по масштабу. Где и как читатель встретится с такой ситуацией, предвидеть, конечно, невозможно и единственное, что можно сделать для него, — это дать подробную сводку числовых значений физико-химических свойств нашего героя. Учитывая специфику книги, каждое свойство будет введено с толковательным комментарием. Для сравнения будут приведены и данные об элементах, для которых свойство принимает рекордно низкое и рекордно высокое значения. Информация представлена в алфавитном порядке ключевого существительного, входящего в состав термина. Разумеется, представленная сводка не является исчерпывающей, но она включает данные наиболее распространенных справочных изданий. Итак, слово цифрам.

### Магнитная восприимчивость ( $\chi$ )

Во всех веществах, кроме железа, кобальта и никеля, являющихся ферромагнетиками, намагниченность пропорциональна напряженности внешнего магнитного поля. Коэффициент пропорциональности называется магнитной восприимчивостью. Если она положительна, то магнитное поле усиливается в образце по сравнению с вакуумом (вещества с такой восприимчивостью называются парамагнетиками), а если отрицательна — ослабляется (вещества с такой восприимчивостью — диамагнетиками). Парамагнетики втягиваются в области с более сильным полем, а диамагнетики — выталкиваются. Величина и знак магнитной восприимчивости определяются электронным строением вещества. Измеряется в единицах, размерность которых  $\text{см}^3 \cdot \text{г}^{-1}$ .

Бериллий	$-1,00 \cdot 10^{-6}$
Свинец	$-0,11 \cdot 10^{-6}$
Гадолиний	$+2270 \cdot 10^{-6}$



## Давление пара при температуре плавления

Эта величина определяет летучесть вещества при переходе его в жидкое состояние. Чем она выше, тем быстрее испаряется расплавленное вещество. Измеряется в единицах давления, Па.

Галлий	$9,31 \cdot 10^{-31}$
Свинец	$4,21 \cdot 10^{-7}$
Астат	$4,81 \cdot 10^4$

## Кларк в литосфере

Кларк — это характеристика распространенности химического элемента в некоторой глобальной среде, в данном случае в литосфере Земли. Введен А.С. Ферсманом, а назван в честь американского геохимика Ф.У. Кларка. Равен процентному содержанию атомов данного элемента среди других атомов литосферы.

Радон	$5 \cdot 10^{-47}$
Свинец	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Кислород	$5,8 \cdot 10^1$

## Кларк в морской воде

Аналогичен по смыслу предыдущему. При подсчетах, разумеется, не принимаются во внимание водород и кислород. Измеряется в миллиграммах на литр воды.

Радон	$0,6 \cdot 10^{-15}$
Свинец	$3 \cdot 10^{-5}$
Хлор	$1,9 \cdot 10^4$

## Температурный коэффициент линейного расширения ( $\alpha$ )

При нагревании твердые тела, как известно, расширяются. Количественно это расширение характеризуется отношением относительного изменения длины к разности между температурой измерения и начальной температурой. Измеряется в единицах, имеющих размерность обратной температуры,  $K^{-1}$ .

Теллур	$0,2 \cdot 10^{-6}$
Свинец	$28,3 \cdot 10^{-6}$
Цезий	$97,0 \cdot 10^{-6}$

## Температурный коэффициент электрического сопротивления ( $\alpha$ )

Аналогично предыдущему выражает влияние температуры на электрическое сопротивление тела. Количественно равен отношению относительного изменения сопротивления к разности между температурой измерения и начальной температурой. Может быть отрицательным, в этом случае с ростом температуры сопротивление падает. Имеет размерность обратной температуры,  $K^{-1}$ .

Бор	$-79 \cdot 10^{-3}$
Свинец	$4,2 \cdot 10^{-3}$
Фосфор	$45,6 \cdot 10^{-3}$

## Коэффициент теплопроводности ( $\lambda$ )

Различные вещества по-разному проводят тепло. Количественно способность проводить тепло определяется коэффициентом теплопроводности. Чем он выше,

тем большее количество тепла перейдет через единичное поперечное сечение образца единичной толщины в единицу времени при единичной разности температур. Измеряется в единицах, имеющих размерность  $Вт \cdot м^{-1} \cdot K^{-1}$ .

Материалы с малым значением  $\lambda$  называются теплоизоляторами (например, перо, пенопласт, стекловата).

Сера	0,269
Свинец	35,2
Алмаз	545,0

## Атомная масса

Одна из основных характеристик элемента. Обычно определяется для природной смеси изотопов (у свинца их четыре  $^{204}Pb$ ,  $^{206}Pb$ ,  $^{207}Pb$ ,  $^{208}Pb$ ). Измеряется в углеродных атомных единицах массы ( $1 \text{ а.е.м.} = 1,6 \cdot 10^{-27} \text{ кг}$ ).

