

ЗОЛОТОДОБЫЧА

технологии и оборудование для профессионалов и любителей

Амальгамация золота в непромышленных условиях

Тагильцев А.Н. Перевод с английского /1/

От редакции бюллетеня «Золотодобыча». В России применение ртути в золотодобыче было запрещено приказом Комдрагмета СССР № 124 от 29.12.1988 года "О прекращении применения ртути (амальгамации) в технологических процессах при обогащении золотосодержащих руд и песков". До этого ртуть использовали очень широко, ее расход в золотодобывающей промышленности СССР составлял сотни тонн в год, причем подавляющая часть ртути поступала в отвалы и среду обитания. Нередко ртуть встречается и современным золотодобытчикам при переработке хвостов шлихообогатительных фабрик (ШОФ) и техногенных отвалов. Используется и теряется ртуть также в других отраслях промышленности ([читать](#))

В СССР в 1999 году Постановлением Министерства труда и социального развития Российской Федерации от 14 октября 1999 г. N 37 приняты Межотраслевые правила по охране труда при производстве и применении ртути ([читать](#))

Если ртуть встречается при промышленной добыче золота, рекомендуется обратиться к специалистам Иргиредмета, так как методы работы с промышленным загрязнением ртутью в этой статье не рассматриваются.

В других странах амальгамацию золота используют и сегодня. В приведенной ниже статье приведены краткие сведения об амальгамации и методы работы с небольшим количеством ртути в непромышленных условиях.

Ртуть («живое серебро») — жидкий металл цвета серебра, который имеет высокую степень смачивания некоторых металлов. Чистая ртуть имеет тенденцию скатываться в единую массу. Шарик ртути также притягивает к себе частицы золота, поглощая их в свою массу. Капелька ртути поглощает частицы золота, пока не станет так плотно набита золотом, что больше не сможет удерживаться, как единая масса, и начинает рассыпаться.

Процесс смешения ртути с металлами называется «амальгамация». Смесь золота и ртути называется «амальгамой». Амальгама образуется благодаря диффузии ртути в золото. Ртуть не растворяет золото, а лишь смачивает его. Амальгамация является самым древним из существующих методов очистки золота. Этот процесс продолжают использовать в золотодобыче и в наши дни.

Применяют ртуть в основном если золото мелкое (мельче 1 мм) и выделить его промывкой из черного песка не удастся.

ВНИМАНИЕ! Ртуть является ядом. Следует быть осторожным, чтобы избежать вдыхания паров или попадание ртути в ваше тело через открытые порезы или даже поры кожи. При работе с ртутью желательнее использовать резиновые перчатки. Также неплохо надеть защитные очки. Процедура должна выполняться

на открытом воздухе с подветренной стороны от себя и окружающих жилых строений.

Ртуть — тяжелый металл с удельной массой около 13,5 г/см³. Некоторые опытные золотодобытчики помещали ртуть в шлюзы для промывки песков, чтобы уловить больше мелких частиц золота, которые иначе были бы смыты со шлюза. В современных промывочных приборах ртуть не используется.

Золото должно быть чистым, чтобы его могла захватывать ртуть. Иногда самородное золото может быть покрыто тонким слоем нефти или другой примеси. Такие примеси могут мешать амальгамированию золота. Если вы хотите использовать ртуть, чтобы амальгамация вытянула все золото из концентрата, неплохо предварительно поместить его в 10-процентный раствор азотной кислоты (10 частей воды к 1 части кислоты). Данный процесс не должен выполняться на металлическом лотке, поскольку раствор кислоты вступит в реакцию с металлом лотка. Пластиковый лоток для промывки золота или стеклянная банка лучше всего подходят для промывки концентрата раствором кислоты.

ВНИМАНИЕ! Работа с кислотой может представлять опасность! Будьте чрезвычайно осторожны, чтобы избежать попадания брызг кислоты на себя, в глаза или вдыхания её паров. В случае контакта с кислотой используйте чистую воду, чтобы смыть кислоту. Необходимо помнить правило при приготовлении раствора — **наливать кислоту в воду, а не наоборот**. Это поможет избежать реагирования крепкого раствора кислоты с примесями, что может вызвать ее разбрызгивание и попадание на вас или ваше оборудование. Кислоту можно нейтрализовать пищевой содой.

Вся работа с кислотой и ртутью должна выполняться вне помещения и с подветренной стороны от вас или жилых помещений и/или в хорошо вентилируемом вытяжном шкафу.

