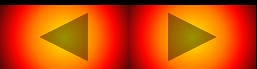
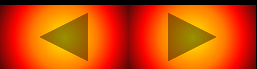


# Технология обогащения руд цветных металлов



# *Схемы дробления*



Сорск

Руда



ККД 1200/150



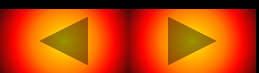
КСД 2200

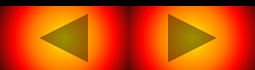
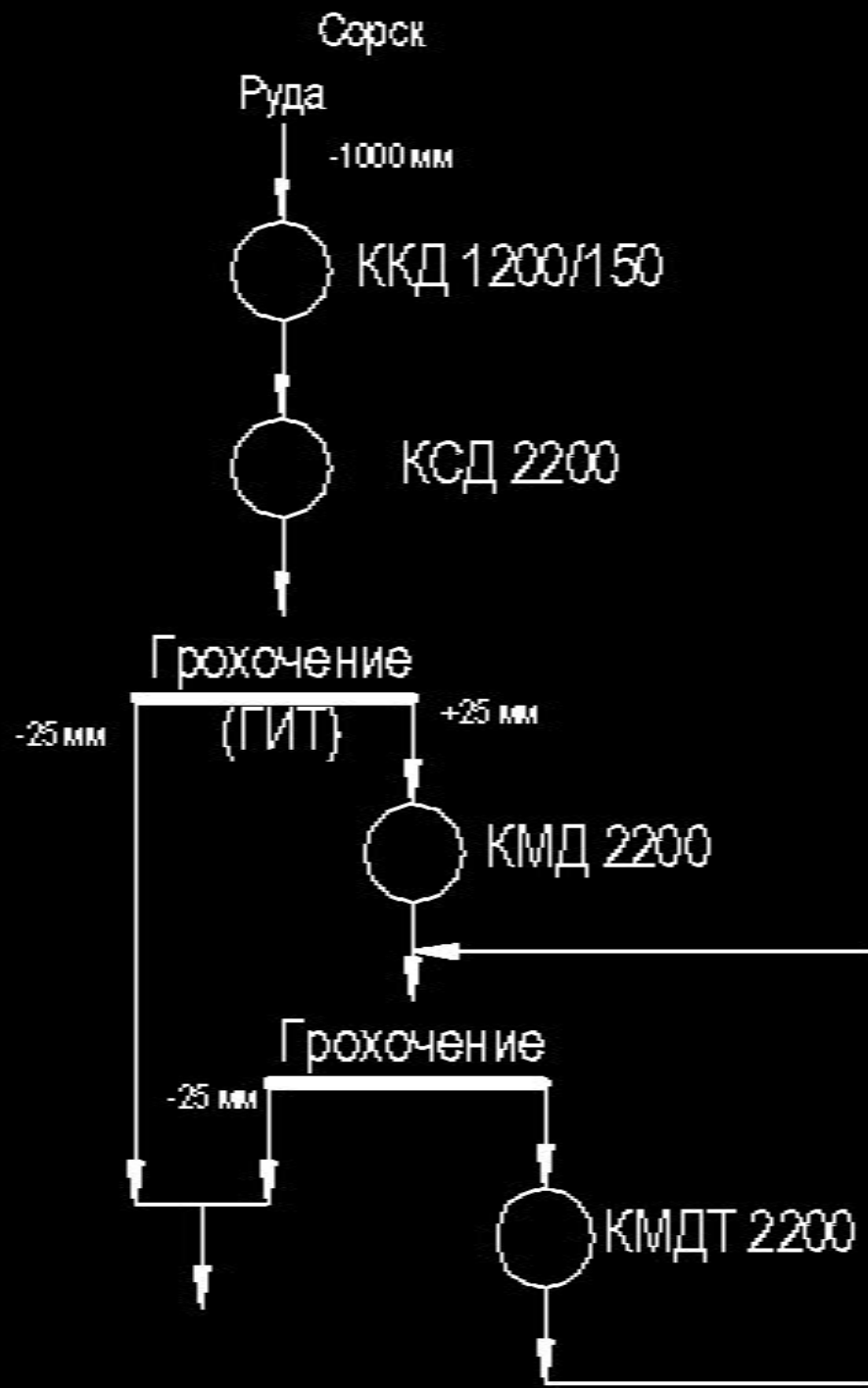
Грохочение

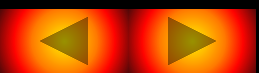
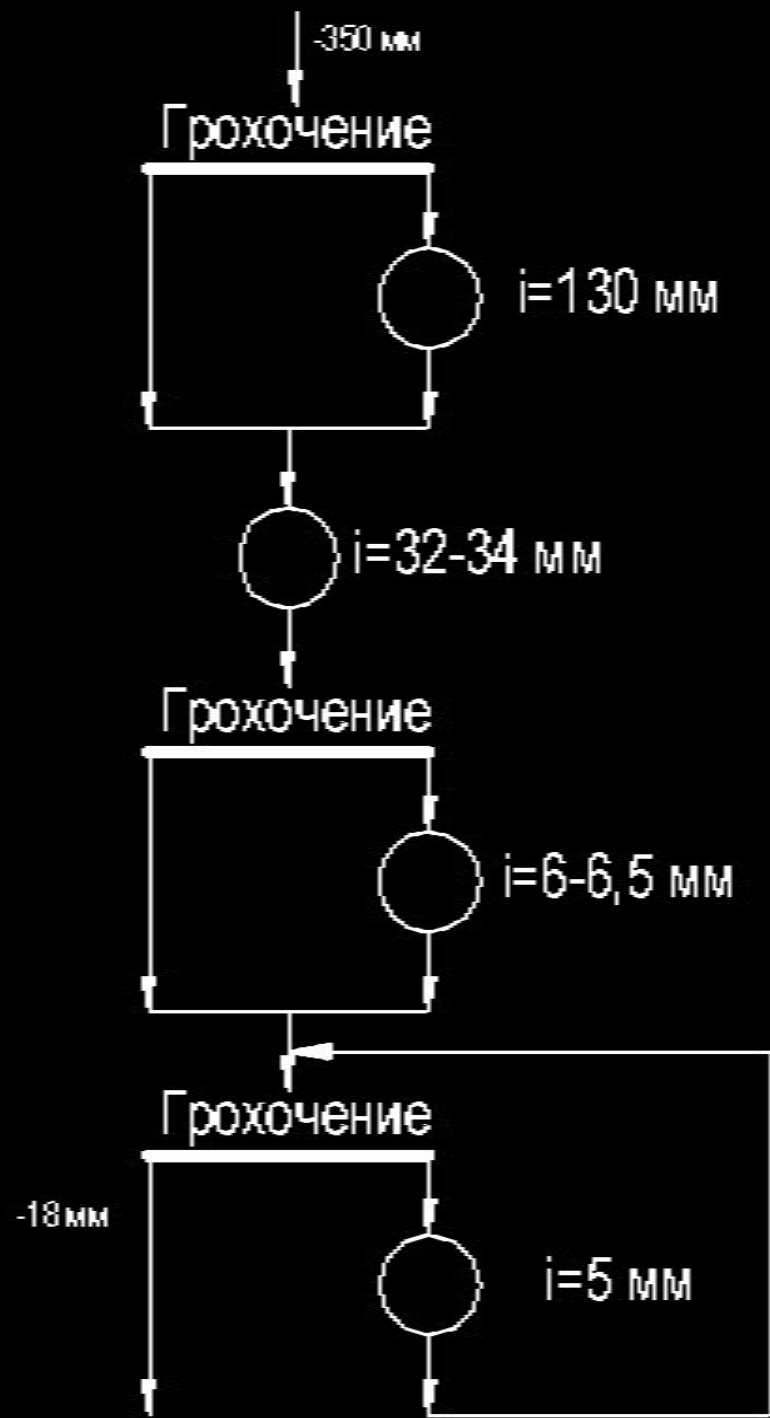
-25 мм



КМД 2200

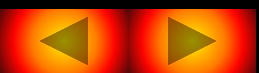
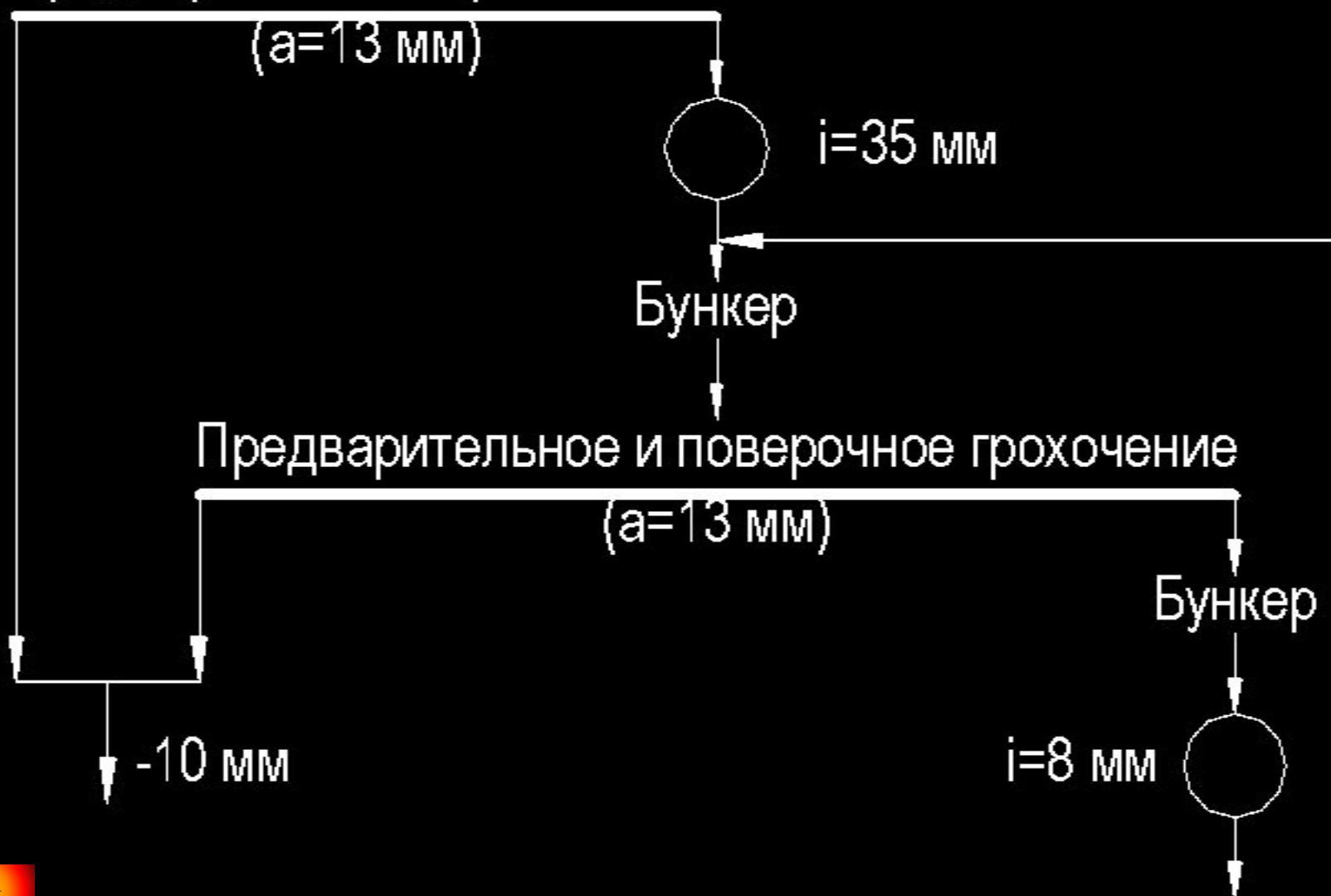






Склад крупнодробленой руды

Предварительное грохочение



Склад крупнодробленой руды

Предварительное грохочение

( $a=13$  мм)



Предварительное грохочение

( $a=13$  мм)

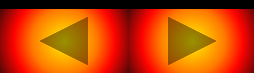
Бункер



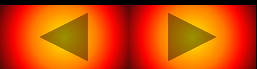
Поверочное грохочение

( $a=13$  мм)

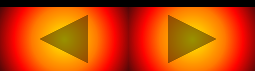
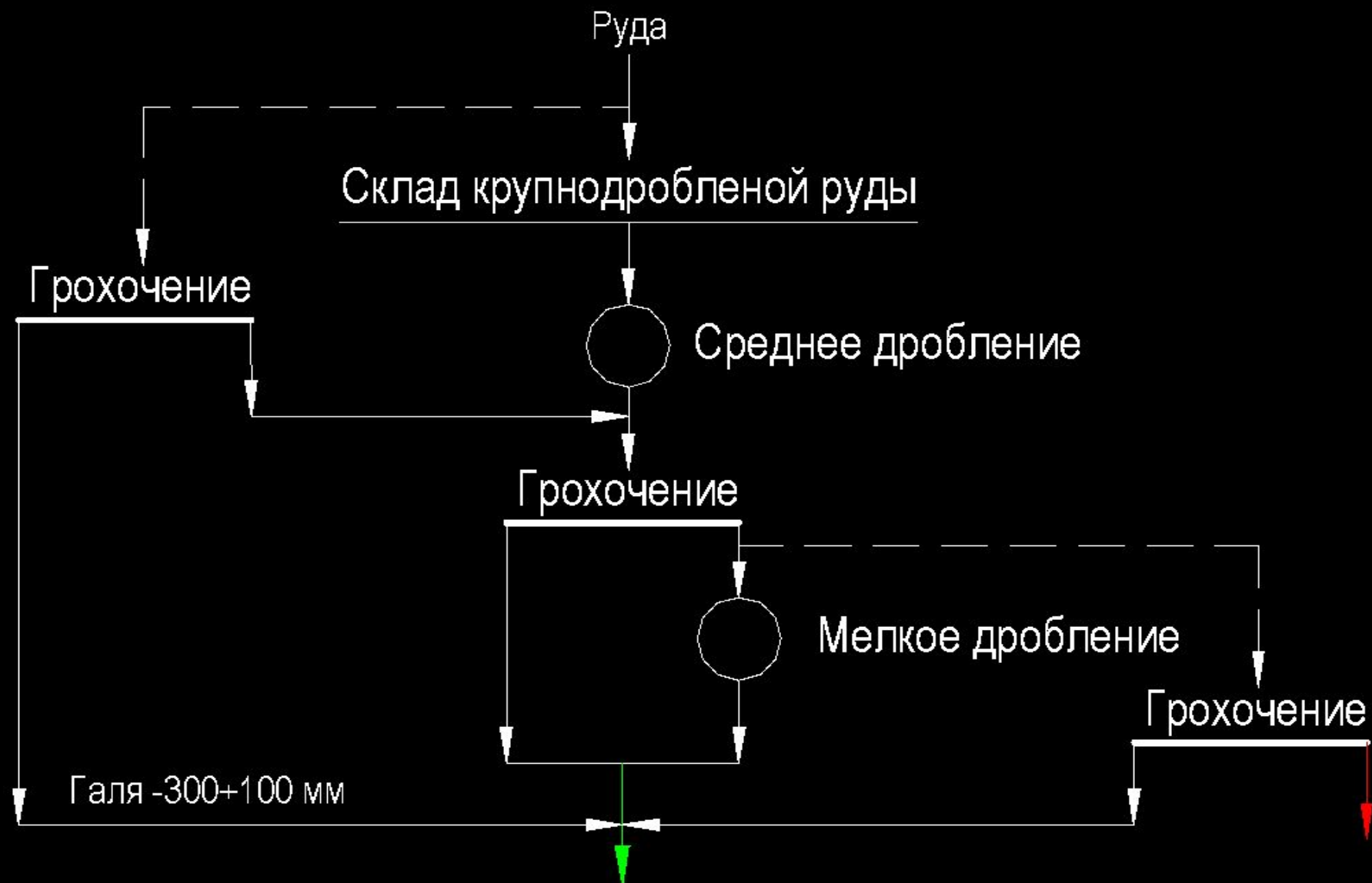
-10 мм

