



# Кое-что о цианистом калии



КРИМИНАЛЬНАЯ ХИМИЯ

## Е. Стрельникова

«Я достал из поставца шкатулку с цианистым калием и положил ее на стол рядом с пирожными. Доктор Лазаверт надел резиновые перчатки, взял из нее несколько кристалликов яда, истер в порошок. Затем снял верхушку пирожных, посыпал начинку порошком в количестве, способном, по его словам, убить слона. В комнате царил молчанье. Мы взволнованно следили за его действиями. Осталось положить яд в бокалы. Решили класть в последний момент, чтобы отравы не улетучилась...»

Это не отрывок детективного романа, а слова принадлежат не вымышленному персонажу. Здесь приведены воспоминания князя Феликса Юсупова о подготовке одного из известнейших в российской истории преступлений — убийства Григория Распутина. Произошло оно в 1916 году. Если до середины XIX века главным помощником отравителей был мышьяк, то после внедрения в криминалистическую практику метода Марша (см. статью «Мышь, мышьяк и Кале-сыщик», «Химия и жизнь», № 1, 2011) к мышьяку прибегали все реже. Зато все чаще стал использоваться цианид калия, или цианистый калий (цианистый кали, как его называли раньше).

## Что это такое...

Цианид калия — это соль циановодородной, или синильной, кислоты  $\text{H}-\text{C N}$ , его состав отражает формула  $\text{KCN}$ . Синильную кислоту в виде водного раствора впервые получил шведский химик Карл Вильгельм Шееле в 1782 году из желтой кровяной соли  $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Читатель уже знает, что Шееле разработал первый метод качественного определения мышьяка (см. «Мышь, мышьяк и Кале-сыщик»). Он же открыл химические элементы хлор, марганец, кислород, молибден и вольфрам, получил мышьяковую кислоту и арсин, оксид бария и другие неорганические вещества. Свыше половины известных в XVIII веке органических соединений также выделил и описал Карл Шееле.

Безводную синильную кислоту получил в 1811 году Жозеф Луи Гей-Люссак. Он же установил ее состав. Циановодород — это бесцветная летучая жидкость, закипающая при температуре  $26^\circ\text{C}$ . Корень «циан» в его названии (от *греч.* — лазурный) и корень русского названия «синильная кислота» сходны по смыслу. Это не случайно. Ионы  $\text{CN}^-$  образуют с ионами железа соединения синего цвета, в том числе состава  $\text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ . Это вещество используется в качестве пигмента гуаши, акварельных и прочих красок под названиями «берлинская лазурь», «милори», «прусская синяя». Возможно, вам эти краски знакомы по наборам гуаши или акварели.

Авторы детективов дружно утверждают, что синильная кислота и ее соли имеют «запах горького миндаля». Конечно, синильную кислоту они не нюхали (равно как и автор этой статьи). Информация о «запахе горького миндаля» почерпнута из справочников и энциклопедий. Есть и другие мнения. Автор «Химия и жизнь» А. Клещенко, окончивший химический факультет МГУ и знакомый с синильной кислотой не понаслышке, в статье «Как отравить героя» («Химия и жизнь», 1999, № 2) пишет, что запах синильной кислоты не похож на миндальный.

Авторы детективов пали жертвами давнего заблуждения. Но с другой стороны, справочник «Вредные химические вещества» тоже специалисты составляли... Можно было бы, в конце концов, получить синильную кислоту и понюхать ее. Но что-то страшновато!

Остается предположить, что восприятие запахов — дело индивидуальное. И то, что одному напоминает запах миндаля, для другого не имеет с миндалем ничего общего. Эту мысль подтверждает Питер Макиннис в книге «Тихие убийцы. Всемирная история ядов и отравлений»: «В детективных романах непременно упоминается аромат горького миндаля, который связан с цианистым натрием, цианистым калием и цианистым водородом (синильной кислотой), однако лишь 40—60 процентов обычных людей способны хотя бы почувствовать этот специфический запах». Тем более что житель средней полосы России с горьким миндалем, как правило, не знаком: его семена, в отличие от сладкого миндаля, в пищу не употребляют и в продажу не поступают.