Когда раствор азотной кислоты выливают на очищаемый концентрат, иногда начинается реакция с выделением газа. Концентрат при чистке раствором кислоты необходимо погрузить в кислоту до полного прекращения видимых признаков реакции. Затем концентрат необходимо промыть чистой водой, чтобы разбавить и отделить кислоту от концентрата. По окончании промывки концентрат должен быть приготовлен к процессу амальгамации.

Небольшое количество концентрата может быть амальгамировано в стальном или пластиковом лотке для промывки золота. Ртути должно быть примерно столько же, сколько золота в концентрате. Слишком большое количество ртути не нужно, поскольку работать с ней в лотке становится неудобно. На всякий случай постарайтесь налить несколько меньше расчетного количества. При необходимости можно добавить еще. Во время амальгамации на лотке должно быть немного воды.

Возьмите лоток в руки и осторожно поводите кругами, пока все видимое золото не сольется с шариком ртути. Ртуть не поглотит в себя черный песок. Главное, что вам надо делать — заставить ртуть собрать все видимое золото из черного песка.

Как только все видимое золото будет захвачено ртутью, смойте черный песок в таз с водой. Использование таза предусмотрено в этом пункте на тот случай, если вы не удержите и сольете вашу амальгаму или ее часть с лотка. Это особенно легко сделать, если вы используете слишком много ртути. При сливе в таз и смыве части

амальгамы с лотка вы можете вернуть её из таза и попытаться снова промыть без потерь. Излишек ртути можно отсосать из амальгамы, используя шприц для подкожных инъекций (без иглы).

Во время этого окончательного промыва удобно иметь два лотка для промывки золота. Амальгаму можно сливать из одного лотка в другой, смывая оставшийся песок с того лотка, с которого слили амальгаму. Таким образом, весь черный песок может быть отделен от амальгамы быстро и без потерь.

Надо иметь в виду, что ртуть не захватывает платину. Нужно быть внимательным, чтобы увидеть ее во время процесса конечной промывки, если вы хотите сохранить ее. Платина тяжелее чем черный песок. Ее можно собрать с лотка после того, как наибольшая часть черного песка уже смыта.

Во время амальгамации, если у вас нет достаточно ртути на лотке, чтобы собрать всё присутствующее золото, вы заметите, что амальгама начинает разделяться на отдельные куски. Если это происходит, добавьте еще ртути, чтобы весь шарик амальгамы удержался цельным и собрал все золото с концентрата.

До предела насыщенный золотом шарик амальгамы будет состоять по объему из 50% золота и 50% ртути.

Как только все золото будет амальгамировано и амальгама отделена от черного песка, следует удалить излишки ртути из амальгамы. Это можно сделать путем выдавливания амальгамы через влажную замшу до тех пор, пока вся ртуть не пройдет через поры ткани. А также можно использовать плотный материал, кусок брезента и нейлонового чулка, но тонкая замша сделает это наилучшим образом. Выдавливание ртути должно выполняться под водой, чтобы предотвратить разбрызгивание ртути через поры ткани и ее попадание на пол или землю. Если контейнер для улавливания заполнить водой, то это предотвратит разбрызгивание или отскакивание ртути. т.к. она останется в контейнере.

Рекомендуется использовать резиновые перчатки при выполнении процесса выдавливания. Это предотвратит впитывание ртути в какие-либо порезы, которые могут быть на ваших руках.

Для удаления излишков ртути из амальгамы также очень хорошо работает шприц для подкожных инъекций (без иглы). Самое лучшее — это найти большой гибкий пластиковый шприц с крепким поршнем. Обычно такие шприцы можно приобрести в магазине ветеринарных принадлежностей. Можно использовать плоскогубцы, чтобы сжать входное отверстие как можно плотнее. Это предотвратит всасывание значительного количества золота с ртутью.

Шприцевый метод чище и легче, чем с использованием замши, и золото не теряется во время этого процесса. Любое золото, вытянутое из амальгамы, останется в вашей ртути, и в качестве бонуса будет извлечено позже.

Ртуть, удаленная из амальгамы, будет содержать в себе некоторое количество сверх мелкого золота. Это оставшееся золото будут способствовать даже большему смачиванию золота ртутью при использовании в последующих процессах амальгамации.