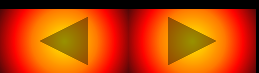
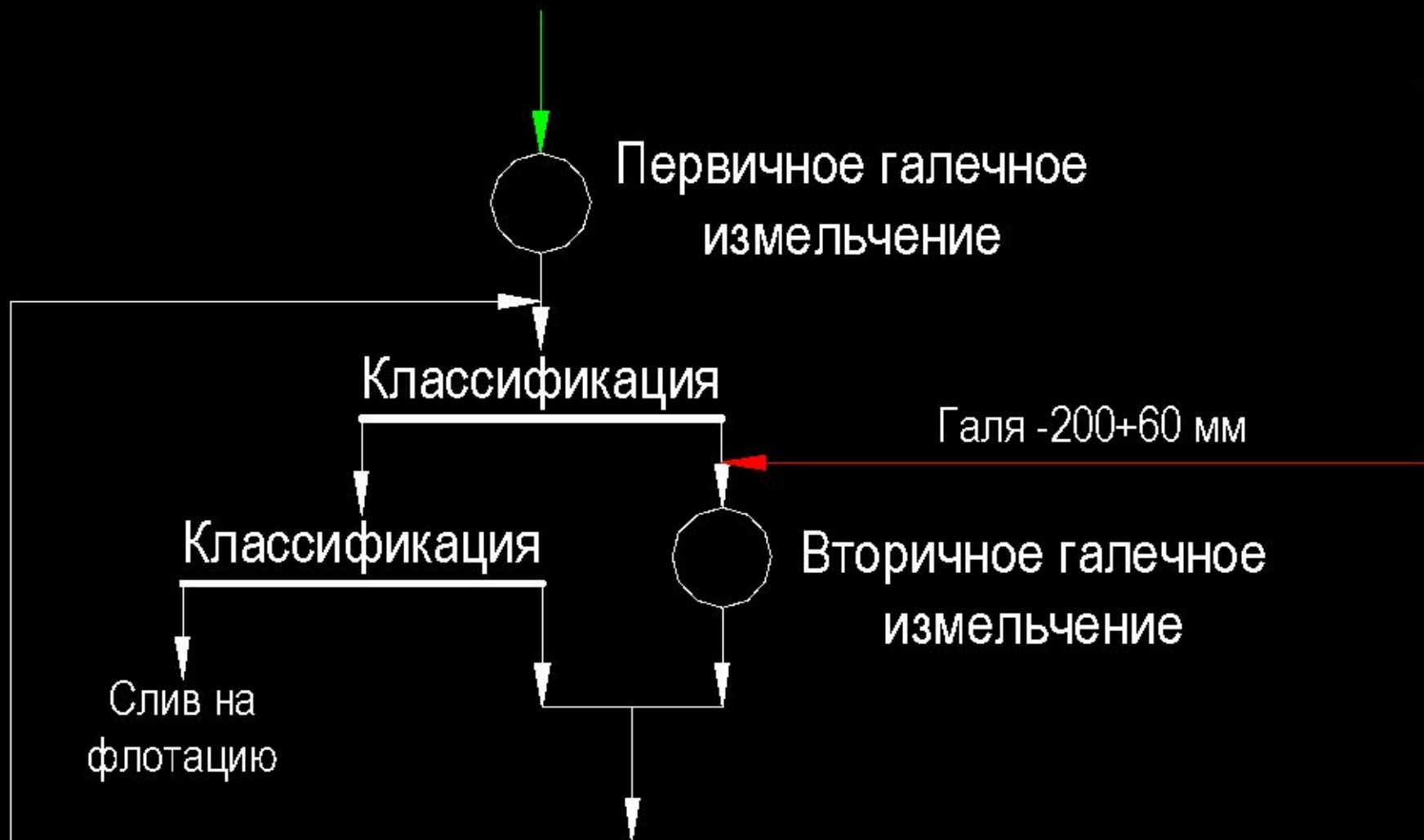


# ***Схемы измельчения с галечным помолом***

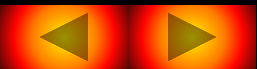




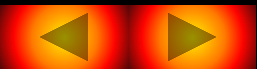




**Схема рекомендуется в случаях, когда стоимость шаров и стержней большая и когда имеется возможность выделения крупной гали. Схема сложна из-за большого количества операций грохочения. Пригодна не для всех типов руд.**

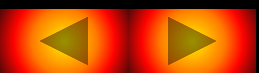
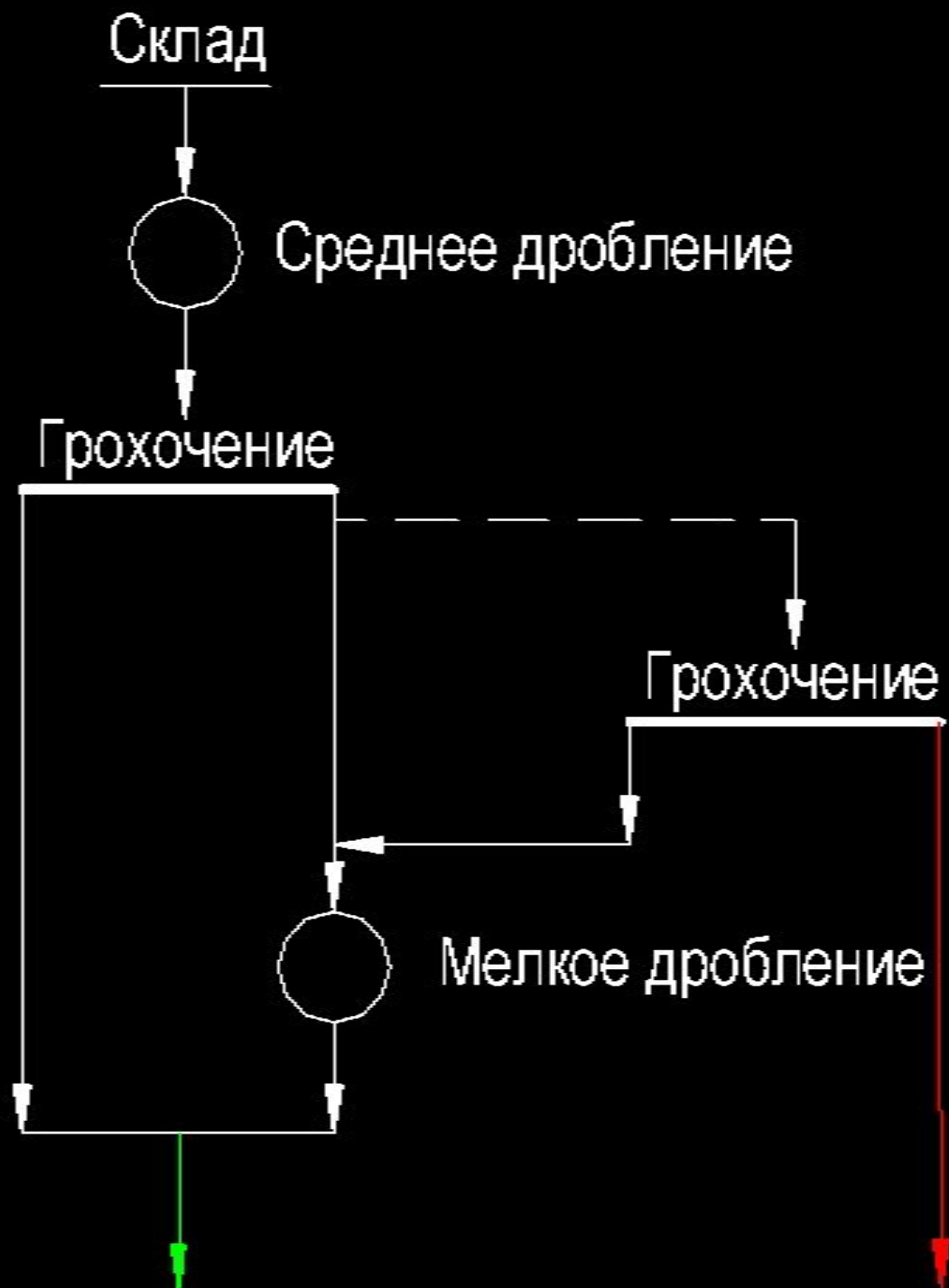


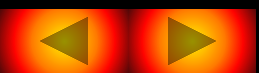
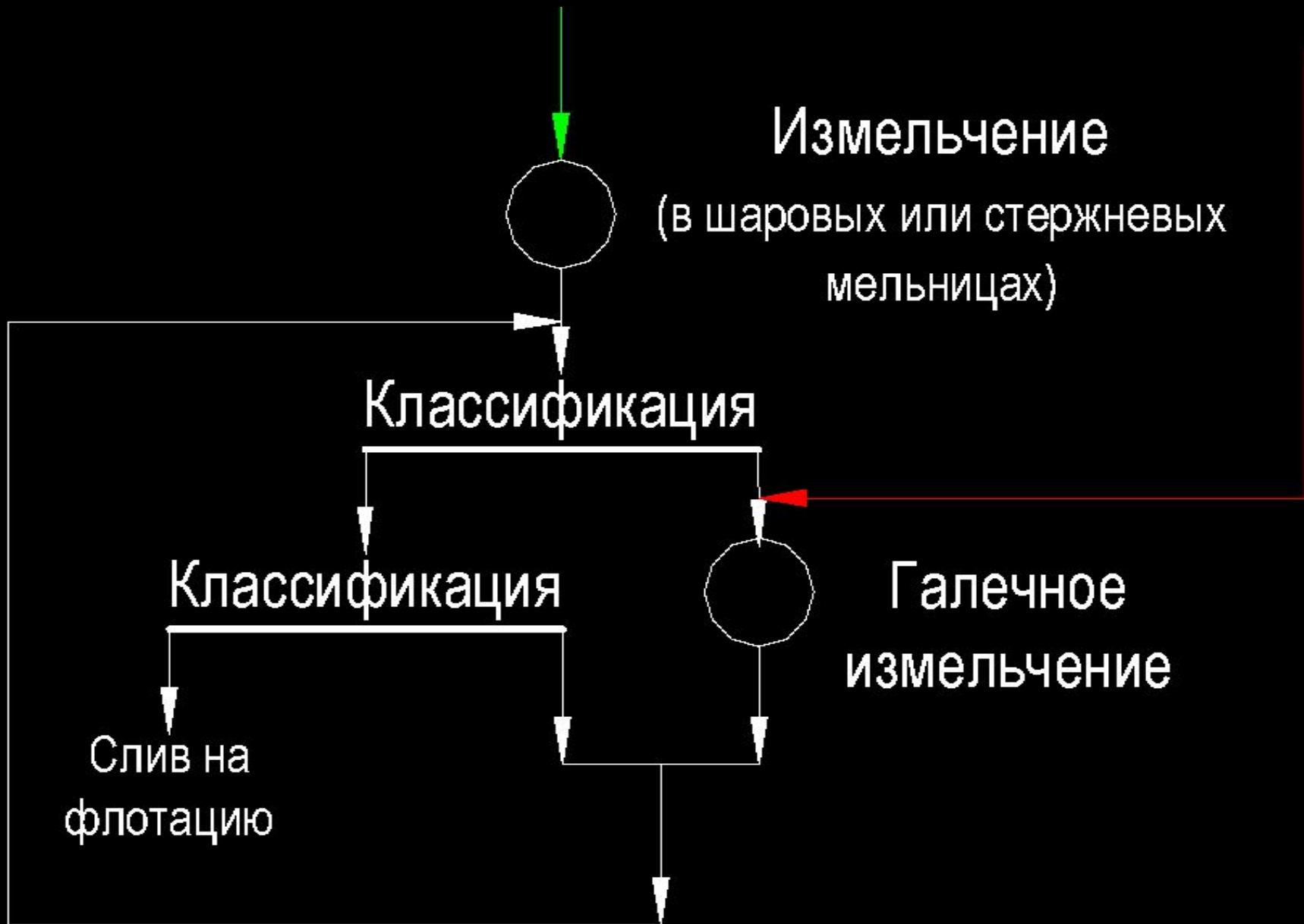
**Имеет преимущество: вскрытие полезного ископаемого происходит в максимально благоприятных условиях, поэтому все последующие операции идут с более высокими технологическими показателями обогащения.**



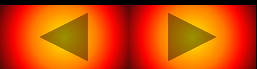
**Часть недостатков можно избежать при использовании схемы, в которой первая стадия измельчения реализуется в мельницах с металлической дробящей средой, а вторая стадия – в галечных мельницах.**







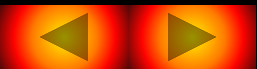
***Схемы, реализованные  
на мельницах  
самоизмельчения***





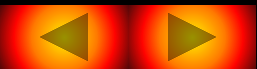
# Достоинства схем

- Отсутствие среднего и мелкого дробления
- Раскрытие зерен по плоскостям спайности

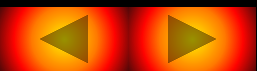
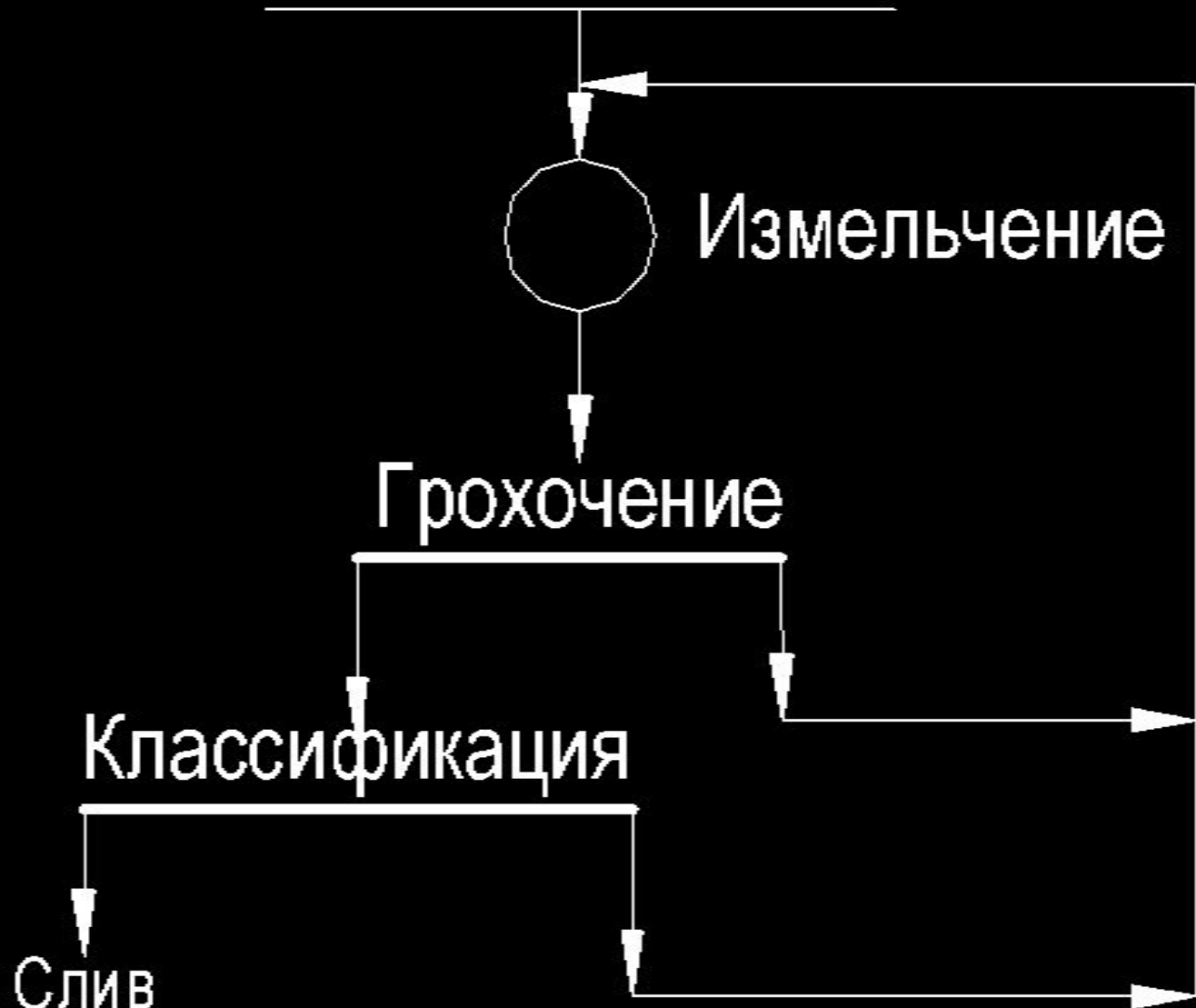