## ...и зачем его едят?

К миндалю и его запаху вернемся позже. А сейчас — о цианистом калии. В 1845 году немецкий химик Роберт Бунзен, один из авторов метода спектрального анализа, получил цианид калия и разработал способ его промышленного производства. Если сегодня это вещество находится в химических лабораториях и на производстве под строгим контролем, то на рубеже XIX и XX веков цианистый калий был доступен любому (включая злоумышленников). Так, в рассказе Агаты Кристи «Осиное гнездо» цианистый калий купили в аптеке якобы для уничтожения ос. Преступление сорвалось только благодаря вмешательству Эркюля Пуаро.

Энтомологи использовали (и до сих пор используют) небольшие количества цианида калия в морилках для насекомых. Несколько кристаллов яда кладут на дно морилки и заливают гипсом. Цианид медленно реагирует с углекислым газом и парами воды, выделяя циановодород. Насекомые вдыхают отраву и погибают. Заправленная таким образом морилка действует более года. Нобелевский лауреат Лайнус Полинг рассказывал, как его снабжал цианистым калием для изготовления морилки завхоз стоматологического колледжа. Он же и научил мальчика обращаться с этим опасным веществом. Дело было в 1912 году. Как видим, в те годы к хранению «короля ядов» относились довольно легкомысленно.

Откуда у цианистого калия такая популярность среди преступников настоящих и вымышленных? Причины понять нетрудно: вещество хорошо растворимо в воде, не обладает выраженным вкусом, летальная (смертельная) доза невелика — в среднем достаточно 0,12 г, хотя индивидуальная восприимчивость к яду, конечно, различается. Высокая доза цианида калия вызывает почти мгновенную потерю сознания, а затем паралич дыхания. Добавим сюда доступность вещества в начале XIX века, и выбор заговорщиков-убийц Распутина становится понятным.

Синильная кислота так же ядовита, как и цианиды, но неудобна в применении: имеет специфический запах (у цианидов он очень слаб) и не может быть использована незаметно для

жертвы, к тому же из-за высокой летучести опасна для всех окружающих, а не только для того, кому она предназначена. Но и она находила применение как отравляющее вещество. Во времена Первой мировой войны синильная кислота была на вооружении французской армии. В некоторых штатах США ее использовали для казни преступников в «газовых комнатах». Применяется она также и для обработки вагонов, амбаров, судов, заселенных насекомыми, — принцип тот же, что и у морилки юного Полинга.

## Как он действует?

Пора разобраться, как же действует такое нехитрое по составу вещество на организм. Еще в 60-х годах XIX века было установлено, что венозная кровь отравленных цианидами животных имеет алый цвет. Это свойственно, если вы помните, артериальной крови, богатой кислородом. Значит, отравленный цианидами организм не способен усваивать кислород. Синильная кислота и цианиды каким-то образом тормозят процесс тканевого окисления. Оксигемоглобин (соединение гемоглобина с кислородом) впуская циркулирует по организму, не отдавая кислород тканям.

Причину этого явления разгадал немецкий биохимик Отто Варбург в конце 20-х годов XX века. При тканевом дыхании кислород должен принять электроны от вещества, подвергающегося окислению. В процессе передачи электронов участвуют ферменты под общим названием «цитохромы». Это белковые молекулы, содержащие небелковый геминный фрагмент, связанный с ионом железа. Цитохром, держа и превращается в ион  $Fe^{2+}$ . Тот, в свою очередь, передает электрон молекуле следующего цитохрома, окисляясь до  $Fe^{3+}$ . Так электрон передается по цепи цитохромов, подобно мячу, который «цепочка баскетболистов передает от одного игрока к другому, неумолимо приближая его к корзине (кислороду)». Так описал работу ферментов тканевого окисления английский биохимик Стивен Роуз. Последний игрок в цепочке, тот, который забрасывает мяч в кислородную корзину, называется цитохромоксидазой. В окисленной форме он содержит ион  $Fe^{3+}$ . Эта форма цитохромоксидазы и служит мишенью для цианид-ионов, которые могут образовывать ковалентные связи с катионами металлов и предпочитают именно  $Fe^{3+}$ .

