

Maelgwyn Mineral Services Ltd.

MMS-технология Leachox™ и Aachen™

1. MMS-технология Leachox™ и Aachen™ как топ-техника в золоторудной промышленности

Leachox™ - процесс от MMS, разработанный как экономичная альтернатива для переработки упорных золотых руд, когда при обычной cyanidation теряется большое количество золота из-за золота, включенного в пирит и арсенопирит. Процесс Leachox - альтернатива био-выщелачиванию (BIOX) и выщелачиванию под давлением (автоклав).

Обычно в золотых рудных телах есть на вершине окисленная зона без сульфидных минералов, глубже это может быть переходная зона с сульфидами и, более глубокое залегание, где есть только сульфиды с включенным золотом. Золото может также быть включено в силикаты!

Золото в окисленной зоне может быть легко извлечено при гравитации и cyanidation. В переходной зоне начинаются упорные руды, главным образом означая сульфиды, которые уменьшают извлечение при cyanidation. Извлечение может снизиться до 70 или даже 60%.

Там могут быть упорные и дважды упорные золотые руды.

Дважды упорная золотая руда содержит дополнительный углерод помимо сульфидов (в некотором %), который адсорбирует ион золотого цианида и поэтому уменьшает холодное извлечение, так как этот углерод уходит с хвостами. Этот углерод имеет так называемый эффект прег-роббинг.

Чтобы найти экономичный процесс для переработки упорных золотых руд, MMS разработал процесс Leachox™. Этот процесс был развит на основе того, что MMS успешно работает много лет с устройством газовой дисперсии **Реактор Aachen™**

1. MMS-Technology Leachox™ and Aachen™ High Shear technic in the Gold industry

Leachox™ is a process from MMS developed as an economic alternative to treat refractory gold ores, where normal cyanidation loses to much gold due to the gold included in pyrite and arsenopyrite. The Leachox process is an alternative to bio-leaching (BIOX) and to pressure leaching.

Normally in gold ore-bodies there is on top the oxidized zone without sulphide minerals, deeper it can be found a transition zone with sulphides, and more deep there are only sulphides with gold included. Gold can also be included in silicates!

The gold in the oxidized zone can easily be recovered by gravity and by cyanidation. In the transition zone starts the mining with refractory ore, mostly meaning sulphides, which enables less recovery by cyanidation. The recoveries can drop even below 70 or 60%.

There can be found refractory and double refractory gold ores.

The double refractory gold ore contains additional carbon besides the sulphides (in some %) which adsorbs the gold-cyanide ion and decreases therefore the cold recovery since this carbon goes with the tailings. This carbon has the so-called pre-robbing effect.

To find an economic process for processing refractory gold ores, MMS developed the Leachox™ process. This process was developed since MMS operates for many years successfully the gas dispersion device **Aachen™ Reactor**