## Недостатки схем

- Большой расход электроэнергии
- Низкая производительность, по сравнению со стержневыми и шаровыми мельницами
- Повышенный расход футеровки
- Наличие класса критической крупности

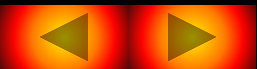


# Крупнодробленая руда со склада



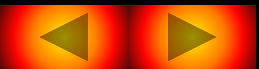
# Достоинства схемы

- Простота и удобство
- Легкость регулирования
- Легкость автоматизации
- Компактность

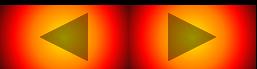


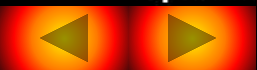
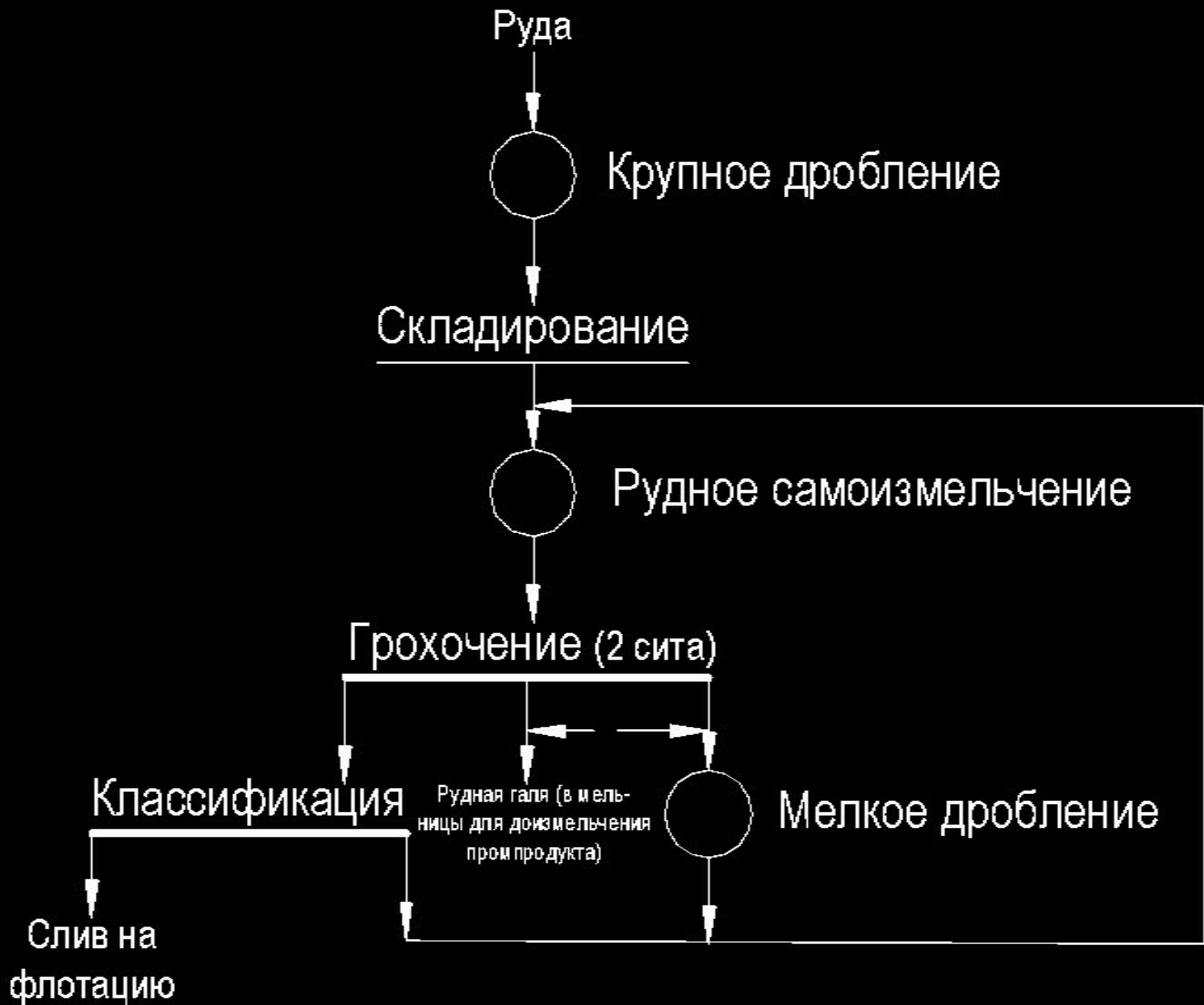
# Недостатки схемы

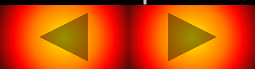
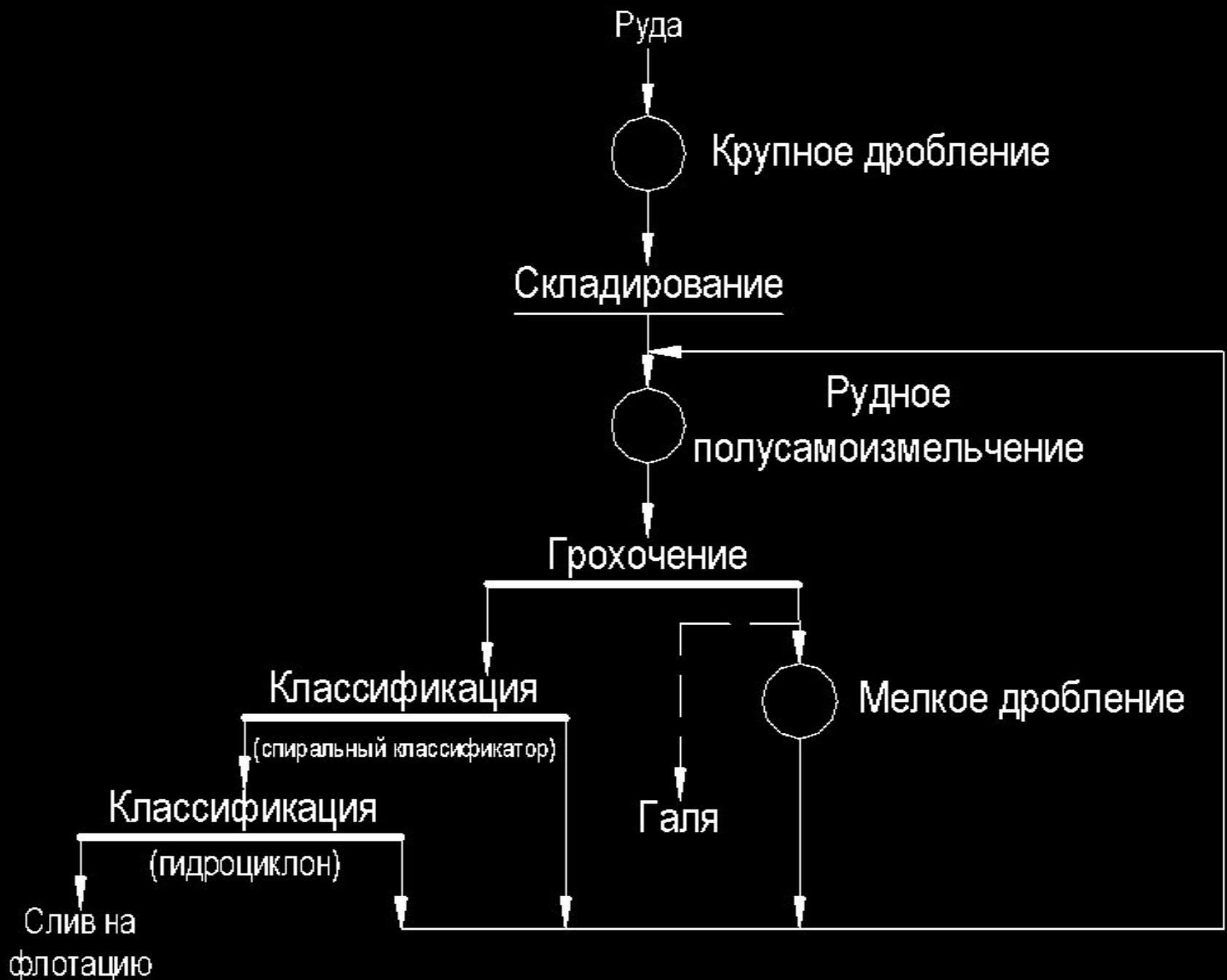
- Нет постоянного количества кусков, выполняющих функцию дробящей среды
- Присутствие кусков повышенной крепости, способствующие образованию классов критической крупности, которые аккумулируются в виде гальки



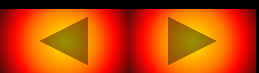
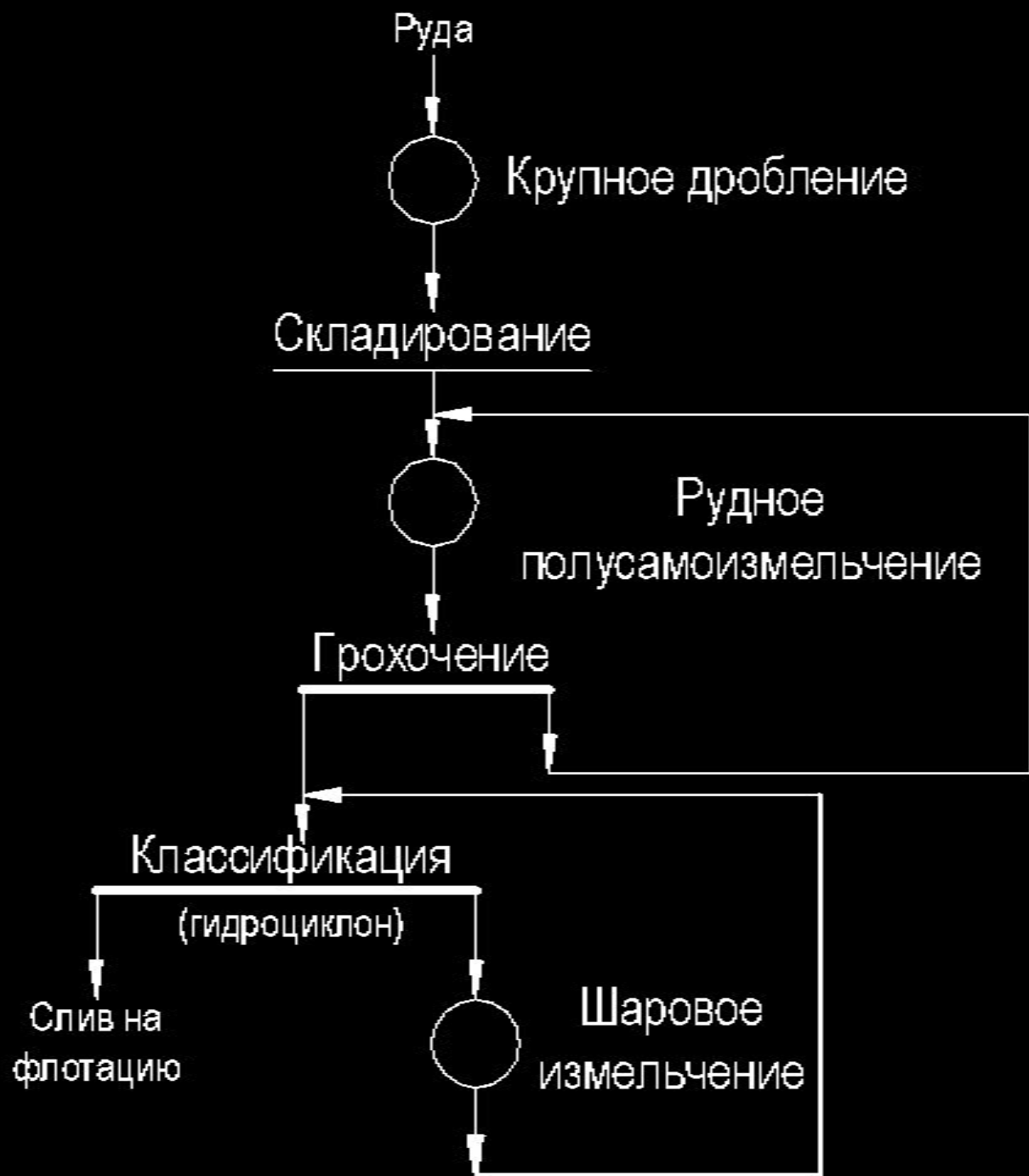
- **Необходимость добавления шаров (режим полусамоизмельчения)**
- **Необходимость дробления кусков критической крупности в дробилках мелкого дробления**