Связывая цитохромоксидазу, цианид-ионы выводят молекулы этого фермента из окислительной цепи, и передача электрона кислороду прерывается, то есть кислород клеткой не усваивается. Был обнаружен интересный факт: ежики, находящиеся в зимней спячке, способны переносить дозы цианида, во много раз превосходящие смертельную. А причина в том, что при низкой температуре усвоение кислорода организмом замедляется, как и все химические процессы. Поэтому уменьшение количества фермента переносится легче.

У читателей детективов иногда возникает представление, что цианистый калий — самое ядовитое вещество на Земле. Вовсе нет! Никотин и стрихнин (вещества растительного происхождения) в десятки раз более ядовиты. О мере ядовитости можно судить по массе токсина на 1 кг веса лабораторного животного, которая требуется для наступления смерти в 50% случаев ( $LD_{50}$ ). Для цианида калия она равна 10 мг/кг, а для никотина — 0,3. Далее идут: диоксин, яд искусственного происхождения — 0,022 мг/кг; тетродотоксин, выделяемый рыбой фугу, — 0,01 мг/кг; батрахотоксин, выделяемый колумбийской древесной лягушкой, — 0,002 мг/кг; рицин, содержащийся в семенах клещевины, — 0,0001 мг/кг (подпольную лабораторию террористов по изготовлению рицина раскрыли британские спецслужбы в 2003 году);  $\beta$ -бунгаротоксин, яд южноазиатской змеи бунгарос, — 0,000019 мг/кг; токсин столбняка — 0,000001 мг/кг.

Наиболее ядовит ботулинический токсин (0,0000003 мг/кг), который вырабатывается бактериями определенного вида, развивающимися в анаэробных условиях (без доступа воздуха) в

консервах или колбасе. Разумеется, сначала они должны туда попасть. И время от времени попадают, особенно в консервы домашнего производства. Домашняя колбаса сейчас встречается редко, а когда-то именно она нередко была источником ботулизма. Даже название болезни и ее возбудителя произошло от латинского *botulus* — «колбаса». Ботулиническая бацилла в процессе жизнедеятельности выделяет не только токсин, но и газообразные вещества. Поэтому вздувшиеся консервные банки не стоит вскрывать.

Ботулинический токсин — нейротоксин. Он нарушает работу нервных клеток, которые передают импульс к мышцам. Мышцы перестают сокращаться, наступает паралич. Но если взять токсин в низкой концентрации и воздействовать точно на определенные мышцы, организм в целом не пострадает, зато мышца окажется расслабленной. Препарат и называется «ботокс» (ботулинический токсин), это и лекарство при мышечных спазмах, и косметическое средство для разглаживания морщин.

Как видим, самые ядовитые на свете вещества создала природа. Добывать их гораздо сложнее, чем получить нехитрое соединение KCN. Понятно, что цианид калия и дешевле, и доступнее.

Однако не всегда применение цианистого калия в преступных целях дает гарантированный результат. Посмотрим, что пишет Феликс Юсупов о событиях, происходивших в подвале на Мойке студеной декабрьской ночью 1916 году:

«...Я предложил ему эклеры с цианистым калием. Он сперва отказался.

— Не хочу, — сказал он, — больно сладкие.

Однако взял один, потом еще один... Я смотрел с ужасом. Яд должен был подействовать тут же, но, к изумлению моему, Распутин продолжал разговаривать, как ни в чем не бывало. Тогда я предложил ему наших домашних крымских вин...

Я стоял возле него и следил за каждым его движением, ожидая, что он вот-вот рухнет...

