

Опыт реализации проектов кучного выщелачивания в России и задачи на перспективу

М.И.Лесков
«Золото и технологии»
Новосибирск ЭКСПО
20 марта 2026 г.



Особенности КВ, история и сфера применения в мире

- КВ – один из самых простых способов извлечения металлов из руд
- Известен с древних времен, применялся для извлечения меди
- С появлением цианирования на рубеже XIX и XX вв. были попытки применять КВ для извлечения золота
- Настоящий расцвет применения этого метода – конец 1970 – начало 1980х годов: на фоне быстрого роста цен на золото - активное применение в теплом климате (юг США, Австралия, Африка)
- Примерно тогда же, с появлением опыта масштабного производства КВ, начало активного применения КВ на добыче меди и никеля из окисленных руд
- В середине 1980х появляются первые установки КВ для извлечения урана, а затем и цинка и др. металлов
- В 1990х появляются установки КВ для извлечения РЗМ, а также полигоны КВ для получения из сульфидов серной кислоты, используемой для сернокислотного извлечения цветных металлов
- Общее число рудников, использующих КВ, в начале 1980 г. насчитывало лишь 5 на золоте и 5 на меди
- К 1990 г. число построенных установок КВ на золоте достигло 56, на меди – 15; к 2000 г. количество установок КВ на золоте дошло до 101, на меди – до 46, еще 2 работали на уране и 1 на цинке; к 2015 г. число полигонов КВ на золоте достигло 225, на меди – 99, на уране – 9
- К настоящему времени в мире насчитывается 286 созданных рудников с использованием КВ, при этом наибольшее их число построено в России (45), на 2-м месте США (41), на 3-м Чили (35)



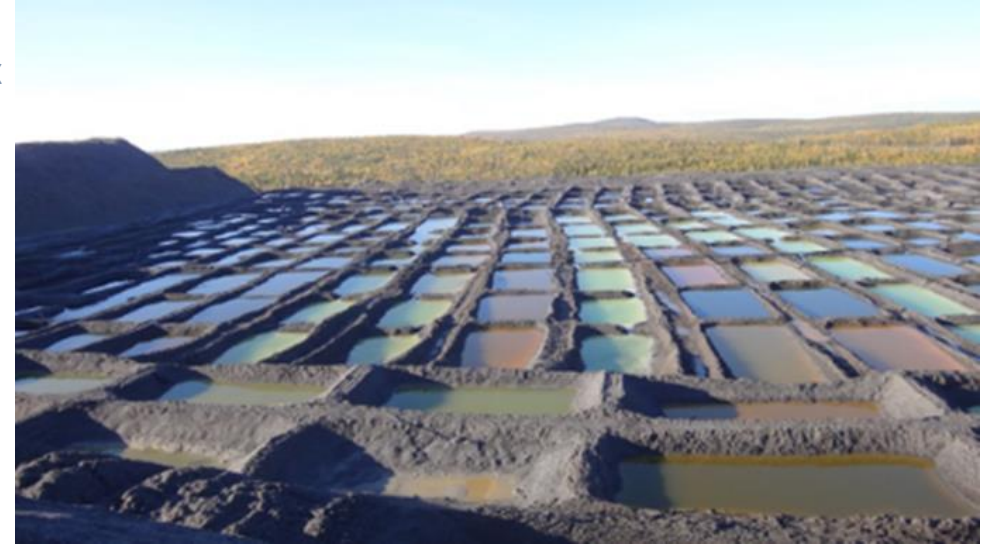
История КВ в России: вехи



- ▶ Вторая половина 1970х – первая половина 1980х: серия испытаний на КВ руд ряда объектов Союззолото СССР, без понимания специфики процесса (исследования на сульфидных рудах, рудах с крупным золотом и т.д.). Выводы: «КВ в нашем климате не работает»
- ▶ Конец 1980х – начало 1990х: инициатива ряда исследовательских и проектных компаний России в исследованиях и предпроектных проработках установок КВ для российских и зарубежных объектов
- ▶ 1995 – пуск в строй 1й в стране ОПУ КВ АС Саяны на м-ии Майское в Хакасии (100 тыс.т руды в год; 1997 – пуск аналогичной установки того же масштаба этой же Артели на м-ии Чазы-Гол в Хакасии; 1998 – пуск установки КВ на Муртыкты (Башкирская ЗДК, вскоре ставшая одним из первых активов «Полиметалла»); 1999 – пуск установки КВ на Покровском руднике (вскоре он станет основным активом Peter Hambro Mining)
- ▶ Примерно в те же годы – неуспех Newmont в организации масштабного производства КВ на Куранахском рудном поле в Якутии, неуспех RTZ (теперь это Rio Tinto) в аналогичной работе на Светлинском м-ии в Челябинской обл. и ряд иных сходных случаев, закончившихся уходом большинства крупных иностранных добывающих компаний из России в 1998 г.
- ▶ 2000 - 2010: быстрый рост числа и размеров установок КВ на золоте, расширение их географии, появление первых неудачных проектов, и в то же время – появление объектов КВ по добыче никеля (Буруктал/Оренбургская обл.), меди (Волковское/Свердловская обл.), урана (ППГХО/Забайкалье) и иных ПИ
- ▶ 2010 - н.время: дальнейший рост числа и размеров установок КВ на золоте, внедрение прогрессивной техники и технологий, отставание проектов по извлечению цветных и редких металлов от темпов развития проектов КВ на золоте