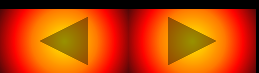








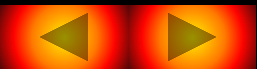


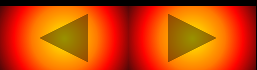
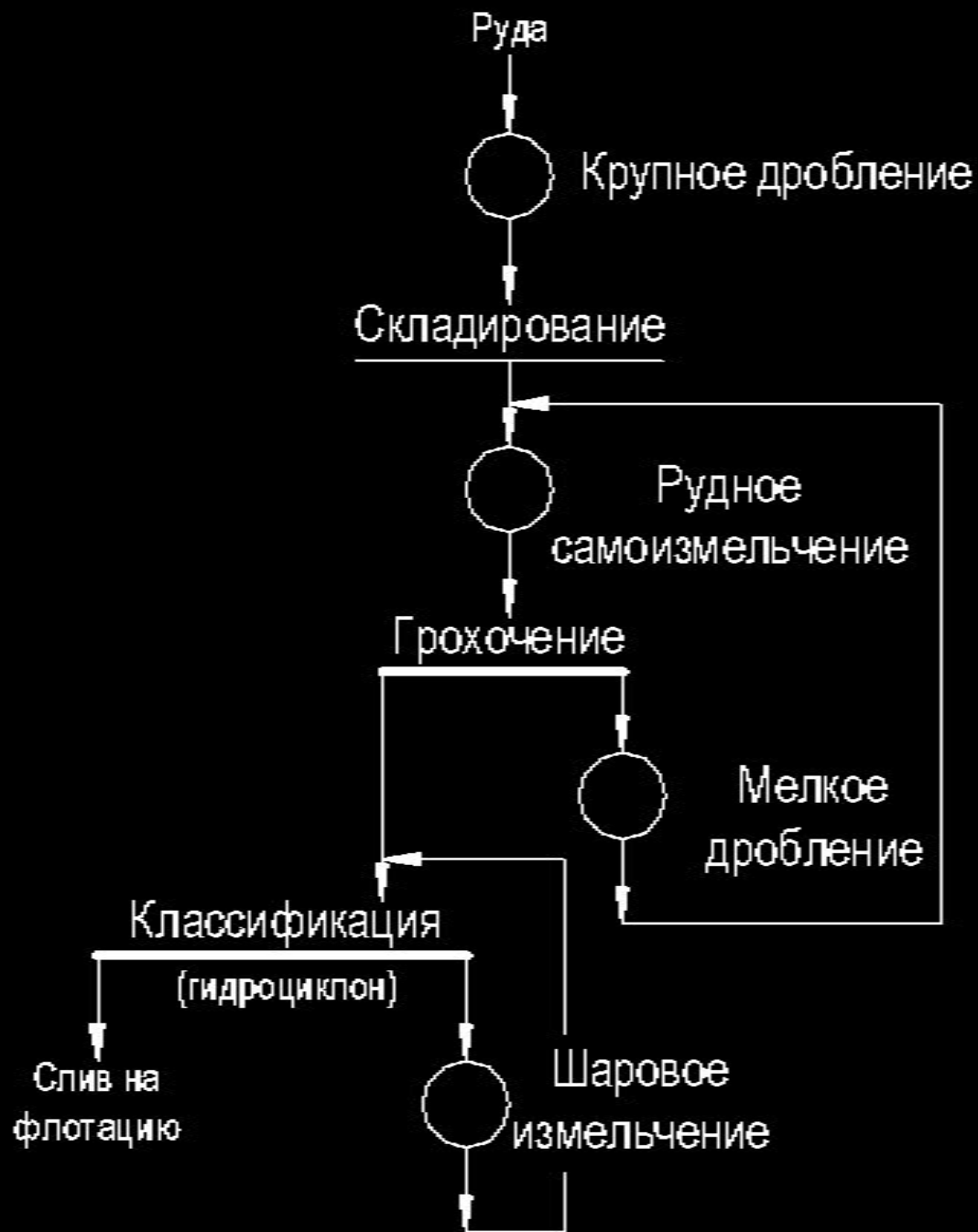


**Схемы работают устойчиво, если ограниченное количество кусков критической крупности. Если руда изменчива по составу и количество кусков критической крупности непостоянно, лучше использовать двухстадиальную схему измельчения, в которую введена операция мелкого дробления для додрабливания ЭТИХ кусков.**

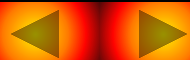


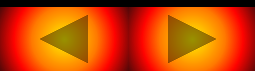
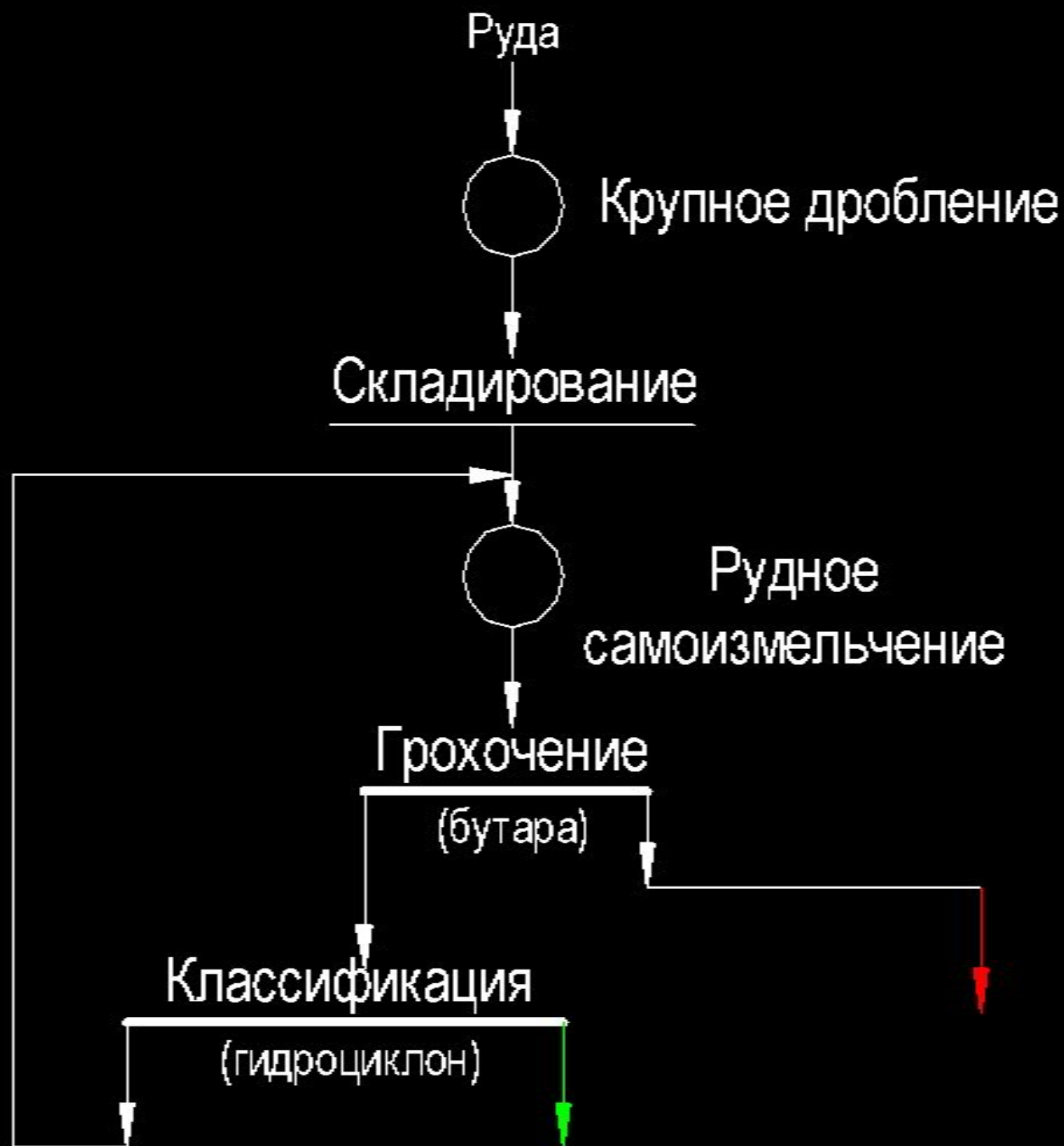
***Схема рудного  
самоизмельчения с  
додрабливанием  
кусков критической  
крупности***

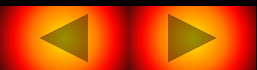
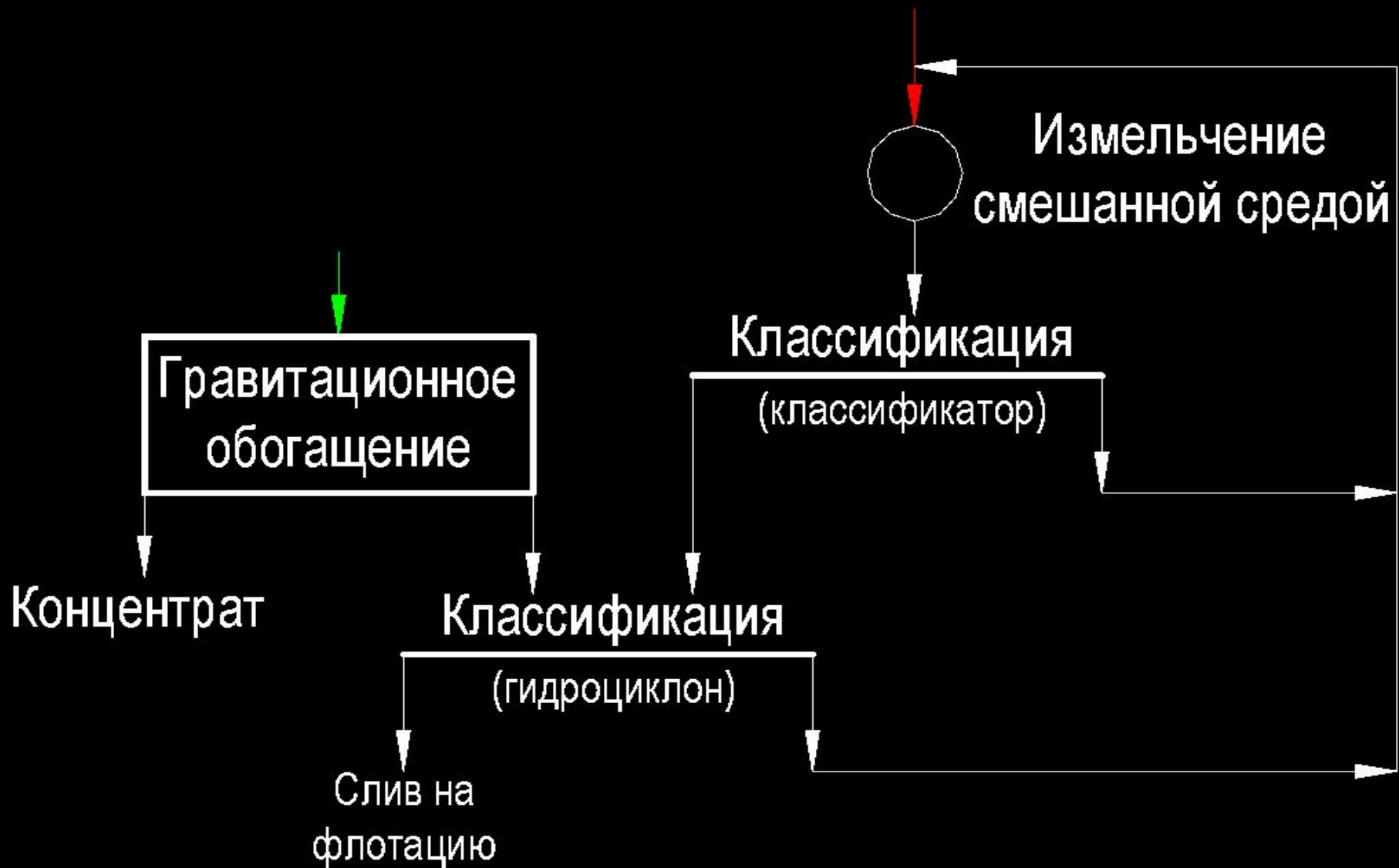




***Схема рудного  
самоизмельчения для  
полиметаллических  
руд, в составе  
которых имеется  
свободное золото***

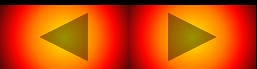


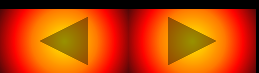
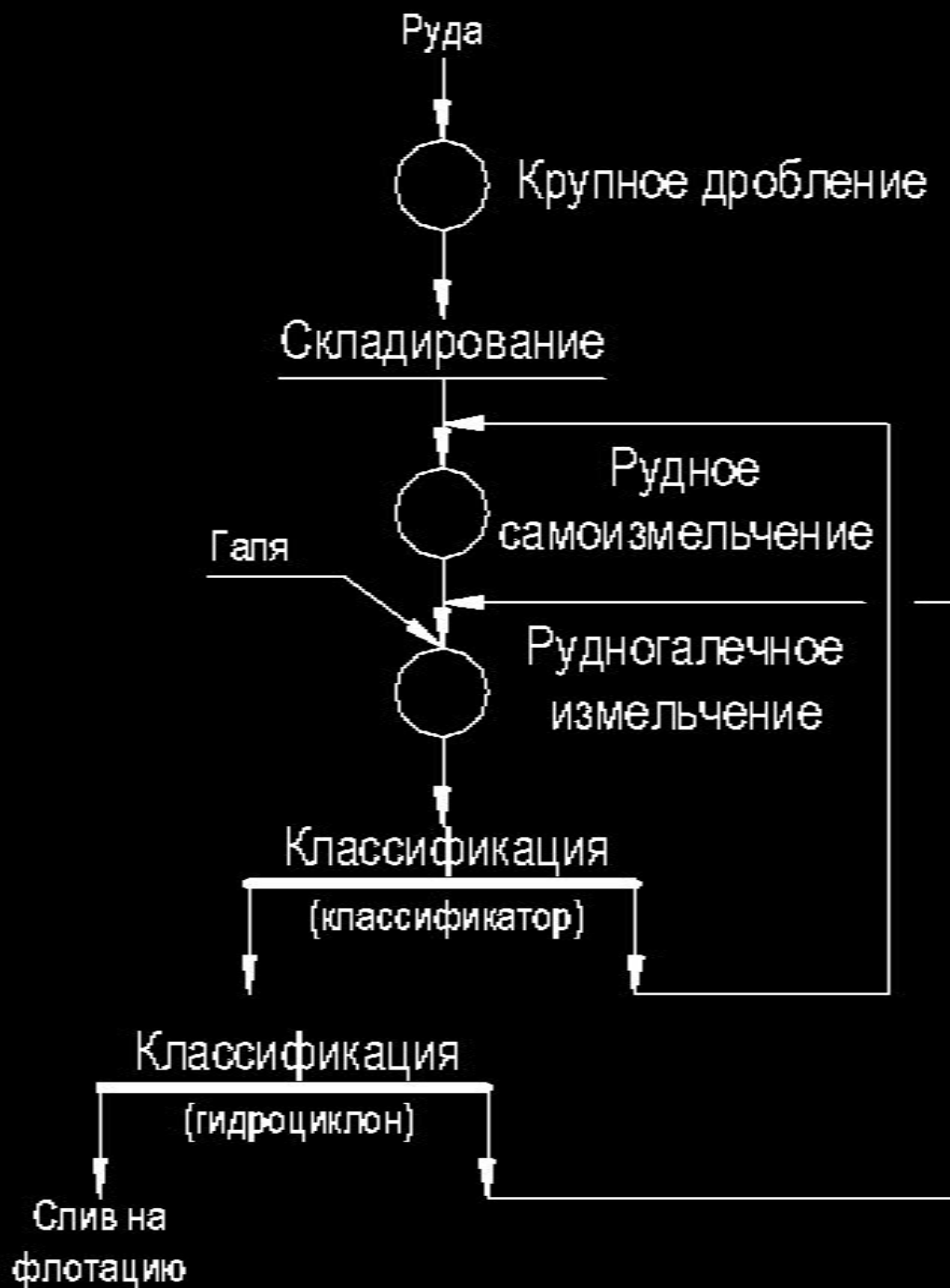