Но он пил, чмокал, смаковал вино, как настоящие знатоки. Ничего не изменилось в лице его. Временами он подносил руку к горлу, точно в глотке у него спазм. Вдруг он встал и сделал несколько шагов. На мой вопрос, что с ним, он ответил:

— А ничего. В горле щекотка.

...Яд, однако, не действовал. «Старец» спокойно ходил по комнате. Я взял другой бокал с ядом, налил и подал ему.

Он выпил его. Никакого впечатления. На подносе оставался последний, третий бокал.

В отчаянии я налил и себе, чтобы не отпускать Распутина от вина...

Все напрасно. Феликс Юсупов поднялся к себе в кабинет.

«...Дмитрий, Сухотин и Пуришкевич, едва я вошел, кинулись навстречу с вопросами:

— Ну что? Готово? Кончено?

— Яд не подействовал, — сказал я.

Все потрясенно замолчали.

— Не может быть! — вскричал Дмитрий.

— Доза слоновья! Он все проглотил? — спросили остальные.

— Все, — сказал я».

Но все-таки цианид калия оказал некоторое действие на организм старца:

«Голову он свесил, дышал прерывисто...

— Вам нездоровится? — спросил я.

— Да, голова тянется и в брюхе жжет. Ну-ка, налей маленько. Авань полегчает».

Действительно, если доза цианида не столь велика, чтобы вызвать мгновенную смерть, на начальной стадии отравления ощущаются царапанье в горле, горький вкус во рту, онемение рта и зева, покраснение глаз, мышечная слабость, головокружение, пошатывание, головная боль, сердцебиение, тошнота, рвота. Дыхание несколько учащенное, затем делается более глубоким. Некоторые из этих симптомов Юсупов заметил у Распутина. Если на этой стадии отравления поступление яда

в организм прекращается, симптомы исчезают. Очевидно, отравы оказалось для Распутина маловато. Стоит разобраться в причинах, ведь организаторы преступления рассчитали «слонью» дозу. Кстати, о слонах. Валентин Катаев в своей книге «Разбитая жизнь, или Волшебный рог Оберона» описывает случай со слоном и цианистым калием.

В дореволюционные времена в одесском цирке-шапито Лорбербаума впал в ярость слон Ямбо. Поведение взбесившегося слона стало опасным, и его решили отравить. Как вы думаете чем? «Его решили отравить цианистым кали, положенным в пирожные, до которых Ямбо был большой охотник», — пишет Катаев. И далее: «Я этого не видел, но живо представил себе, как извозчик подъезжает к балагану Лорбербаума и как служители вносят пирожные в балаган, и там специальная врачебная комиссия... с величайшими предосторожностями, надев черные гуттаперчевые перчатки, при помощи пинцетов начинают пирожные кристалликами цианистого кали...» Не правда ли, очень напоминает манипуляции доктора Лазоверта? Следует только добавить, что воображаемую картину рисует себе мальчик-гимназист. Не случайно этот мальчик впоследствии стал известным писателем!

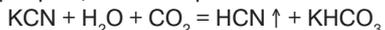
Но вернемся к Ямбо:

«О, как живо рисовало мое воображение эту картину... Я стонал в полусне... Тошнота подступала к сердцу. Я чувствовал себя отравленным цианистым кали... Мне казалось, что я умираю... Я встал с постели и первое, что я сделал, это схватил «Одесский листок», уверенный, что прочту о смерти слона. Ничего подобного!

Слон, съевший пирожные, начиненные цианистым кали, оказывается, до сих пор жив-живехонек и, по-видимому, не собирается умирать. Яд не подействовал на него. Слон стал лишь еще более буйным».

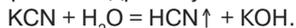
О дальнейших событиях, произошедших со слоном и с Распутиным, можно прочитать в книгах. А нас интересуют причины «необъяснимого нонсенса», как писал о случае со слоном «Одесский листок». Таких причин – две.