Как только все излишки ртути будут отделены из шарика амальгамы, следует отделить ртуть от золота. Это можно выполнить двумя разными способами. Первый способ – нагреванием амальгамы до тех пор, пока вся ртуть не испарится из золота. Второй способ – растворение ртути в азотной кислоте.

ВЫПАРИВАНИЕ МАЛЫХ КОЛИЧЕСТВ РТУТИ (ОТПАРКА)

Ртуть испаряется при температуре 357°C. Такая температура достигается в верхней части открытого пламени большинства газовых горелок.

ВНИМАНИЕ! Пары ртути чрезвычайно ядовиты и могут вызвать смертельное отравление, если их вдохнуть. **НИКОГДА НЕ ВЫПАРИВАЙТЕ РТУТЬ ВНУТРИ ЗАКРЫТОГО ПОМЕЩЕНИЯ!** Ртуть может выделять ядовитые испарения даже при комнатной температуре.

Нагревание ртути всегда должно выполняться вне помещения и в том месте, где ветер бы сдувал пары от вас и кого-либо еще поблизости.

Ртуть может оставаться на золоте в небольших количествах, поэтому не удивительно ее присутствие, даже если ее не видно невооруженным глазом. Вот почему, когда вы нагреваете ваше золото во время этапа окончательной очистки, вы должны делать это на открытом воздухе и с подветренной стороны.

Для нагрева лучше использовать маленький стальной лоток или миску (сковородку) 15–20 см в диаметре. Алюминиевый лоток не очень подходит для работы с ртутью, поскольку алюминий реагирует с ней в процессе амальгамации. Это может повлечь трудности в процессе очистки золота.

При нагреве шарика амальгамы в стальном лотке предварительно необходимо постараться удалить из нее как можно больше излишков ртути, как об этом говорилось выше.

Вначале амальгаму нужно нагревать медленно, чтобы избежать кипения воды и разбрызгивания ртути с лотка. Как только этой опасности не будет, температуру нагрева можно увеличить, чтобы ускорить работу. Если ваше золото содержит небольшое количество налипшей на него ртути, вам не нужно беспокоиться о разбрызгивании. Но никогда не забывайте, что пары ртути вредны. Выполняйте все операции на открытом воздухе и из-под ветра.

ИСПАРЕНИЕ РТУТИ В РЕТОРТЕ

Когда амальгамы много и ртуть хотят собрать для дальнейшего использования, ее выпаривание ведут в реторте (похожей на самогонный аппарат). Она состоит из металлического, плотно закрываемого тигля для амальгамы, трубки и холодильника с емкостью для осаждения ртути.

Нагревание амальгамы производится в тигле. Пары ртути по трубке поступают в холодильник, где, остывая, превращаются в металлическую ртуть. Под открытый конец пароотводной трубки (после холодильника) помещается маленький заполненный водой контейнер так, чтобы ртуть капала в него по мере вытекания из пароотводной трубки.

Важно! Конец трубки должен находиться близко к поверхности воды, но не погружен в воду. **Это ОПАСНО!** Вода может подняться по трубке в раскаленный тигель и, испарившись, взорвать ваш аппарат.

При перегонке крышка тигля должна быть хорошо уплотнена («замазана замазкой») глиной или герметиком так, чтобы пары ртути шли только в трубку. В полевых условиях подходит смесь муки и воды. Как только герметик наносится на верхнюю внешнюю кромку тигля с золотом, крышка должна быть сразу плотно завинчена. Проверяют уплотнение тигля путем вдвухания воздуха в пароотводную трубку. Воздух не должен выбегать через уплотнение вокруг верхней наружной кромки тигля. Если он проходит, необходимо заново уплотнить тигель и снова проверить его, чтобы убедиться, что уплотнение сделано качественно.

Медленно увеличивайте нагрев тигля с золотом до тех пор, пока ртуть не начнет выходить из пароотводной трубки в контейнер для ее сбора. Продолжайте нагревать с температурой пламени, достаточной чтобы удерживать ровный поток ртути в приемный контейнер.

Когда ртуть перестанет выбегать из пароотводной трубки, продолжайте нагревать тигель с золотом еще несколько минут.

Как только реторта охладилась, снимите уплотнение с тигля и изымите золото.

Золото после перегонки получится в виде желтой губки. Ртуть из приемного контейнера сохраняют для дальнейшего использования.

ПРЕДОСТЕРЕЖЕНИЯ!

Перегонка должна выполняться вне помещения и с подветренной стороны от любого жилья поблизости. Даже если предполагается, что реторта перегнала всю ртуть, вы никогда не сможете почувствовать себя в безопасности.