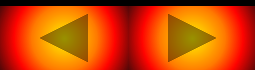
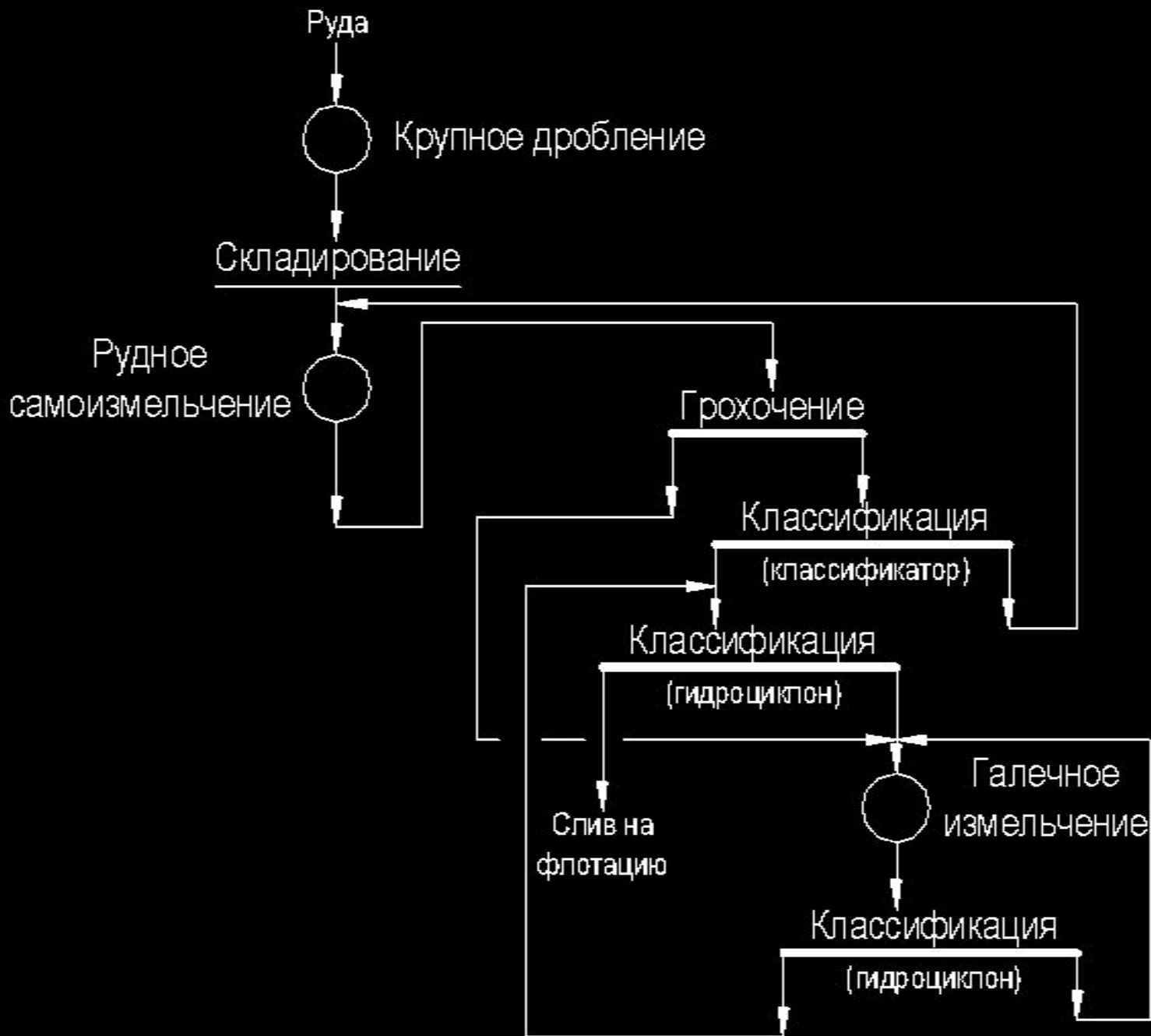




# *Схемы бесшарового помола*

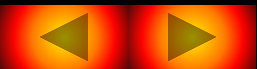






**Если по тем или иным причинам не будет постоянства в грансоставе исходной руды и продукте измельчения первой стадии, то будет нарушение в работе галечной мельницы первой стадии.**

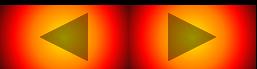
**Эксплуатационные затраты при самоизмельчении на 10 % ниже, чем в обычных схемах рудоподготовки.**



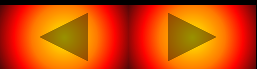
**Применение рудного самоизмельчения повышает производительность труда за счет уменьшения численности обслуживающего персонала дробильно-измельчительного оборудования на 30-35 %. При исследовании четырех предприятий было установлено, что мельницы само- и полусамоизмельчения потребляют от 13,5-16,5 кВтч/т**

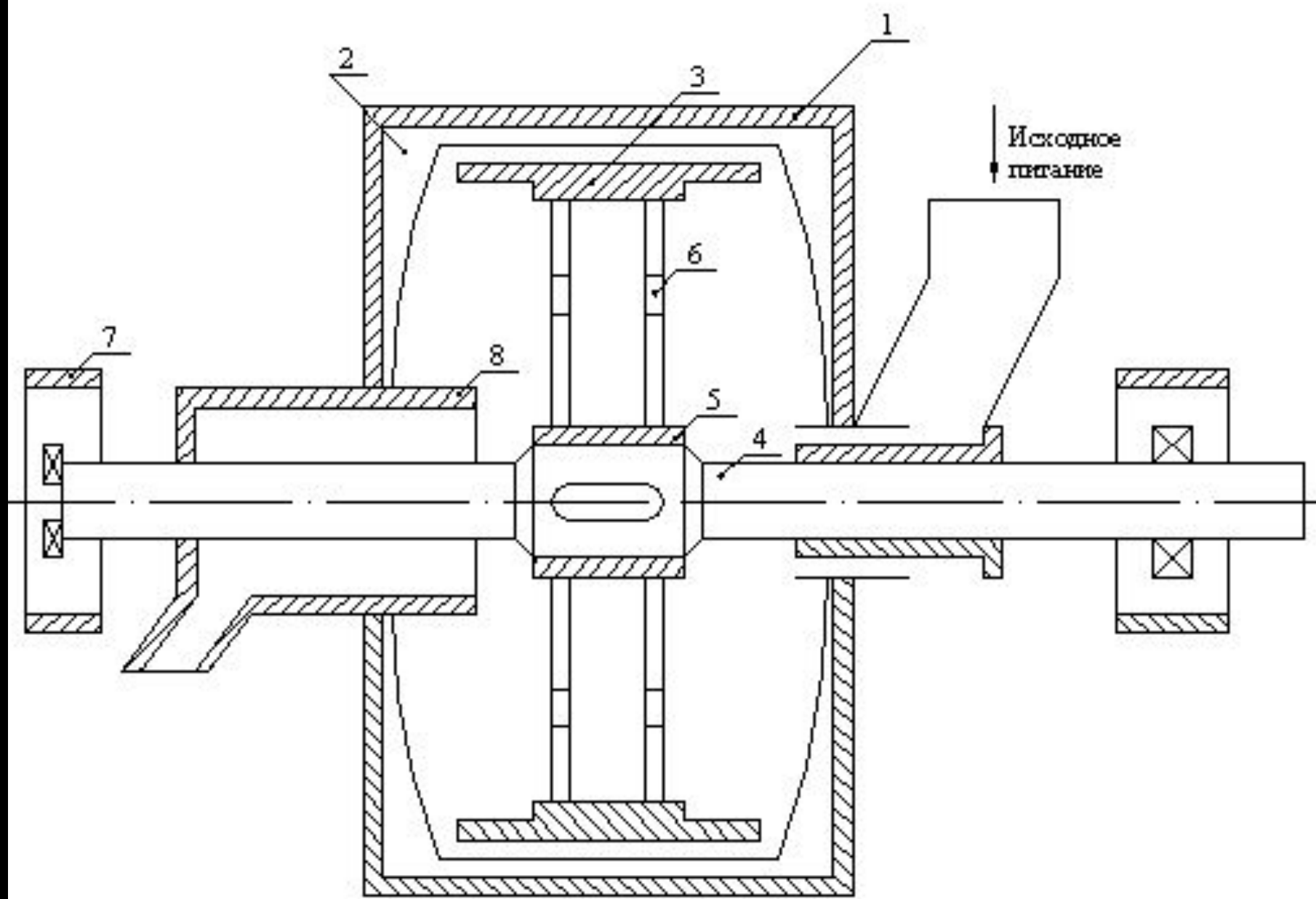


**Обычные мельницы при этом потребляют 9,5-13,2 кВтч/т. Если учитывать отсутствие затрат на измельчающие тела, то эта разница, составляющая 20-30 %, уменьшается до 6-18 %.**

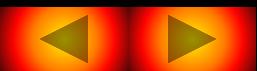


# *Новое оборудование для рудоподготовки*

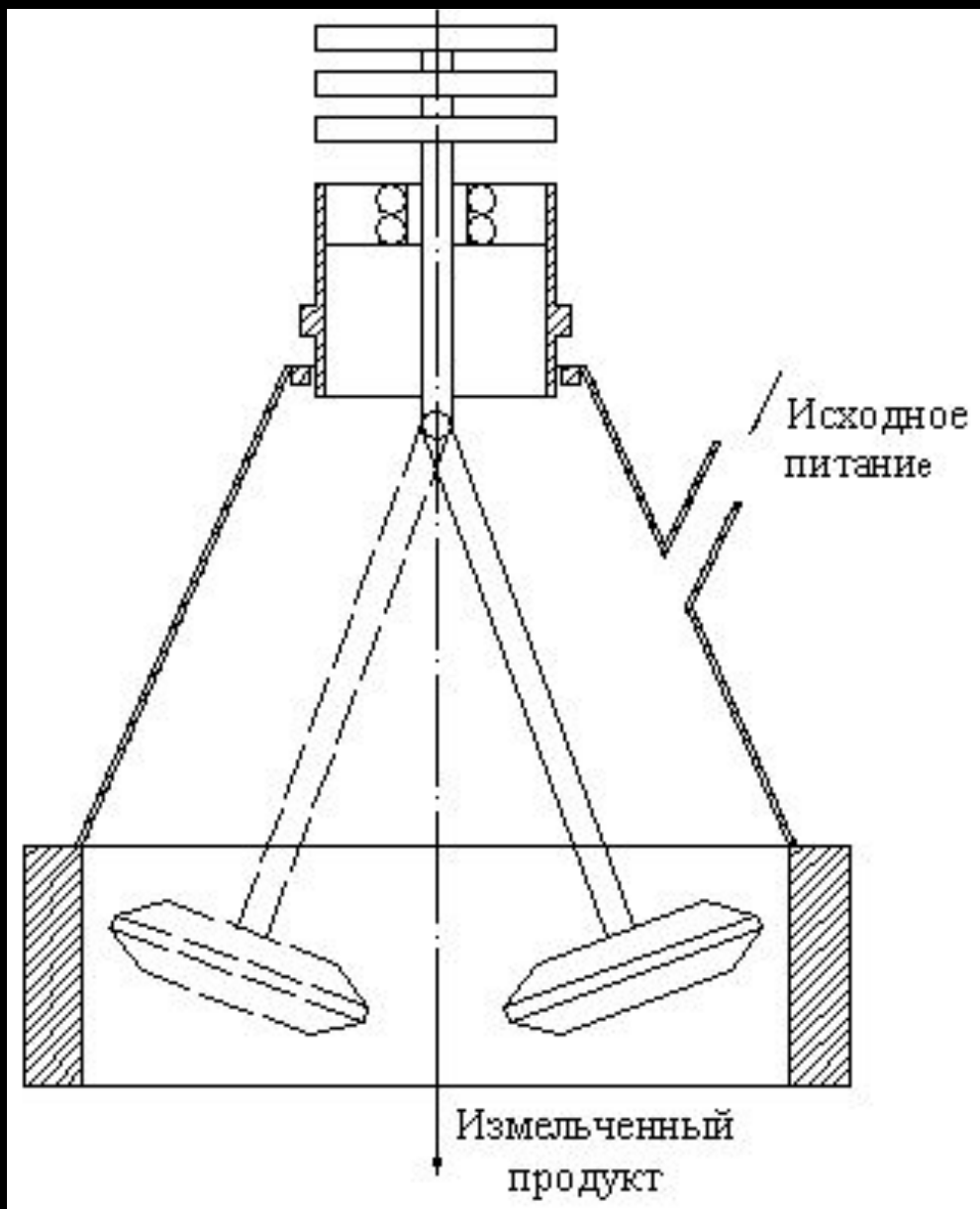




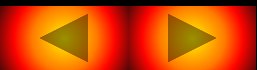
**Центробежная мельница**



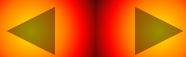




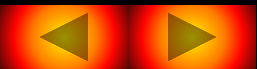
# «Орбимилл»

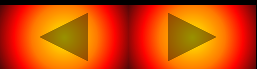


# Медные руды



# Характеристика основных медных минералов

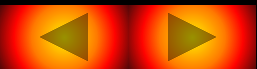




# Характеристика железосодержащих минералов

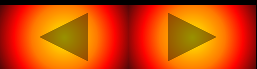
Минералы отличаются:

- изоморфными свойствами;
- флотационными свойствами.



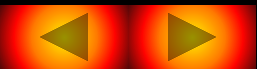
# Промышленное содержание меди в рудах, %:

- сульфидных 0,4
- смешанных и окисленных 0,8

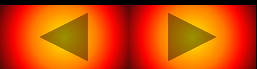


## По текстурным особенностям руды:

- сплошные (содержание пирита 90-95 %);
- вкрапленные (медно-порфировые и медистые песчаники).

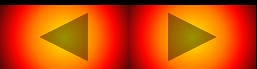


# *Медно-порфировые руды*



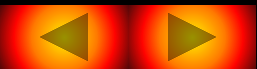


**Это бедные руды, медь  
представлена халькопиритом,  
присутствует пирит,  
сопутствующим минералом  
является молибденит.**

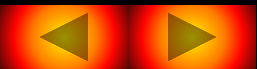


# Характеристика медно-порфировых руд

- большие запасы;
- близкое расположение к поверхности;
- равномерное распределение ценного компонента



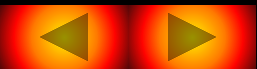
# *Медистые песчаники*



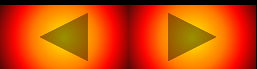
**Медь представлена вторичными минералами, пирита практически нет.**

**Содержание меди в рудых **0,8-1,5 %**.**

**Основной сопутствующий минерал – свинец.**

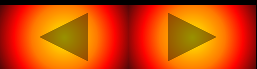


# *Смешанные и окисленные руды*

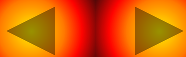


# **Характеристика смешанных и окисленных медных руд**

- трудная обогатимость;**
- легкая флотлируемость пустой породы;**
- большое количество первичных и вторичных шламов**



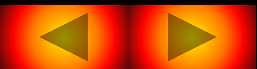
***Флотационные  
свойства медных и  
железосодержащих  
минералов***



# Медные минералы

Собиратели: ксантогенаты и  
аэрофлоты

Депрессоры: ферро- и  
феррицианиды, сернистый  
натрий при расходе  $>400$  г/т,  
жидкое стекло при расходе  $>2$  кг/т



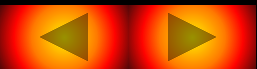


# Железосодержащие минералы

Собиратели: ксантогенаты

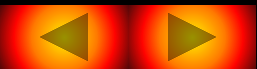
Депрессоры: известь, цианид при  
расходе 5-10 г/т, аэрация воздухом

Активаторы: серная кислота,  
сернистый газ

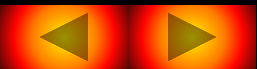


# *Способы флотации окисленных минералов*

- 1.** Без сульфидизации  
высокоактивными собирателями
- 2.** Смесь высокоактивных  
собирателей после сульфидизации
- 3.** Сульфидизация в особых  
условиях и флотация обычными  
ксантогенатами и их сочетаниями