Во-первых, HCN — очень слабая кислота. Такая кислота может быть вытеснена из своей соли более сильной кислотой и улетучиться. Даже угольная кислота сильнее синильной. А угольная кислота образуется при растворении углекислого газа в воде. То есть под действием влажного воздуха, содержащего и воду, и углекислый газ, цианид калия постепенно превращается в карбонат:

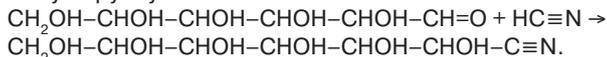


Если цианид калия, который использовали в описанных случаях, долго хранился в контакте с влажным воздухом, он мог и не подействовать.

Во-вторых, соль слабой циановодородной кислоты подвержена гидролизу:



Выделяющийся циановодород способен присоединяться к молекуле глюкозы и других сахаров, содержащих карбонильную группу:



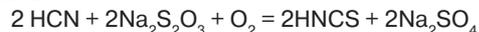
Вещества, образующиеся в результате присоединения циановодорода по карбонильной группе, называются циангидринами. Глюкоза — продукт гидролиза сахарозы. Люди, работающие с цианидами, знают, что для профилактики отравления следует держать за щекой кусочек сахара. Глюкоза связывает цианиды, находящиеся в крови. Та часть яда, которая уже проникла в клеточное ядро, где в митохондриях происходит тканевое окисление, для сахаров недоступна. Если у животного повышенное содержание глюкозы в крови, оно более устойчиво к отравлению цианидами, как, например, птицы. То же наблюдается и у больных сахарным диабетом. При поступлении в организм небольших порций цианидов организм может обезвредить их самостоятельно с помощью глюкозы, содержащейся в крови. А при отравлении в качестве



антидота используют 5%-ный или 40%-ный растворы глюкозы, вводимые внутривенно. Но это средство действует медленно.

И для Распутина, и для слона Ямбо цианидом калия начинили пирожные, содержащие сахар. Съедены они были не сразу, а тем временем цианид калия выделил синильную кислоту, и она присоединилась к глюкозе. Часть цианида определенно успела обезвредиться. Добавим, что на сытый желудок отравление цианидами происходит медленнее.

Есть и другие противоядия к цианидам. Во-первых, это соединения, легко отщепляющие серу. В организме содержатся такие вещества — аминокислоты цистеин, глутатион. Они, как и глюкоза, помогают организму справиться с малыми дозами цианидов. Если же доза большая, в кровь или мышцу можно специально ввести 30%-ный раствор тиосульфата натрия  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  (или  $\text{Na}_2\text{SO}_3\text{S}$ ). Он реагирует в присутствии кислорода и фермента роданазы с синильной кислотой и цианидами по схеме:



При этом образуются тиоцианаты (роданиды), гораздо менее вредные для организма, чем цианиды. Если цианиды и синильная кислота относятся к первому классу опасности, то тиоцианаты — вещества второго класса. Они отрицательно влияют на печень, почки, вызывают гастрит, а также угнетают щитовидную железу. У людей, систематически испытывающих воздействие небольших доз цианидов, возникает заболевание щитовидной железы, вызванное постоянным образованием тиоцианатов из цианидов. Тиосульфат в реакции с цианидами более активен, чем глюкоза, но тоже действует медленно. Обычно его используют в комбинации с другими антицианидами.

Второй тип антидотов против цианидов — это так называемые метгемоглобинообразователи. Название говорит о том, что эти вещества образуют из гемоглобина метгемоглобин (см. «Химию и жизнь», 2010, № 10). Молекула гемоглобина содержит четыре иона  $\text{Fe}^{2+}$ , а в метгемоглобине они окислены до  $\text{Fe}^{3+}$ . Поэтому он не способен обратимо связывать кислород  $\text{Fe}^{3+}$  и не переносит его по организму. Это может произойти под действием веществ-окислителей (среди них оксиды азота, нитраты и нитриты, нитроглицерин и многие другие). Ясно, что это яды, «выводящие из строя» гемоглобин и вызывающие гипоксию (кислородную недостаточность). «Порченный» этими ядами гемоглобин не переносит кислород, но зато способен связывать цианид-ионы, которые испытывают непреодолимое влечение к иону  $\text{Fe}^{3+}$ . Попавший в кровь цианид связывается метгемоглобином и не успевает попасть в митохондрии клеточных ядер, где неизбежно «перепортил» всю цитохромоксидазу. А это гораздо хуже, чем «испорченный» гемоглобин.