Водород	1,008
Свинец	207,2
Эка-Платина	~ 265

## Модуль объемной упругости

Характеризует сжимаемость тела. Равен отношению давления однородного сжатия к относительному изменению объема. Чем он выше, тем сильнее сжимается вещество при сжатии. Измеряется в единицах, имеющих размерность  $м^2 \cdot кг^{-1}$ .

Алмаз	$0,16 \cdot 10^{-10}$
Свинец	$2,37 \cdot 10^{-10}$
Цезий	$70 \cdot 10^{-10}$

## Модуль Юнга

Характеризует деформацию тела при его растяжении. В соответствии с законом Гука напряжение, возникающее в теле при растяжении, пропорционально относительному удлинению. Коэффициентом пропорциональности и является модуль Юнга. Чем он больше, тем меньше деформируется тело при растяжении. Измеряется в единицах, имеющих размерность давления  $Н \cdot м^{-2}$ .

Цезий	$1,79 \cdot 10^9$
Свинец	$16,4 \cdot 10^9$
Осний	$550 \cdot 10^9$

## Атомный номер

Наиболее общая характеристика химического элемента. Установлена Д.И. Менделеевым, характеризует положение элемента в периодической системе. Численно равна числу электронов в нейтральном атоме, а также заряду его ядра. Безразмерная величина.

Водород	1
Свинец	82
Эка-Платина	110

## Плотность ( $\rho$ )

Масса единицы объема. Важная характеристика конструкционных материалов. Измеряется в единицах, имеющих размерность  $г \cdot см^{-3}$ .

Водород	$8,987 \cdot 10^{-2}$
Свинец	11,34
Осний	22,57



### Потенциал ионизации ( $U_+$ )

Физико-химическая характеристика прочности связи внешнего электрона атома. Чем он выше, тем более прочно связан электрон, тем сильнее, как правило, выражены окислительные свойства соединений. Определяется как работа по удалению электрона от атома в бесконечность. Измеряется в единицах, имеющих размерность энергии, Дж.

Цезий	$6,23 \cdot 10^{-19}$
Свинец	$11,9 \cdot 10^{-19}$
Гелий	$39,3 \cdot 10^{-19}$

### Стандартный электродный потенциал ( $E^0$ )

Скачок потенциала на границе вещество – электролит. Электролит содержит ионы, находящиеся в равновесии с веществом электрода, причем их концентрация должна быть равна 1 моль в литре. Характеризует окислительно-восстановительную активность ионов в водных растворах. Чем он выше, тем менее активно вещество, тем более склонны его катионы в растворе проявлять окислительные свойства. Измеряется в вольтах, В.

Литий	-3,2
Свинец	-0,126
Фтор	2,85

### Ковалентный радиус

Конечно, атомы не шарики с твердой поверхностью. Но все же существует область пространства, в которой присутствие атома определяется "особенно заметно". Количественно ее можно определить как половину расстояния между ядрами атомов в кристалле. Размер этой области и считается ковалентным радиусом атома. Измеряется в метрах.

Водород	$0,37 \cdot 10^{-10}$
Свинец	$1,47 \cdot 10^{-10}$
Цезий	$2,35 \cdot 10^{-10}$

### Удельное электрическое сопротивление ( $\rho$ )

Электрическое сопротивление проводника единичной длины с единичной площадью поперечного сечения. Чем оно больше, тем больше энергии рассеивается в виде тепла при протекании через проводник электрического тока. Или, с другой стороны, тем меньше ток в образце при заданном падении напряжения. Измеряется в единицах, имеющих размерность Ом · м. По величине  $\rho$  материалы делят на проводники ( $\rho \approx 10^{-1}$ ), полупроводники ( $10^{-1} \lesssim \rho \lesssim 10^9$ ), изоляторы ( $\rho \approx 10^9$ ).

Серебро	$1,62 \cdot 10^{-8}$
Свинец	$21 \cdot 10^{-8}$
Сера	$1,91 \cdot 10^{21}$

### Температура кипения

Температура, при которой давление паров данной жидкости становится равным атмосферному ( $1,013 \cdot 10^5$  Па). Характеризует летучесть вещества. Чем она выше, тем менее летуче вещество. Измеряется в градусах Цельсия, °С.

Гелий	-268,9
Свинец	1745
Вольфрам	5367

### Критическая температура сверхпроводимости ( $T_c$ )

Температура, ниже которой электрическое сопротивление вещества равно нулю и оно находится в сверхпроводящем состоянии. Измеряется в Кельвинах, К.

Родий	0,002
Свинец	7,19
Ниобий	9,25

### Температура плавления

Характеризует устойчивость кристаллической решетки тела к нагреванию. Чем она выше, тем более устойчива кристаллическая решетка. Измеряется в градусах Цельсия, °С.