Немного ртутных паров может остаться в тигле с золотом, сразу после перегонки. Будьте осторожны и не вдыхайте пары, когда снимите крышку с тигля.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕГОНКА

Для химического отделения ртути от золота используют азотную кислоту. Азотная кислота, вступая в реакцию с ртутью и растворяя ее, не оказывает никакого воздействия на золото. При работе с кислотой убедитесь, что из амальгамы удалены все излишки ртути, весь черный песок и другие примеси.

1. Поместите амальгаму в маленькую стеклянную банку и поставьте ее в безопасном месте с подветренной стороны от ближней жилой зоны.

2. Влейте раствор 6:1 кислоты (или крепче) и наблюдайте химическую реакцию до тех пор, пока видимые признаки реакции не закончатся.

ВНИМАНИЕ!: БУДЬТЕ ОСТОРОЖНЫ И НЕ ВДЫХАЙТЕ ПАРЫ, ВЫДЕЛЯЮЩИЕСЯ ПРИ ХИМИЧЕСКОЙ РЕАКЦИИ! Не допускайте контакта раствора кислоты с кожей, даже если кислота разбавлена.

3. Тщательно промойте банку чистой водой, чтобы разбавить и смыть кислоту в отдельный контейнер.

4. Если вся ртуть еще не растворилась, и золото не вернуло себе естественную форму хлопьев и порошка, используйте спицу, чтобы проткнуть и разломить оставшуюся амальгаму. Слейте воду из банки и добавьте другую порцию раствора азотной кислоты. Иногда необходимо слегка проткнуть золото, чтобы разломить амальгаму во время реакции с кислотой.

5. Как только реакция прекратится, промойте снова чистой водой. Если золото все же не вернулось к естественной форме, увеличьте концентрацию раствора кислоты.

Когда вы имеете дело с малыми количествами ртути, то золото обычно полностью очищается после его первого погружения в азотную кислоту. Иногда при работе с большим количеством ртути необходимо выполнить пункты несколько раз, как описано выше.

Если азотной кислотой растворяете большое количество ртути и есть желание сохранить ее, то это можно сделать, слив раствор разбавленной кислоты в отдельную банку. Раствор кислоты содержит ртуть, которая была удалена с амальгамы. Как только раствор слит в отдельную банку, необходимо опустить в нее небольшое количество алюминиевой фольги. При этом кислота, реагируя с алюминием, осадит ртуть на дно банки.

Раствор кислоты можно затем слить из контейнера и у вас останется вся или наибольшая часть первоначальной ртути. Оставшийся раствор кислоты можно далее нейтрализовать пищевой содой, добавляя ее до тех пор, пока не прекратится выделение газа.

ВНИМАНИЕ! Растворы кислоты, оставшиеся от этих химических процессов перегонки, почти всегда классифицируются как опасные отходы, поэтому их необходимо содержать должным образом, чтобы предотвратить их утечку в окружающую среду. Чтобы избежать проблем с законом и здоровьем своим и других людей, старатель должен иметь безопасный и легальный план утилизации таких отходов до выполнения каких-либо процессов, которые создают эти отходы.

ВНИМАНИЕ! Всегда, работая с азотной кислотой, вы должны иметь источник чистой воды непосредственно перед вами. Таким образом, если кислота брызнет или попадет на вас или ваше оборудование, ее можно будет быстро разбавить чистой водой.

Кислота, пролитая на кожу, вызовет ожог, если ее не смыть мгновенно. Кислота, попавшая на вашу одежду, скорее всего, вызовет ожог. Вы должны немедленно снять поврежденную одежду и смыть кислоту с кожи.

Избегайте вдыхания паров азотной кислоты. Пары могут воздействовать на оболочки внутри легких. Самое важное предостережение — избегать попадания азотной кислоты в глаза. Если это случилось, — безотлагательно опустите голову в воду так, чтобы глаза были в воде, чтобы смыть кислоту. Затем обратитесь к доктору. Также неплохо надеть защитные очки!

Азотная кислота реагирует с большинством металлов. Поэтому будьте осторожны, чтобы не разлить ее! Кислоту необходимо хранить в стеклянной банке, в правильно подобранных, герметично закрывающихся пластиковых контейнерах или контейнерах из нержавеющей стали. Храните азотную кислоту подальше от воздействия солнечного света, чтобы сохранить ее потенциал.