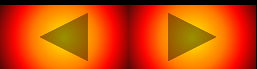
- 4. Ионизация поверхности  
(применение активаторов)**
- 5. Реагенты-активаторы+эмульсия  
(олеат натрия+ керосин+  
стеариновая кислота)**
- 6. Хелатообразующие реагенты+  
амиловый КХ**
- 7. Реагенты-собиратели с  
аналитической группой для меди  
самостоятельно и в сочетании с КХ**



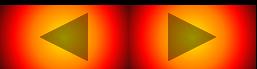
***Технологические  
схемы и режимы для  
медных и медно-  
пиритных руд***



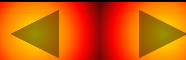
**Эти руды характеризуются неравномерной вкрапленностью и поэтому для более полного их извлечения необходимо использовать стадильность измельчения. Шламуемость минералов, особенно вторичных медных, часто требует отдельной флотации песков и шламов.**



**Эти схемы для медных руд широко применяются. Технология технологических схем традиционна: число перечистных операций около двух, контрольных операций, как правило, одна, очень редко две.**

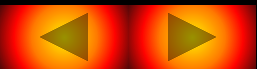


**Технологические схемы для руд, в которых пирит находится в незначительном количестве и его выделение в отдельный концентрат нецелесообразно, характерны для медистых песчаников. В этих рудах медь представлена вторичными сульфидами: халькозином, ковеллином (руда Джебказганского месторождения).**



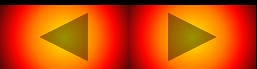
**Медная руда Дзезказганского месторождения характеризуется неравномерной вкрапленностью медных минералов: от 5 мкм до 0,5 мм.**

**Медь представлена на 40 % халькозином, на 40 % - ковеллин-борнитом, на 20 % - халькопиритом.**





**Технологическая схема  
обогащения медистых песчаников  
на Дзезказганской фабрике  
включает трехстадиальное  
дробление до 20 мм и  
двухстадиальное измельчение до  
крупности 60-65 % класса –0,074  
мм.**

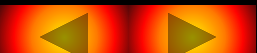


**Измельчаемая руда подвергается классификации в гидроциклонах на шламы (80-85 % класса - 0,074 мм) и пески (25-30 % класса - 0,074 мм), которые флотятся в отдельных циклах.**

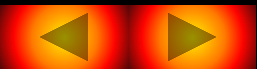
**Это способствует высокой стабильности процесса при колебаниях содержания меди в руде и повышению извлечения ее в концентрат.**



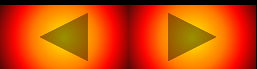
**Основная флотация шламов  
проводится при содержании  
твёрдого в пульпе 20% с  
применением сернистого натрия  
(15-20г/т), бутилового ксантогената  
(12-16 г/т) и вспенивателя Т-66.**

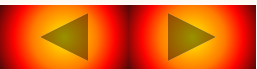
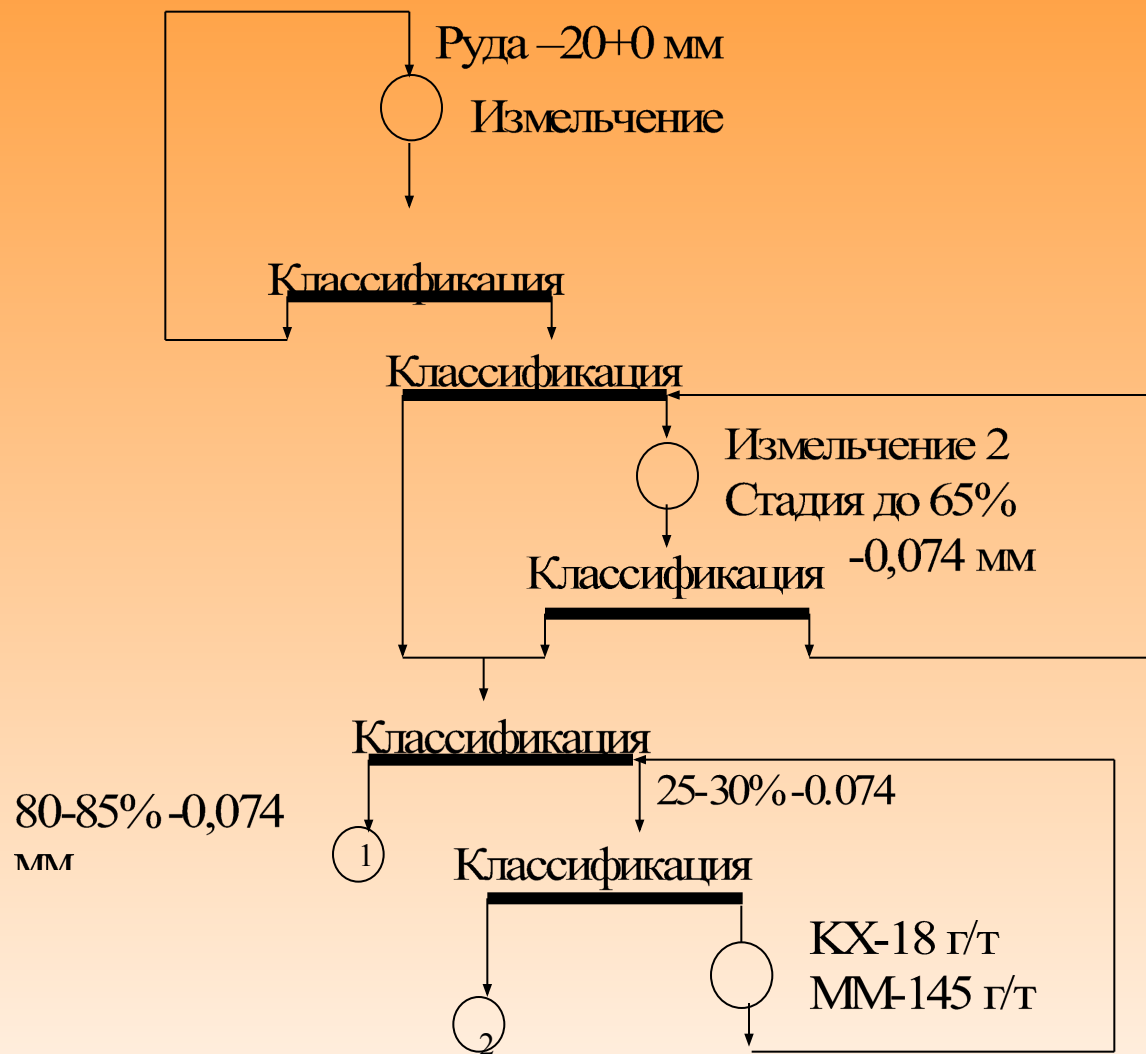


Пески при содержании твердого 68-75 % доизмельчаются до 60 % класса  $-0,074$  мм в присутствии ксантогената (18 г/т) и машинного масла (115-145 г/т), добавляемого для улучшения флотирuemости крупных частиц, смешиваются с промпродуктами шламовой флотации, обрабатывается сернистым натрием и направляются на основную флотацию.



**Медный концентрат первой  
перечистной флотации  
доизмельчается до крупности 92 %  
класса -0,074 мм и вместе с медным  
концентратом шламового цикла  
дважды перечищается с  
получением медного концентрата,  
содержащего до 40-43 % меди при  
извлечении 93-94 %.**





1

Основная  
шламовая

20%

Na<sub>2</sub> ~~СВ~~ 15-20 г/т

Бут КХ – 12-16

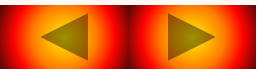
г/т  
Т-66

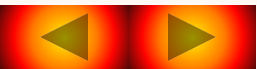
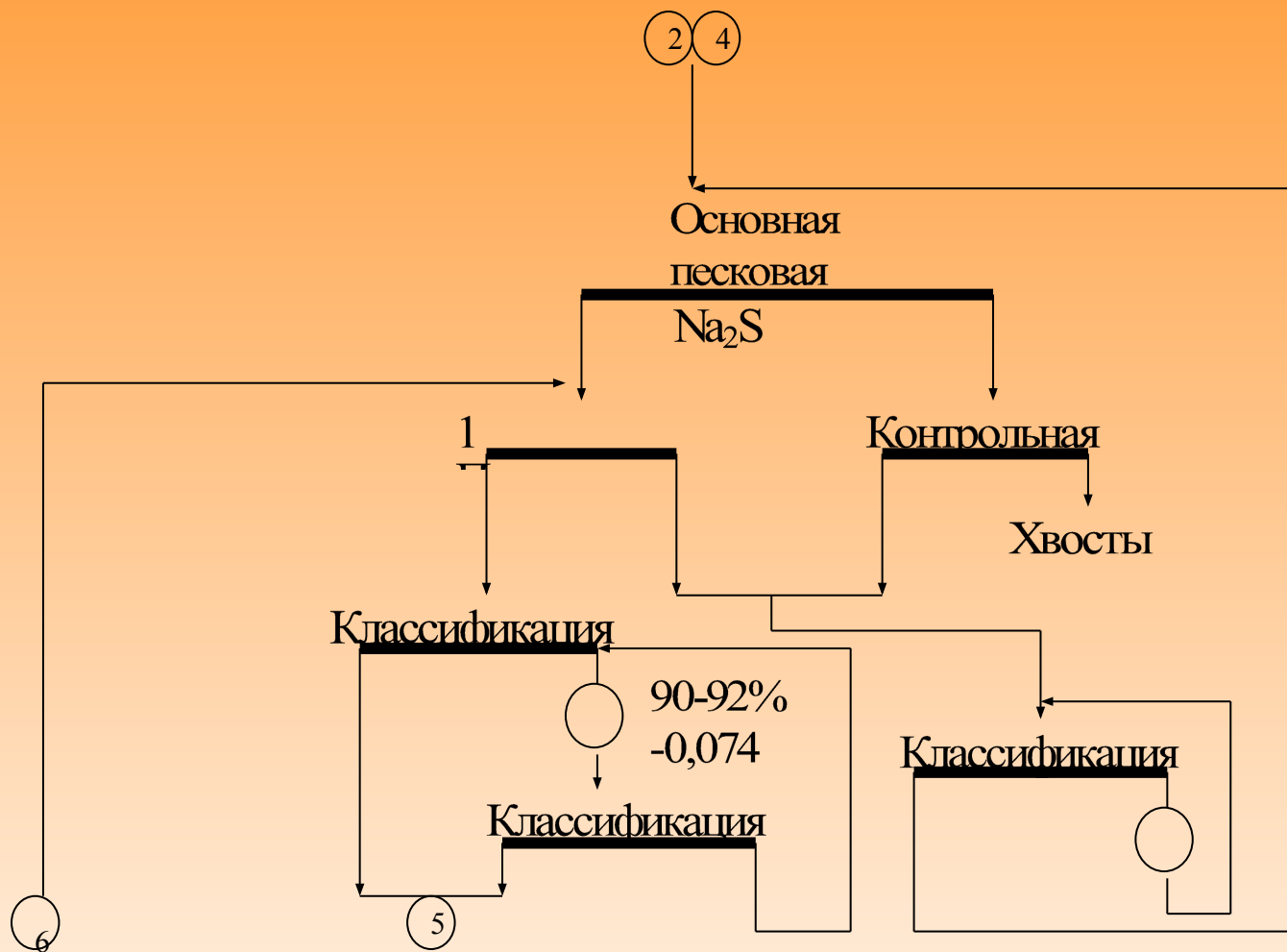
Контрольная

4

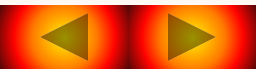
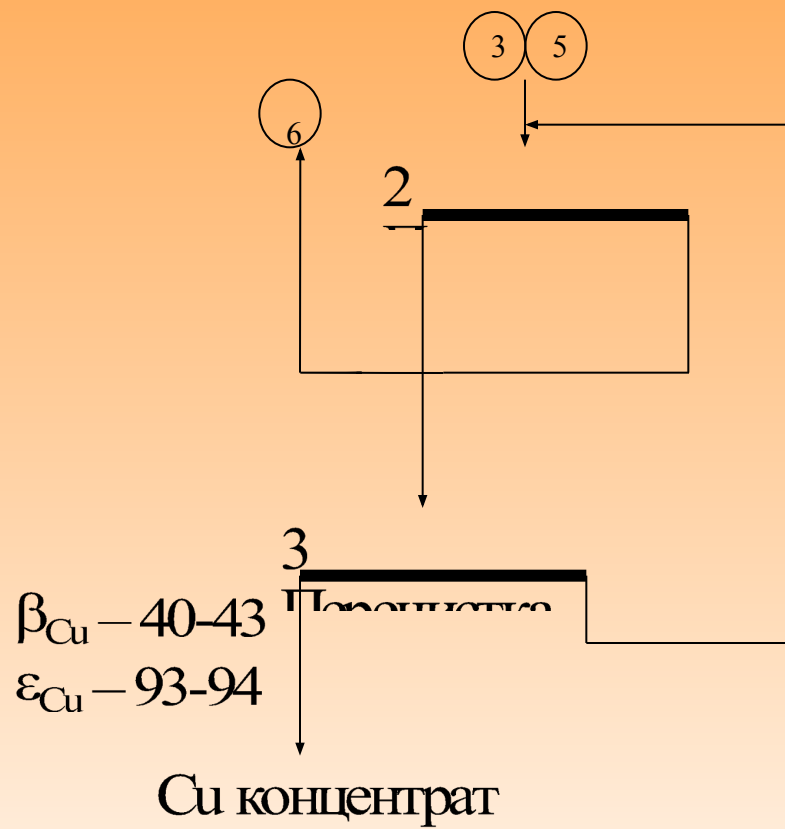
ХВОСТЫ

3

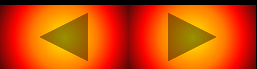






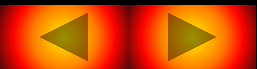


**Для медных руд, в которых содержание пирита в руде такое, что предусматривает его выделение, применяют прямые селективные и коллективно-селективные схемы. Основная задача: разделение медных минералов и пирита.**



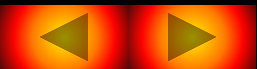
# Недостатки прямой селективной схемы:

- Большой фронт флотации
- Повышенный расход реагентов
- Большой расход электроэнергии



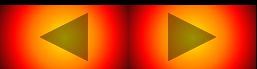
# Достоинства прямой селективной схемы:

- Простой реагентный режим
- Меньший ассортимент применяемых реагентов
- Более богатые получаемые концентраты



## Недостатки коллективно-селективной схемы:

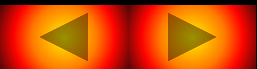
- Сложный узел десорбции реагентов, поданных в коллективном цикле, с поверхности минералов, которые предстоит разделить
- Коллективный концентрат трудно разделить



# *Гайская обогатительная фабрика*

**Коллективный цикл флотации  
проводится при  $pH=7-7,5$ .**

**Расход ксантогенатов (сочетание)  
- до 100 г/т,  
пенообразователя – 40-60 г/т.**



**рН медной флотации >10,  
обеспечивается подачей извести  
при расходе 1-5 кг.**

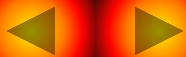
**Подаются селективно  
действующие собиратели:  
аэрофлот до 15 г/т, меркаптаны,  
тионокарбоматы.**