Американский писатель, биохимик и популяризатор науки Айзек Азимов объясняет это так: «Дело в том, что в организме имеется очень большое количество гемоглобина... Геминные же ферменты присутствуют в очень незначительных количествах. Уже нескольких капель цианида оказывается достаточно, чтобы разрушить большую часть этих ферментов. Если это случается, конвейер, окисляющий горячие вещества организма, останавливается. Че-

рез несколько минут клетки тела погибают от недостатка кислорода столь же неотвратимо, как если бы кто-нибудь схватил человека за горло и попросту задушил его».

В этом случае мы наблюдаем поучительную картину: одни яды, вызывающие гемическую (кровяную) гипоксию, тормозят действие других ядов, тоже вызывающих гипоксию, но другого типа. Прямая иллюстрация русского идиоматического выражения: «вышибать клин клином». Главное — не переборщить с метгемоглобинообразователем, чтобы не поменять шило на мыло. Содержание метгемоглобина в крови не должно превышать 25—30% от общей массы гемоглобина. В отличие от глюкозы или тиосульфата метгемоглобин не просто связывает цианид-ионы, циркулирующие в крови, но и помогает «испорченному» цианидами дыхательному ферменту освободиться от цианид-ионов. Это происходит благодаря тому, что процесс соединения цианид-ионов с цитохромоксидазой обратим. Под действием метгемоглобина уменьшается концентрация этих ионов в плазме крови — а в результате новые цианид-ионы отщепляются от комплексного соединения с цитохромоксидазой.

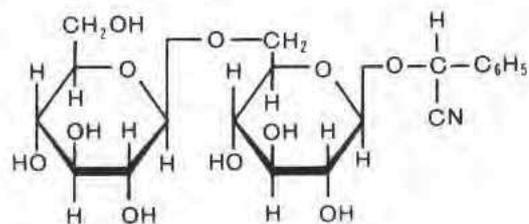
Реакция образования цианметгемоглобина тоже обратима, поэтому со временем цианид-ионы снова поступают в кровь. Чтобы связать их, одновременно с антидотом (обычно нитритом) в кровь вводят раствор тиосульфата. Наиболее эффективна смесь нитрита натрия с тиосульфатом натрия. Она способна помочь даже на последних стадиях отравления цианидами — судорожной и паралитической.

## Где с ним можно встретиться?

Имеет ли шанс обычный человек, не герой детективного романа, отравиться цианидом калия или синильной кислотой? Как любые вещества первого класса опасности, цианиды хранятся с особыми предосторожностями и недоступны рядовому злоумышленнику, если только он не сотрудник специализированной лаборатории или цеха. Да и там подобные вещества на строгом учете. Однако отравление цианидами может произойти и без участия злодея.

Во-первых, цианиды встречаются в природе. Цианид-ионы входят в состав витамина В<sub>12</sub> (цианкобаламина). Даже в плазме крови здорового человека на 1 л приходится 140 мкг цианид-ионов. В крови курящих людей содержание цианидов в два с лишним раза больше. Но такие концентрации организм переносит безболезненно. Другое дело, если с пищей поступят цианиды, содержащиеся в некоторых растениях. Тут возможно серьезное отравление. В ряду источников синильной кислоты, доступных каждому, можно назвать семена абрикосов, персиков, вишен, горького миндаля. В них содержится гликозид амигдалин.