Первые примеры и их особенности

- ▶ 1995-2000: пуск установок в формате «постоянно временных» ОПУ; производительностью до 150 тыс. т руды в год на довольно высоких содержаниях в рудах, короткие схемы дробления, укладка (чаще) транспортной техникой, одноярусные штабеля, примитивные «подушки» и ирригационные приемы, применение Merrill-Crowe для осаждения золота
- ▶ Чаще всего КВ применялось в сочетании с ЗИФ
- ▶ 2000-2010: рост масштабов производств КВ (до 1 – 1,5 млн.т/год), развитие схем дробления и оборудования для этого, широкое использование поворотных (а затем – и телескопических) стакеров на укладке, использование современных материалов для оснований, совершенствование систем орошения и извлечения, многоярусная укладка, использование угольной сорбции, существенное снижение содержаний в питании КВ при снижении удельных затрат за счет эффекта масштаба и технического прогресса в отрасли
- ▶ КВ чаще стало применяться самостоятельно, «вместо ЗИФ», на объектах, изначально разведанных именно под КВ
- ▶ Постепенно производства КВ из полосы южного приграничья и с Урала начали «перемещаться» в более суровые условия (южная Якутия и далее к северу, вплоть до севера Магаданской области)
- ▶ К 2010 в России работало около 20 установок КВ, и не только на золоте; началась системная разведка объектов именно под КВ, что далее привело к очередному этапу развития КВ и к появлению в стране сверхкрупных проектов в этой сфере



Развитие масштабов и оснащения

- ▶ Появление в схемах на последней стадии молотковых дробилок, дробилок Barmac, грохотов с дуговой поверхностью сит (banana screen) и тренд на снижение конечной крупности укладываемого в штабель материала
- ▶ Рост расходов цемента на окомкование, применение более крупных агломераторов, более производительных систем укладки
- ▶ Применение более современных и производительных стакеров, рост числа ярусов в укладке штабелей
- ▶ Использование современных материалов для оснований штабеля, внедрение 3D матов вместо слоев разных материалов, применение более совершенных ирригационных систем и пр.
- ▶ Снижение содержаний в питании КВ с более 1 г/т до менее 0,5 г/т
- ▶ Рост масштабов КВ с первых сотен тысяч тонн в год сначала до 0,5-1,5 млн.т в год, затем – к 3 и выше млн.т в год, а далее – к многомиллионной ежегодной укладке: Гросс – 12 млн.т/год (планы 18, а затем и 26 млн.т/год), Чульбаткан (планы) 8-12 млн.т/год и др.
- ▶ Использование активированного угля и современного (в т.ч. отечественного) оборудования для сорбции, десорбции и для производства Дорэ



Опыт «движения на север»



- ▶ Ограниченный успех в попытках вести полноценный круглогодичный процесс на небольших объемах штабелей с высоким исходным содержанием золота;
 - ▶ Понимание зависимости: чем холодней климат, тем бОльшие объемы штабелей требуются и тем более предпочтительная многослойная укладка штабелей
 - ▶ Понимание неизбежности укладки штабелей лишь при плюсовой (по кр.мере, краткосрочно – околонулевой) температуре воздуха, т.е. сезонно
 - ▶ Понимание нецелесообразности форсировать «зимнее орошение», задача которого – не столько извлечение золота, сколько предохранение штабеля от проморозки и обеспечение быстрого старта в начале теплого сезона
-
- ▶ Нахождение целого ряда локальных приемов для работы в холодном климате: внутриштабельное расположение прудков оборотных растворов; наморозка ледяной глазури или снегоудержание на поверхности штабеля в начале холодного сезона для предохранения оросительной системы (вместо засыпки дробленным материалом), переход с воблеров на эмиттеры зимой и т.д., и т.п.

Типичные черты и особенности в России: опыт выученный и не очень..