**Часто процесс ведут на  
остаточной концентрации  
коллективного цикла.**

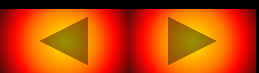
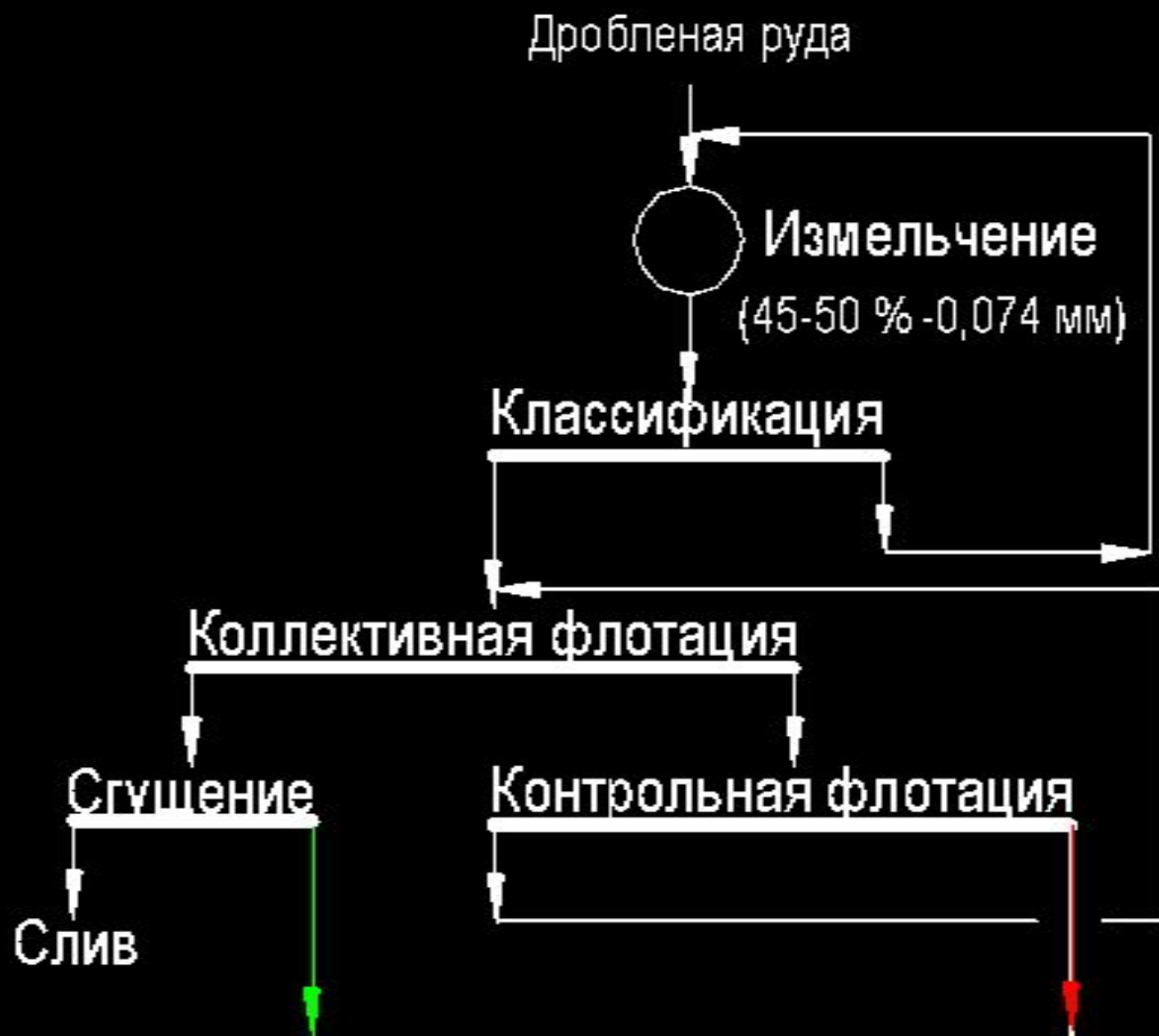


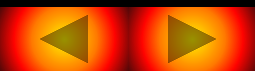
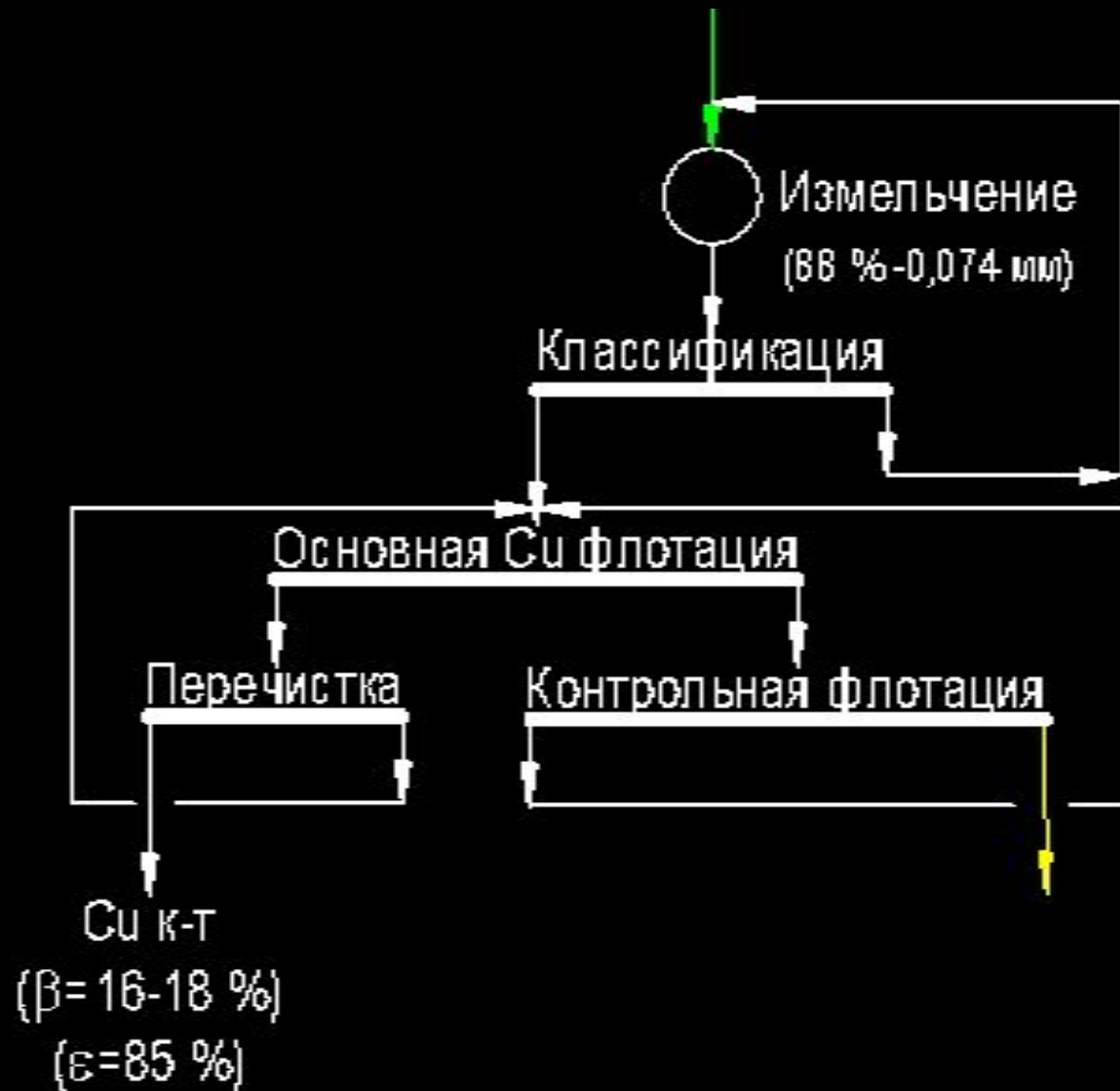
**Пиритный цикл организуют для получения качественного пиритного концентрата.**

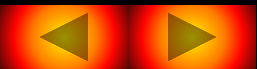
**Характеризуются небольшим количеством операций, чтобы не окислить поверхность пирита. Активация пирита осуществляется подачей серной кислоты или сернистого газа от близлежащего металлургического завода. Медный купорос для активации пирита применяется редко.**



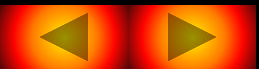








**Для повышения качества концентратов иногда вводят операцию перефлотации как коллективного, так и отдельных концентратов, полученных по схеме.**

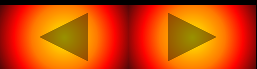


Если в руде присутствуют легкофлотлируемые минералы пустой породы, возможно осуществить флотацию пустой породы при депрессии всех сульфидов сернистым натрием. Второй способ повышения качества: депрессия пустой породы жидким стеклом, декстрином, крахмалом, КМЦ при расходах 200-400 г/т.

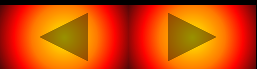


При переработке сплошных руд, когда содержание пирита до 90 %, возникают трудности в силу причин:

- Ў тонкое взаимное прорастание;
- Ў пирит легкофлотирuem;
- Ў большое количество солей.



**Расход извести при флотации  
данного типа руд 15-20 кг/т.  
Технологические показатели  
обогащения могут быть улучшены  
за счет введения аэрации пульпы.  
При этом будет депрессировать  
пирит.**



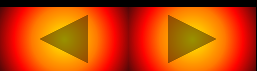
Наиболее прогрессивным для переработки этих руд является **агломерационная флокуляция**.

Перед этим процессом пульпу измельчают до раскрытия ценного компонента. Медные минералы гидрофобизируют селективно действующим реагентом-собирателем типа тионокарбомат.

Пит депрессируется,

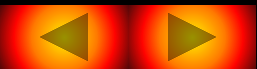


**Обязательным условием ведения процесса является присутствие апполярного собирателя, расход которого до 2 кг/т. После этого процесс проводят в щадящем режиме. Время перемешивания от 30 минут до 2 часов. Происходит укрупнение зерен (образование агломератов), которые отделяют грохочением.**

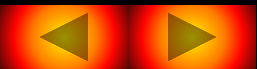


# Факторы, влияющие на процесс:

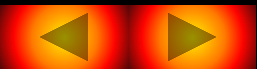
- время и интенсивность перемешивания;
- расходы реагентов;
- содержание твердого;
- вязкость апполярного реагента;
- температура процесса;
- степень вскрытия зерен минералов



**Процесс позволил из труднообогатимой руды, которая обогащалась по традиционной схеме, повысить извлечение меди с 62,53 до 79,17 %, а сопутствующее серебро с 31 до 43,87 %.**

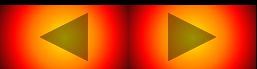


***Схема обогащения  
упорных окисленных  
медных руд***

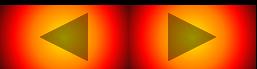


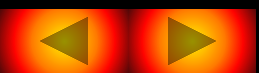
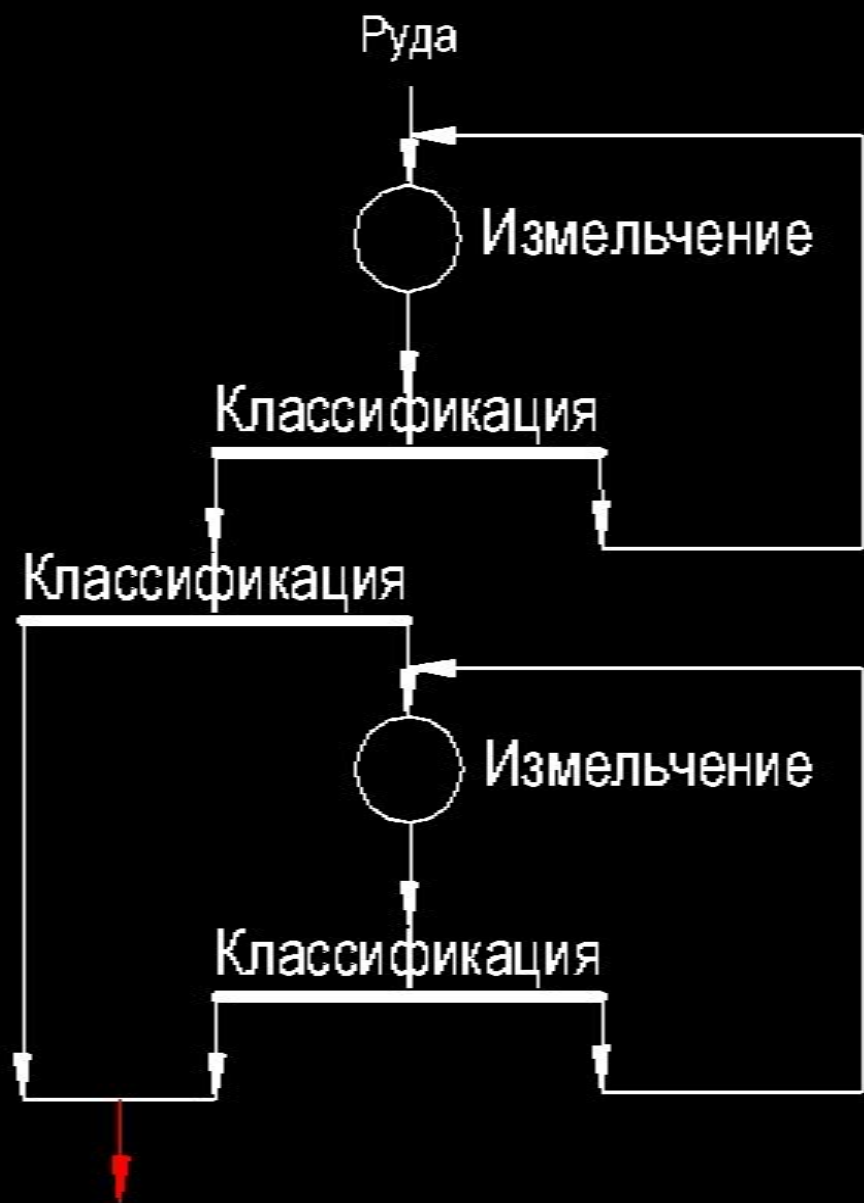
# Способы переработки

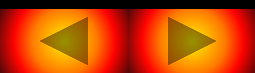
- флотация с использованием сульфгидрильных собирателей
- флотация с использованием оксигидрильных собирателей
- комбинированные схемы (обогащение+гидро – пиррометаллургия)
- металлургия