Ключевое оборудование процесса Leachox - Реактор Aachen™.	The key equipment of the Leachox process is the Aachen™ Reactor.
1.1. Leachox™ Это комбинация следующих процессов: - Флотация углерода В случае прег-роббинга углерода (двойная упорность), этот углерод должен селективно флотироваться, прежде чем флотировать сульфиды (MMS V-камера и G-камера) - Флотация сульфидов Упорная сульфидная руда будет собрана флотацией (Имхофлот V-камеры и G-камеры). Этот концентрат сульфидов, например, будет только 10% от руды, но содержать 90% золота - Сверхтонкий размол из концентрата сульфида от нормального - 100 - 150 мкм вниз к минус 15, 10 или минус 5 мкм, при которых дополнительно освобождаются золотые частицы, скрытые в матрице сульфида (MMS мельница RoStar™) - Предварительное окисление Это агрессивное перемешивание тонкомолотого концентрата с кислородом. (MMS Аахен реактор) Кислород, рассеянный мельчайшими пузырьками, в сочетании с их высоким уровнем концентрации в Аахен-реакторе, окисляет сульфиды (создается высокая температура). Сульфиды как пирит и арсенопирит производят Fe ++ и Fe +++ (Ferro, Ferri - ионы), дальнейшие сульфаты и другие ионы основного металла (медь ++, например) Известь добавлена и Fe-гидроокиси ускорения, которые не будут потреблять и поэтому потратят впустую цианид позже во время выщелачивания. Подобное происходит с другими ионами основного металла.	1.1. Leachox™ is a combination of following processes: - Flotation of Carbon In case of preg-robbing carbon (double refractory), this carbon has to be floated selectively before the sulphides can be floated (MMS V- cell and G- cell) - Sulphide flotation The refractory sulphide part of the ore will be collected by flotation (MMS V- and G- cells). This sulphide concentrate is for example now only 10% of the ore, but contains 90% of the gold - Ultra-fine grinding of the sulphide concentrate from normally minus 100 to 150 µm down to minus 15, 10 or minus 5 µm, which liberates additional gold particles hidden in the sulphide matrix (MMS RoStar™ mill) - Pre-Oxidation Treating aggressively the finely milled concentrate with oxygen. (MMS Aachen™ Reactor) The dispersed, diluted oxygen in combination with the high shear in the Aachen reactor oxidizes the sulphides (heat is created) The sulphides like pyrite and arsenopyrite produces Fe++ and Fe+++ (Ferro, Ferri –ions), further sulphates and other base metal ions (Cu++ for example) Lime is added and precipitating Fe-hydroxides, which will not consume and therefore waste cyanide later during the leaching. Similar happens with other base metal ions.

- Аахен-ассистирование выщелачивания (AAL) Добавлен цианид, выщелачивание золотых starts. (MMS Аахен-реактор)	- Aachen assisted Leaching (AAL) Cyanide is added, the leach of the gold starts. (MMS Aachen Reactor)
1.2. Аахен предварительное окисление как первый шаг: Когда горная выработка входит в переходную зону, все большая часть ROM (Руда из шахты) становится упорной (полу-упорная руда). Следовательно, общее извлечение золота становится меньше, потому что упорная часть препятствует извлечению через cyanidation. Это главным образом не экономично в начале этой ситуации и тогда можно начать сразу с процессом Leachox. Но для работы в этот период с этим медленно увеличивающимся упорным характером руды, MMS рекомендует ввести предварительное окисление. Это хороший и прибыльный метод, чтобы снова улучшить уменьшающееся общее извлечение золота с небольшими расходами Capex и Opex. То, как часто пульпа этого чана предварительного окисления – перед CIP - должна пройти через Аахен-реактор для аэрации, может варьироваться между 2 и более проходов, чтобы достигнуть дополнительного извлечения 2-4% или больше. Число проходов должно быть проверено с экспериментальным оборудованием MMS или в масштабе ЗИФ на территории. Предварительное окисление означает устанавливать Аахен-реакторы в отдельном чане перед Cyanidation (CIP) и добавлять кислород и перемешивать, пропуская пульпу через один или более параллельно работающие Аахен-реакторы. Кислород нападает на поверхность сульфидов, перемешивание препятствует пассивированию поверхностей сульфида, и с известью Ca(OH)₂, Fe⁺⁺, Fe⁺⁺⁺ и другие основные металлы ускорены как гидроокиси, уменьшив потребление NaCN в последующем CIP. Из-за растворенного кислорода запуски Cyanidation с более высоким DO уровнем.	1.2. Aachen Pre-oxidation as first step: When the mining enters the transition zone, more and more parts of the ROM (Run of Mine) are getting refractory (Semi-refractory ore). Following that the overall recovery of the gold is becoming smaller, because the refractory part drops in the recovery by cyanidation. It is mostly not economically at the beginning of this situation to start immediately with a Leachox process. But for operating in this period with this slowly increasing refractory ore character MMS recommends to introduce pre-oxidation. This is a good and profitable method to improve the decreased overall recovery of gold again with spending little Capex and Opex. How often the pulp of this Pre-oxidation tank – in front of the CIP - has to pass through an Aachen aerator can vary between 2 and more passes to achieve additional recoveries of 2-4% or more. The number of passes has to be tested with MMS pilot equipment or in plant scale on site. Pre-oxidation means to install Aachen reactors in a separate tank in front of the Cyanidation (CIP) and add oxygen and shear by recycling the pulp through one or more parallel operating Aachen reactors. The oxygen attacks the surface of the sulphides, the shear hinders the passivation of the sulphide surfaces, and with lime Ca(OH)₂ the Fe⁺⁺, Fe⁺⁺⁺ and other base metals are precipitated as hydroxides, reducing the NaCN consumption in the subsequent CIP. Due to the dissolved oxygen the Cyanidation starts with a higher DO level.
1.3. Аахен-ассистирование выщелачивания:	1.3. Aachen assisted leach:

С этим методом добавления кислорода посредством одного или более Аахен-реакторов в первом резервуаре Суанидация (там уже есть добавленный NaCN, но никакого углерода в случае CIL-процесса) потребление NaCN может быть уменьшено и полное время выщелачивания сокращено (альтернативно, пропускная способность руды может быть увеличена).

With this method of adding oxygen by means of one or more Aachen reactors in the first tank of the Cyanidation (there is already NaCN added, but no carbon in case of a CIL-process) the NaCN consumption can be reduced and the overall leach time shortened (alternatively the throughput of ore can be increased).

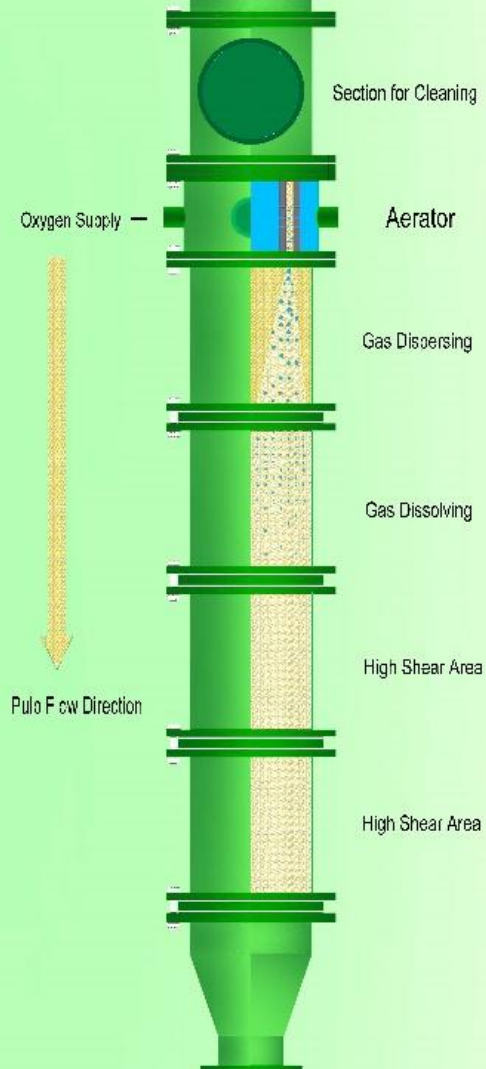




Photo 1a and 2b.

Photo 1a and 2b.. Аахен -предварительное окисление и Аахен -ассистирование выщелачивания на Gold mine в Африке	Photo 1a and 2b.. Aachen Pre-Oxidation and Aachen Assisted Leaching on an African Gold mine
1.4. Аахен Аахен-реактор – это тор-уровень для диспергации газа через это устройство перемещения масс. Конструкция включает картридж для аэрации с камерами, поддерживающие высокую турбулентность. Включенные элементы конструкции оптимизируют эффективную передачу газа в жидкую фазу. Кроме того, имеется повышенное воздействия на среду жидкое/твердое и добавляется повышение темпов реакции, которые значительно медленнее проходят при нормальных условиях и низкой скорости перемешивания. Аахен дизайн состоит из картриджа и камер перемешивания. Для обеспечения высоких скоростей, детали в картридже и в камерах перемешивания выполнены из абразивостойких материалов. Корпус аэратора изготовлен из нержавеющей стали, тогда как другие части выполнены из углеродистой стали с поверхностной защитой.	1.4. Aachen™ The Aachen™ Reactor is a high shear gas mass transfer device. The design combines an aerator with following high shear producing chambers. The incorporated shear optimizes an efficient gas transfer from the gas to the liquid phase. In addition, the prevailing environment has beneficial impacts on the solution/solid interface reactions and adds a boost to reaction rates which are considerably slower under normal conditions of a low shear environment. The Aachen design consist of a cartridge followed by high shear chambers. Parts of high velocities in the cartridge and in the mixing chambers are built in wear resistant material. The Aerator housing is fabricated in stainless steel, whereas the other parts are built in carbon steel with applicable surface protection.