Амигдалин принадлежит к группе цианогенных гликозидов, образующих при гидролизе синильную кислоту. Этот гликозид был выделен из семян горького миндаля, за что и получил свое



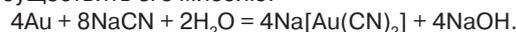
название (греч. μ — «миндаль»). Молекула амигдалина, как и положено гликозиду, состоит из сахаристой части, или гликона (в данном случае это остаток дисахарида генцибиозы), и несакхаристой части, или агликона. В остатке генцибиозы, в свою очередь, гликозидной связью связаны два остатка β-глюкозы. В роли агликона выступает циангидрин бензаль-

дегида — манделонитрил, вернее, его остаток, связанный с гликоном гликозидной связью.

При гидролизе молекула амигдалина распадается на две молекулы глюкозы, молекулу бензальдегида и молекулу синильной кислоты. Это происходит в кислой среде или под действием фермента эмульсина, содержащегося в косточке. Из-за образования синильной кислоты один грамм амигдалина — смертельная доза. Это соответствует 100 г ядрышек абрикосовых косточек. Известны случаи отравления детей, съевших по 10—12 косточек абрикоса.

В горьком миндале содержание амигдалина в три — пять раз выше, но есть его косточки вряд ли захочется. В крайнем случае следует подвергнуть их нагреванию. При этом разрушится фермент эмульсин, без которого гидролиз не пойдет. Именно благодаря амигдалину семена горького миндаля имеют свой горький вкус и миндальный запах. Точнее, миндальный запах имеет не сам амигдалин, а продукты его гидролиза — бензальдегид и синильная кислота (запах синильной кислоты мы уже обсуждали, а вот запах бензальдегида, без сомнения, миндальный).

Во-вторых, отравление цианидами может произойти на производстве, где они используются для создания гальванических покрытий или для извлечения благородных металлов из руд. Ионы золота и платины образуют с цианид-ионами прочные комплексные соединения. Благородные металлы не способны окисляться кислородом, потому что их оксиды непрочно. Но если кислород действует на эти металлы в растворе цианида натрия или калия, то образующиеся при окислении ионы металла связываются цианид-ионами в прочный комплексный ион и металл полностью окисляется. Сам цианид натрия благородных металлов не окисляет, но помогает окислителю осуществить его миссию:



Рабочие, занятые в таких производствах, испытывают хроническое воздействие цианидов. Цианиды ядовиты и при попадании в желудок, и при вдыхании пыли и брызг при обслуживании гальванических ванн, и даже при попадании на кожу, особенно если на ней есть ранки. Недаром доктор Лазоверт надевал резиновые перчатки. Был случай смертельного отравления горячей смесью, содержащей 80% KCN, которая попала рабочему на кожу.

Даже не занятые в горно-обогатительном или на гальваническом производстве люди могут пострадать от цианидов. Известны случаи, когда в реки попадали сточные воды таких производств. В 2000, 2001 и 2004 году Европа была встревожена выбросами цианидов в воды Дуная на территории Румынии и Венгрии. Это приводило к тяжелым последствиям для обитателей рек и жителей прибрежных поселков. Отмечались случаи отравления рыбой, выловленной в Дунае. Поэтому нелишне знать меры предосторожности при обращении с цианидами. И читать в детективах про цианистый калий будет интереснее.

## Список используемой литературы

**Азимов А.** Химические агенты жизни. М.: Издательство иностранной литературы, 1958.

Вредные химические вещества. Справочник. Л.: Химия, 1988.

**Катаев В.** Разбитая жизнь, или Волшебный рог Оберона. М.: Советский писатель, 1983.

**Оксенгендлер Г. И.** Яды и противоядия. Л.: Наука, 1982.

**Роуз С.** Химия жизни. М.: Мир, 1969.

Энциклопедия для детей «Аванта+». Т. 17. Химия. М.: Аванта+, 2001.

**Юсупов Ф.** Мемуары. М.: Захаров, 2004.