- ▶ Холодный климат и выраженная сезонность работ накладывают свой отпечаток
- ▶ Опыт попыток запуска мелких проектов КВ в особо холодных условиях даже на сравнительно высоких содержаниях – неудачен, штабеля с ростом масштаба всё менее чувствительны даже ко всё более жесткому климату
- ▶ Перепрыгивать ступеньки в исследованиях и предпроектных проработках – гарантия свернуть шею
- ▶ «Экономия» на дроблении-грохочении обязательно скажется на недостаточном извлечении и избыточной себестоимости извлеченного грамма
- ▶ Выбор конструкции основания (подушки) и материалов для неё, а также оборудования и материалов для систем сбора и оборота растворов - требует осмысленных и ответственных действий и плохо переносит «закупочные процедуры»
- ▶ При всей кажущейся простоте, КВ – технология, требующая комплексных решений и серьезной проработки как на стадии подготовки, так и по ходу реализации проектов



После 2022



- ▶ КВ остается одним из самых доступных способов переработки: выбор поставщиков фабричного оборудования (особенно крупных мельниц, концентраторов, грунтовых/песковых насосов и др.) резко сократился, а цены выросли – выбор дробильного (в .ч. отечественного) оборудования, конвейеров, материалов для оснований и для систем орошения, а также оборудование для извлечения сохраняется достаточным и цены (пока) изменились не так сильно;
 - ▶ Есть проблемы с крупнотоннажной горной техникой – но большинство проектов КВ обходится более простым оборудованием
- ▶ ЗИФ требует большего числа сложных решений (энергия, транспортная доступность и проч.), КВ более автономно
 - ▶ Требования к количеству и уровню подготовки персонала для КВ ниже, чем для сопоставимых проектов с ЗИФ
 - ▶ Сырьем для КВ, учитывая динамику цен на золото, могут становиться бывшие «отвалы» и забалансовые руды, а иногда и хвосты ЗИФ (при определенных условиях)
 - ▶ В обстановке усложнения условий финансирования – КВ на ранней стадии развития горного проекта успешно решает задачу «стартера» всего проекта в целом

КВ не на золоте: чего ждем

- ▶ Бум в золотодобыче понемногу приводит к активизации развития проектов добычи иных металлов, особенно цветных, редких и «батареиных»
- ▶ Пока их развитие идет в той же логике, в какой начиналось развитие золотодобычи (крупные проекты со сложными схемами и повышенным извлечением), однако и в них есть те же резервы для КВ, как и на золоте (окисленная и выветрелая часть приповерхностных запасов, пониженные содержания при значительных объемах руд), что ведет к тем же решениям с КВ
- ▶ Осложняет решения по КВ кинетика растворения на фоне сезонности, более медленная на большинстве таких металлов и сильнее «проседающая» с понижением температур оборотных растворов
- ▶ Проекты в иных металлах требуют обычно большего масштаба, чем на золоте; это ждет наработки опыта на золотых проектах
- ▶ Более высокие перспективы на КВ – в добычи меди, возможно, даже в «очень северных» условиях
- ▶ Добыча иных металлов методом КВ более перспективна в приграничной полосе вдоль госграницы РФ в СФО и ДФО
- ▶ Инициатива в таких проектах – за геологами: сырьевая база должна допускать применение КВ (окисленное и выветрелое сырье с объемными запасами, хорошей проницаемостью и приемлемыми содержаниями полезных компонентов)



Краткие выводы

- ▶ В России за 30 лет сложилась собственная система проектов КВ, наработан уникальный опыт, служащий базой для существенного развития этой сферы
- ▶ Сложилась градация проектов по размеру ежегодной укладки руд:
 - ❑ До 300 тыс.т/год – мелкие
 - ❑ 0,3 - 1,5 млн.т/год – средние
 - ❑ 1,5 – 5 млн.т/год – средне-крупные
 - ❑ 5-10 млн.т/год – крупные
 - ❑ Более 10 млн.т/год - сверхкрупные
- ▶ Появились собственные исследовательские центры, консультационные и проектные компании, а также поставщики и подрядчики, обеспечивающие практическое воплощение проектов
- ▶ Импортонезависимость этого сектора горной промышленности в чем-то даже более, чем в россыпном секторе
- ▶ Строительство и пуск проектов КВ в строй требует пониженных капзатрат и может быть осуществлен в сроки менее года, а себестоимость конечной продукции при этом методе остается на рекордно низких значениях даже в условиях роста затрат
- ▶ Производительность труда на 1 работающего на КВ значительно выше, а требования к квалификации в среднем ниже, что позволяет обеспечивать лучшую занятость трудоспособного местного населения в удаленных регионах



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

Готов ответить на возможные вопросы.

ЛЕСКОВ Михаил Иванович

Шеф-редактор журнала «Золото и Технологии»

Моб. +7 916 165 2783

E-mail: m.i.leskov@mail.ru

www.zolteh.ru

