

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТИ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Проектирование обогачительных фабрик

**Лекция 6 Выбор и обоснование схем измельчения,
методика расчета схемы измельчения**

Преподаватель: Мотовилов Игорь Юрьевич
доктор PhD кафедры «Металлургия и обогащение
полезных ископаемых»

motovilov88@inbox.ru

Содержание

- 1. Выбор схемы измельчения**
- 2. Методика расчета схем измельчения**

Выбор схемы измельчения

Схемы измельчения подразделяются на схемы измельчения со стальной средой (стержнями и шарами) и схемы самоизмельчения. При выборе схемы определяются число стадий измельчения, необходимость предварительной и поверочной классификации и вид цикла – открытый, полностью замкнутый и частично замкнутый.

Число стадий измельчения зависит от необходимой крупности измельчения, которая, в свою очередь, определяется размером вкрапленности извлекаемых минералов и измельчаемости руды. Крупность продуктов измельчения определяется по их гранулометрическому составу и распределению ценных компонентов по классам крупности. Оптимальная крупность измельчения устанавливается при исследованиях обогатимости руд с использованием выбранного способа обогащения.

Таблица 6.1 – Крупность измельчения в различных стадиях

Предел крупности	Стадии измельчения		
	Крупное	Среднее	Тонкое
Верхний, % +0,2 мм	$\frac{+0,3(+0,2)}{\text{До } 10}$	$\frac{-0,3(+0,1)}{\text{До } 5}$	$\frac{-0,1(-0,15)}{\text{До } 1,5}$
Нижний, % -0,074 мм	50...60	60...85	85 и более

Выбор схемы измельчения

В зависимости от наличия в схеме измельчения операции классификации и ее назначения одностадиальные схемы подразделяются на схемы:

- с открытым циклом (А);
- с предварительной классификацией (Б);
- с поверочной классификацией в замкнутом цикле (В);
- с совмещением предварительной и поверочной классификации (Г);
- с разделением операций предварительной и поверочной классификациями (Д);
- с контрольной классификацией слива (Е).