Гелий (при давлении 26 атмосфер)	-272,2
Свинец	327,5
Углерод	4000

### Теплота испарения

Энергия, поглощаемая жидкостью при переходе ее в пар. Чем она выше, тем сильнее связь между частицами жидкости. Измеряется в единицах, имеющих размерность КДж · моль<sup>-1</sup>.

Гелий	0,084
Свинец	179,5
Вольфрам	799

### Теплота плавления

Энергия, поглощаемая телом при плавлении. Чем она выше, тем более устойчивым является кристаллическое состояние тела. Измеряется в единицах, имеющих размерность КДж · моль<sup>-1</sup>.

Гелий	0,021
Свинец	4,77
Алмаз	104

### Электроотрицательность

Одна из главнейших физико-химических характеристик элемента. Показывает стремление к приобретению электронов в ходе химических взаимодействий. Чем она выше, тем большую окислительную способность проявляет элемент. При взаимодействии с более электроотрицательным элементом данный проявляет себя как восстановитель, с менее – как окислитель. Измеряется в условных единицах.

Цезий	0,7
Свинец	1,8
Фтор	4,0

### Энтропия (S)

Термодинамическая характеристика упорядоченности структуры вещества. Сильно зависит от агрегатного состояния и температуры. При плавлении и испарении увеличивается. Чем они больше, тем более хаотично движение частиц, составляющих данное тело. Измеряется в единицах, имеющих размерность Дж · моль<sup>-1</sup> · К<sup>-1</sup>.



Алмаз	2,0
Свинец	65
Хлор (газ)	223

Теперь, после "подсчитывания" достоинств и недостатков нашего героя, становится очевидно, что по отношению к нему вполне возможно употребить самокритичную характеристику честолюбивого Гильденстерна: "мы не верхи на колпаке Фортуны"; правда, столь же обоснованно в применении к свинцу и продолжение этой характеристики, данное острым и, в этой ситуации ироничным, Гамлетом: "Но также не низы ее подошв". Одни говорят — средний; другие — гармоничный ... А что же автор? Я опять скроюсь за цитатой — "Мне нечего сказать ни греку, ни варягу", поскольку не считаю правильной ни одну из оценок. Свинец (как, впрочем, и любой другой элемент) по набору свойств уникален, поэтому он готов выполнить уникальные функции. Какие? Ставьте вопросы и пробуйте — дело за вами, читатель!

Чуть-чуть фантазии — и результат не заставит себя ждать. Впрочем, "чуть-чуть" — это сколько? В этой главе царствуют цифры! Поэтому жаль, конечно, что фантазия не измеряется ими. Но это вовсе не значит, что она не может быть описана вообще. На образном уровне очень выпукло изобразил фантазию Д.Самойлов, причем сумел при этом загадочно соединить многие свойства нашего героя:

Фантазия — свержение с престола,  
Разъятие мировых кругов и сфер.  
Ее для нас придумал Люцифер.  
Фантазия — слепая ярость пола,

Ломание рогов и рык самца.  
Крушение систем и крах теорий.  
Она — недостоверность всех историй  
До гибельной нелепости свинца.

## ПОСЛЕСЛОВИЕ

Герой этой книги как истинный спортсмен — марафонец, обретая второе дыхание, стремительно рванулся вперед. Автор, хотя и делает утреннюю зарядку, но, видимо, недостаточно регулярно и интенсивно. Он отстал от своего героя. Итак, герой — действует, а автору не остается ничего иного, как заняться поисками нового героя. Но прежде чем расстаться с читателем, автор считает себя обязанным познакомить его с теми лицами, которые помогали при написании и переработке книги. Одни — доброжелательным отношением, другие — ценными материалами, третьи — как дружеской, так и нелицеприятной критикой, за что автор искренно благодарит: Н.О. Лебедеву, Р.Я. Жолондковскую, В.М. Пескова, В.Л. Рабиновича, Э.Л. Безносова, Е.С. Грейдину, Т.М. Мейстельман, М.Н. Лулову, А.Э. Грефа, Н.Н. Видякина, А.М. Пентковского, Е.Б. Ширяеву, Б.Н. Слуцкого, Д.Л. Шура, К.Е. Левитина, В.В. Станцо, Е.Б. Шиховцева, В.А. Сайтанова и И.Ю. Лебедева.

Что касается результатов, которых удалось добиться с помощью стольких помощников, то пусть сам читатель решает, удалось ли автору в соответствии с рецептом Г. Гейне

Мощной цепью доказательств,  
Силой многих аргументов,  
И цитатами — конечно,  
Из бесспорных документов

убедить всех в том, что о свинце можно написать интересно.