Aachen Reactor



1.5. MMS-RoStar™ мельница

Вертикальная мельница сверхтонкого измельчения с оптимизированной геометрией статора ротора для:

- Более высокая эффективность использования энергии
- Улучшенное освобождение
- Увеличенный операционный период
- Более быстрое обслуживание

1.5. MMS-RoStar™ mill

Vertical Ultra-fine grinding mill with an optimized rotor-stator geometry for

- Higher energy efficiency
- Improved liberation
- Increased operation period
- Faster maintenance



Photo 2.

Photo 2. MMS RoStar мельница –Пилотная установка, 75квт, помещенная в 20” контейнер.

Photo 2. MMS-RoStar-Pilot unit, 75 kW, fitted in 20” container

2. MMS предложение по испытаниям Дочерняя компания MMS в Южной Африке MMSA располагает лабораторией для испытаний всех видов минералов и руд. У нас есть в MMSA все необходимое, чтобы оценить Аахен-технология для предварительного окисления, Аахен-ассистирование выщелачивания и Leachox. Объем работ будет обсужден дополнительно для различных образцов и может включать в себя следующее: - Типовое исследование и характеристика - Химический основной анализ - Quemscan - Дробление и измельчение до минус 71µm (или более мелко/более грубо в зависимости от либеризации), - Гранулометрический состав, - Распределение золота по размерам, - Сепарация гравитацией - Оптимизация выщелачивания на гравитационных хвостах или прямое выщелачивание размолотой руды - Тестирование cyanidation - испытательная работа - Предварительное окисление с Аахеном, с кинетикой выщелачивания - Аахен-ассистирование выщелачивания, с кинетикой выщелачивания - Сравнительное использование воздуха вместо кислорода - Leachox (UFG, тесты лаб. флотирования, предварительное окисление и выщелачивание для флотоконцентрата) - Химический анализ - Отчет	2. MMS Test proposal The sister company of MMS in South Africa MMSA is operating a laboratory for all kind of mineral ore test work. At MMSA we have the facility to evaluate the Aachen technology for Pre-oxidation, Aachen assisted Leaching and Leachox. The scope of work will be discussed for the different samples and can entail the following: - Sample preparation and characterization - Chemical head grade analysis, - Quemscan - Crushing and milling down to minus 71µm (or finer/coarser depend on liberation) - Particle size distribution, - Size-by-size gold distribution, - Gravity separation - Leach optimization on gravity tails or direct leaching of the milled ore - Baseline cyanidation leach test work - Pre-oxidation with Aachen followed by kinetic leaches - Aachen Assisted Leaching followed by kinetic leaches - Comparison of air versus oxygen - Leachox (UFG, Lab-flotation tests, pre-oxidation and leaching of flotation concentrates) - Chemical analysis - Reporting
3. Фотографии лабораторного оборудования MMSA	3. Pictures of the MMSA Laboratory



Photo. 3. Laboratory Aachen / Лабораторный Реактор Аахен



Photo 4. Leach-tanks / Лабораторные резервуары для выщелачивания



Photo 5. Imhoflot-G-cell / Лабораторная Имхофлот G-камера

Maelgwyn Mineral Services Ltd.
20.10.2017.
www.maelgwyn.com