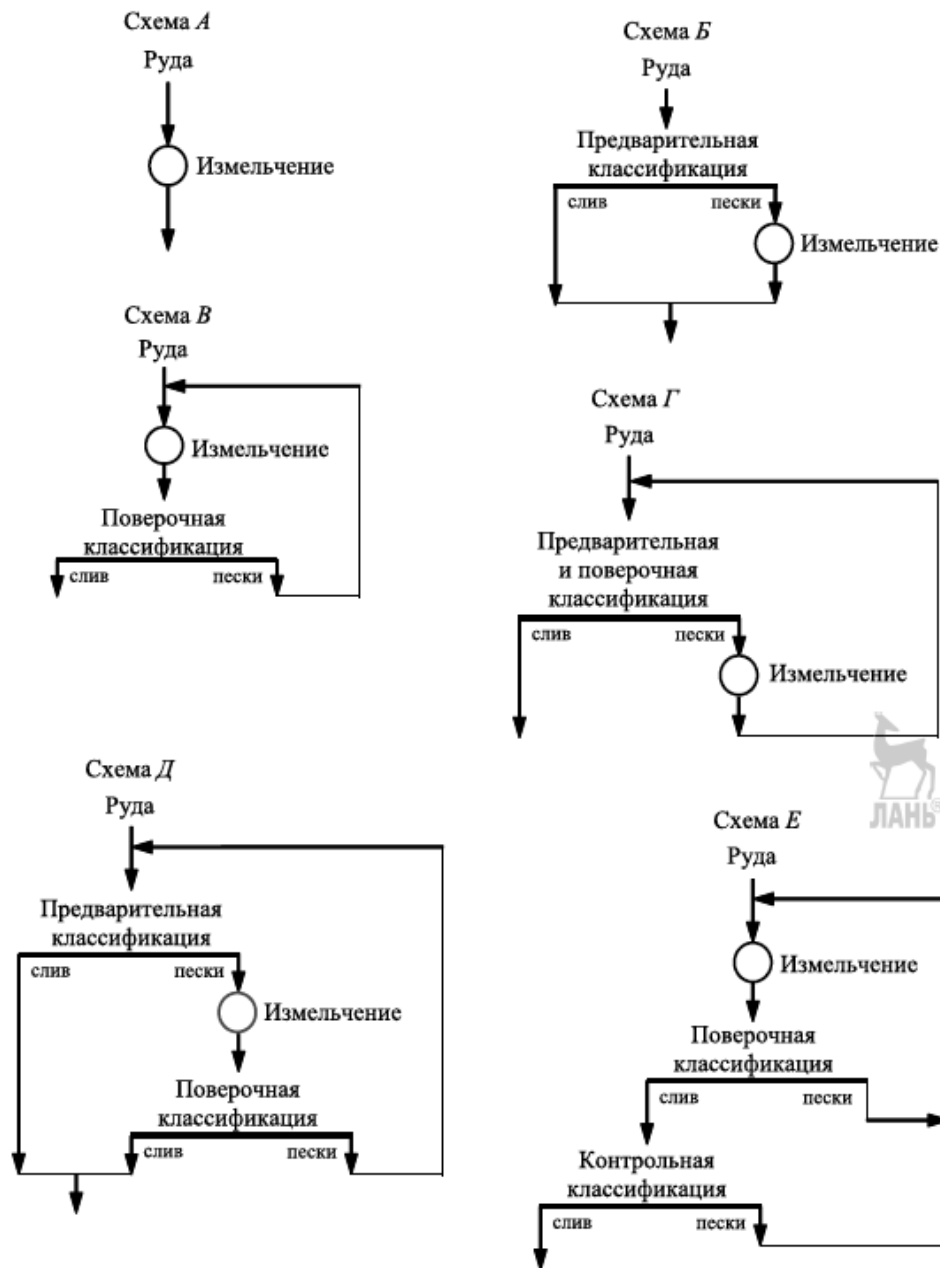


Рис. 6.1. Схемы двухстадиального измельчения и классификации

Выбор схемы измельчения

При переработке тонковкрапленных руд при измельчении до крупности 75 % и более класса $-0,074$ мм применяются двух- и многостадийные схемы.

Двухстадийные схемы подразделяются на схемы:

- с открытым циклом в I стадии;
- с замкнутым циклом в I и II стадиях;
- с частично замкнутым циклом в I стадии;
- с межцикловой операцией обогащения.