Впрочем, вряд ли разумно надеяться на то, что в чем бы то ни было можно убедить всех. Особенно в наше время, когда плюрализм пытается делать вид, что он торжествует, а мы по мере сил помогаем ему в этом. Вот почему автор несколько не удивится, когда от некоторых читателей он услышит, что и замысел, и его исполнение в этой книге могли бы быть лучше. Не удивится потому, что и сам так считает. Но, продолжит внимательный читатель, и в деталях, частностях есть упущения. И, как ясно представляется автору, внимательный читатель, слегка прищурив свои быстрые, внимательные глаза, интеллигентно стесняясь огорчительности для автора своего суждения, тем не менее, "не ради истины, но ради правды", заметит: "Хм ... На странице 14 Вы утверждаете, что пословица гласит: "Не хлебом единым жив человек". А ведь это не пословица, это из Евангелия. Кажется, от Матфея, глава 6. Только там иначе — "Душа не больше ли пищи, и тело — одежды?" И придется отвечать, что вовсе не из желания скрыть библейский

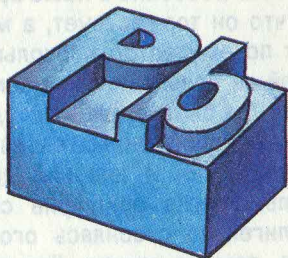


источник речения оно приписано к пословицам, а в силу действительно фольклорной его распространенности. А если уж доискиваться до первоосновы, то окажется, что выражение "... не хлебом единым будет жить человек, но всяким словом Божиим" (от Луки, гл. 4, ст. 4) евангелист Лука вложил в уста Иисуса как цитату из древнейшего Второзакония, части Пятикнижия, созданного в 9 — 7 вв. до н.э. И, тем не менее, критик прав — в цитатах нужно быть точнее. "А на странице 117, — укажет другой внимательный читатель, — температура ранней Вселенной указана "ниже 100000000000 градусов", но совершенно не ясно каких градусов — Цельсия, Фаренгейта, Реомюра?" И хотя при таких температурах различия между шкалами физически маловажны, все же нужно согласиться — цифры требуют особой точности.

Кто-то сравнит эту книгу с ее первым изданием и сочтет второе более плоским, а кто-то — менее глубоким. Да что говорить: и точек зрения и реальных недостатков книги много. Но ведь Вы, уважаемый читатель, все же прочли ее до конца, увидев в этом для себя какую-то пользу. Автор же, закончив работу, смотреть на нее уже не может по причине, точно сформулированной Иосифом Бродским, гений которого, подобно философскому камню, превращает в золото любой словесный мусор:

У северных широт набравшись краски трезвой,  
(иначе — серости) и хлестких резюме,  
ни резвого свинца, ни обнаженных лезвий  
как собственной родни, глаз больше не бздюме.

Вот почему автор с благодарностью ознакомится со взглядами на эту книгу тех читателей, которые захотят поделиться с ним своими суждениями.



## СОДЕРЖАНИЕ

- 3 Предисловие
- 5 Тысячелетний марафон
- 24 Свинцовые ошибки
- 33 Брат Афродиты
- 44 "Божественная" музыка
- 49 Автомобиль не роскошь?
- 51 Свинцовый аккумулятор
- 62 Троянская лошадиная сила
- 62 Пути микроминиатюризации
- 66 Свинцовый привкус безрас-  
судства
- 71 Невольный соучастник
- 74 Какой калибр лучше?
- 79 Песнь Вальсингама
- 97 Рим — Москва — Лейпциг (опыт водо-  
проводного детектива)
- 104 Гераклит и криминалистика
- 111 Второе дыхание марафонца
- 126 "Слышен звон бубенцов изда-  
лека"
- 135 Свидетельствуют цифры
- 141 Послесловие



Научно-популярное издание

**Юрий Александрович Лебедев**

**ВТОРОЕ ДЫХАНИЕ МАРАФОНЦА**

Редактор издательства **С.А. Чистякова**  
Художественный редактор **А.А. Якубенко**  
Технический редактор **Л.С. Гладкова**  
Корректор **И.Д. Король**

ИБ № 3979

Подписано в печать 12.03.90

Т – 02298

Формат бумаги 60 × 90 1/16

Бумага офсетная № 1

Печать офсетная

Усл. печ. л. 9,0

Усл. кр.-отт. 36,5

Уч.-изд. л. 8,87

Тираж 55000 экз.

Заказ 3007

Цена 60 к.

Изд. № 2218

Набрано в издательстве "Металлургия"  
на НПТ оператором **С.Н. Ставничук**

Ордена Трудового Красного Знамени издательство "Металлургия"  
119857, ГСП, Москва, Г-34, 2-й Обыденский пер., д. 14

Предприятие малообъемной книги дважды ордена Трудового Красного  
Знамени Ленинградского производственного объединения «Типография  
им. Ив. Федорова» при Государственном Комитете СССР по печати.  
192007, Ленинград, ул. Боровая, 51.