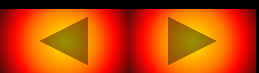
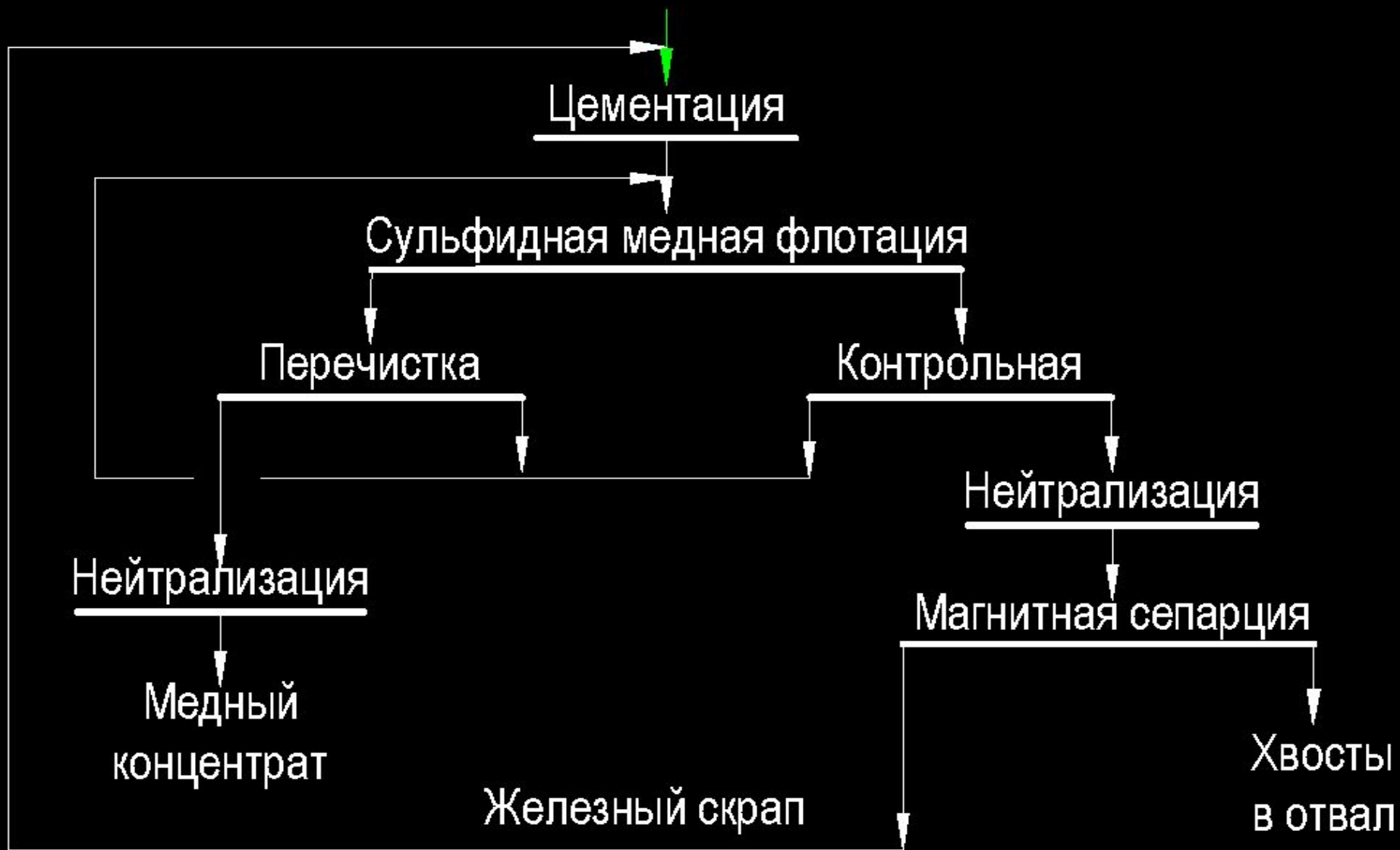
# Схема процесса ВЦФ



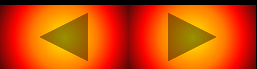


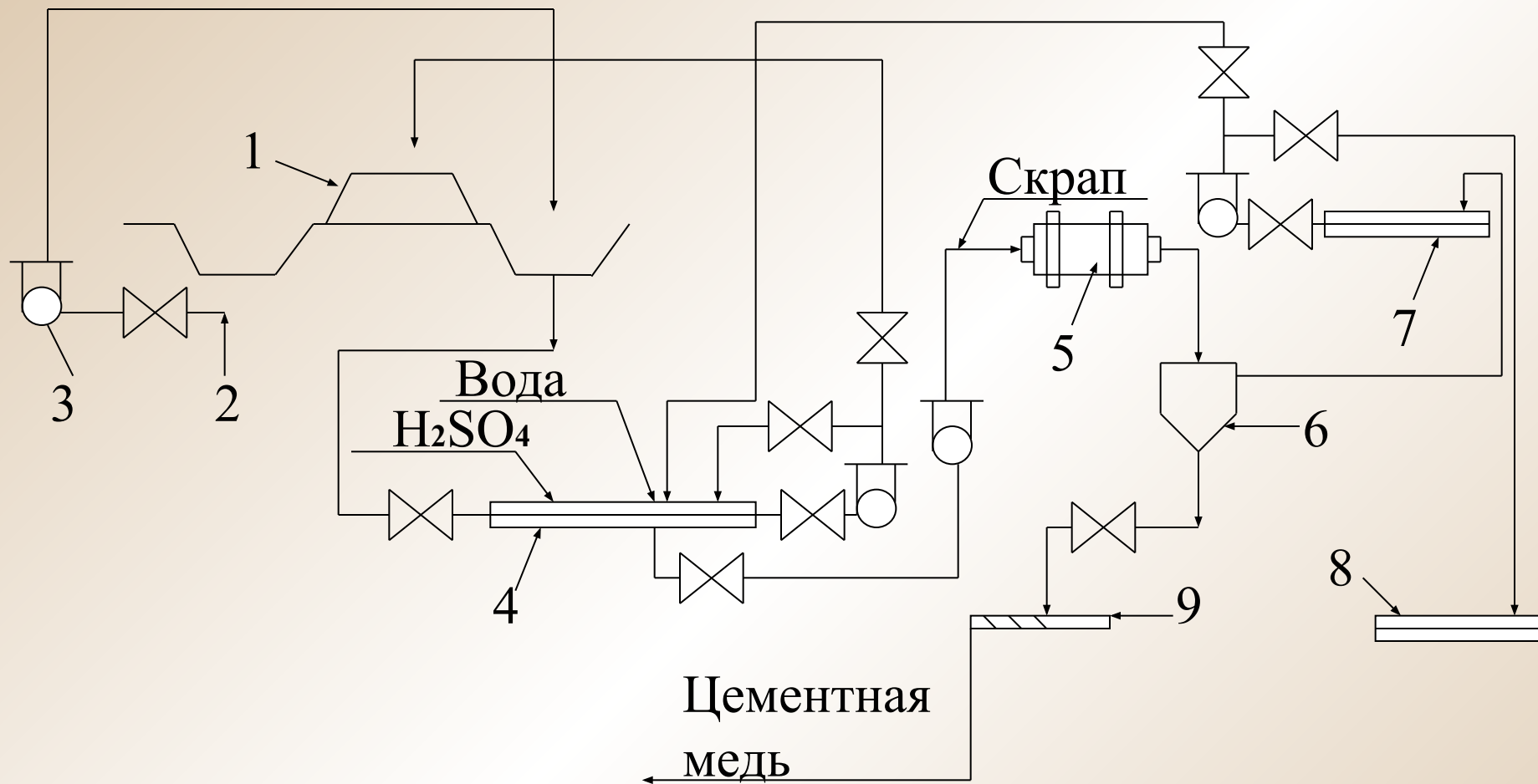




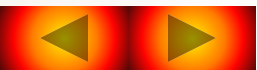


***Схема кучного  
выщелачивания  
забалансовых медных  
руд***

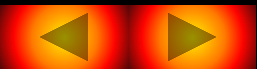


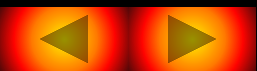


1-отвал; 2-дренажная канава; 3-наносы; 4-пруд-отстойник; 5-барабанный цементатор; 6-сгуститель; 7-хранилище хвостовых растворов; 8-испарительная площадка; 9-площадка для сушки цементной меди.

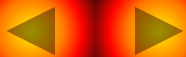


# Схема чанового процесса

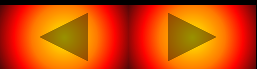




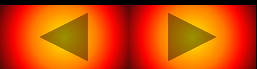
# СВИНЦОВЫЕ РУДЫ



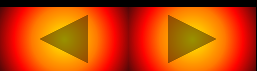
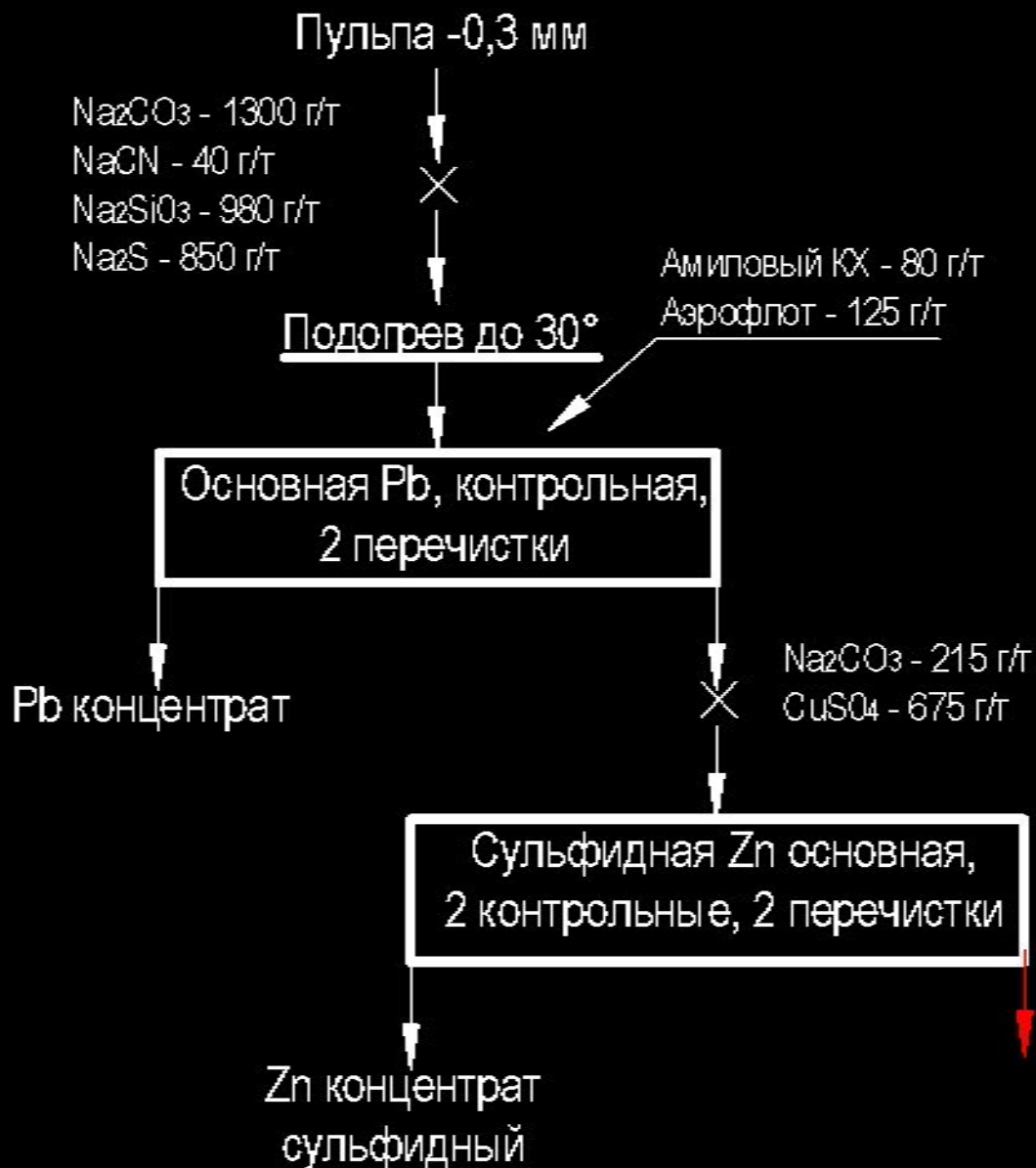
# Свинцовые минералы



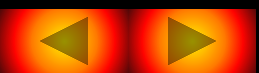
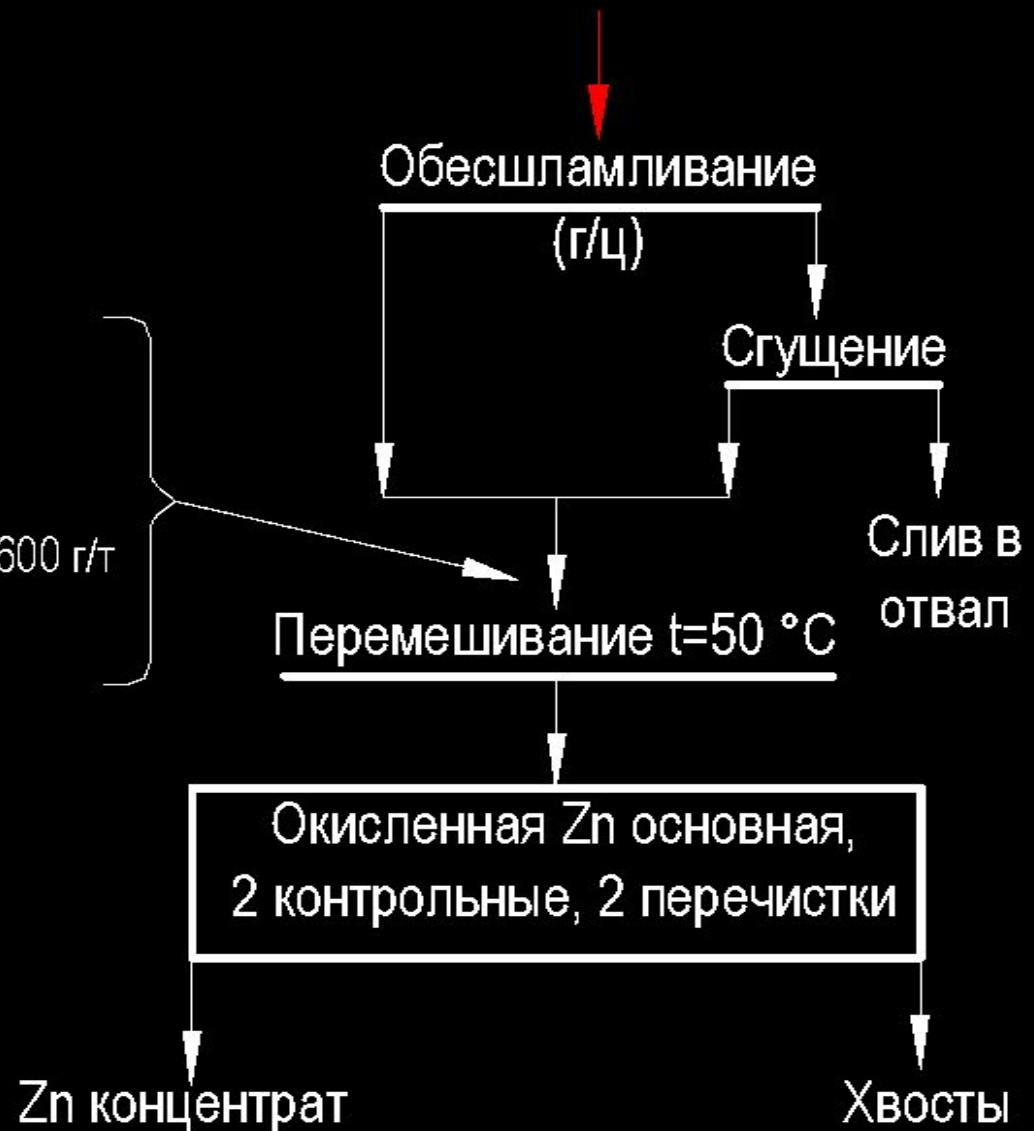
# *Фабрика Ризо*



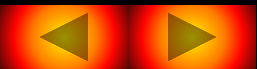




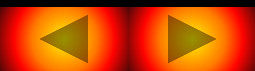
Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> - 1300 г/т  
Na<sub>2</sub>S - 3660 г/т  
Амиловый КХ - 220 г/т  
CuSO<sub>4</sub> - 1300 г/т  
Апполярный собиратель - 600 г/т  
Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> - 450 г/т  
Сосновое масло - 40 г/т

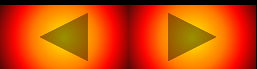


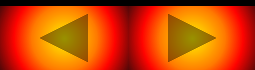
# *Фабрика Мацуа*



# Руда смешанная Pb-Zn







***Комплексность  
использования  
сырья***