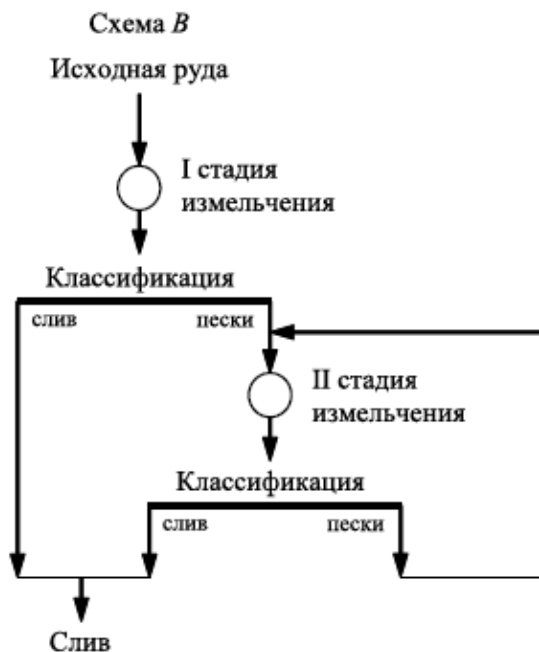


Рис. 6.2. Схемы двухстадийного измельчения и классификации

Выбор схемы измельчения

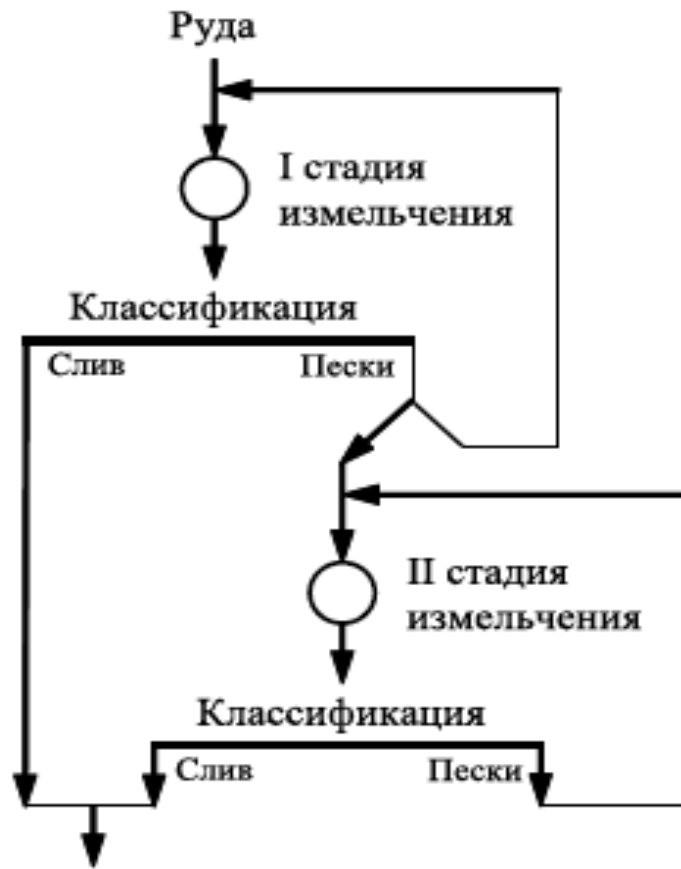


Рис. 6.3. Двухстадиальная схема измельчения с частично замкнутым циклом в I стадии

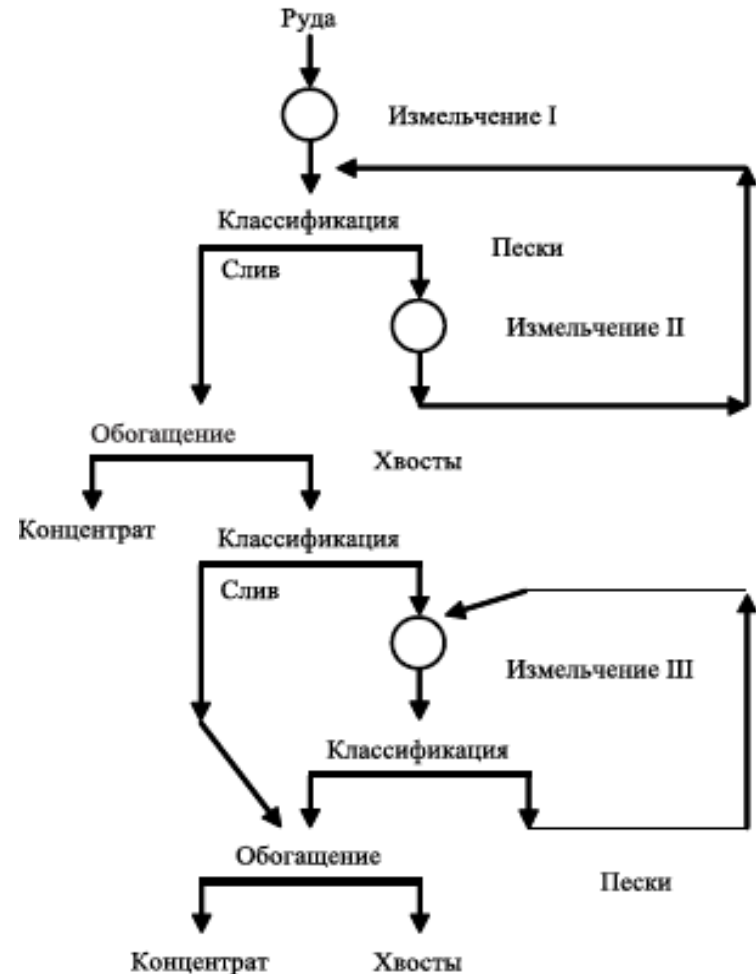


Рис. 6.4. Трехстадиальная схема измельчения

Выбор схемы самоизмельчения

В настоящее время процессы самоизмельчения принято разделять на:

– **рудное самоизмельчение (РСИ)**, при котором в мельницах большого диаметра (до 12 м и более) измельчается крупнодробленая руда (250...350 мм);

– **рудное полусамоизмельчение (РПСИ)**, отличающееся от рудного самоизмельчения тем, что в мельницы добавляются стальные шары в количестве 6...10 % от объема барабана мельницы;

– **рудно-галечное измельчение (РГИ)**, при котором производится измельчение руды 6 мм и менее рудной галей крупностью **-100(75)+25 мм**, выделяемой из крупнодробленой руды или после рудного самоизмельчения.

Технологические преимущества процессов самоизмельчения следующие:

– снижается ошламование за счет снижения вероятности раскалывания минеральных частиц, разрушаются прежде всего минеральные агрегаты по плоскостям спайности;

– уменьшается количество «натертого» железа, которое оказывает отрицательное влияние, например, на цианирование золота, на флотацию с использованием оксигидрильных собирателей и т.п.;

– возможность флотации при грубом помоле, что позволяет повысить извлечение ценных металлов и качество получаемых концентратов.

Выбор схемы самоизмельчения

Экономические преимущества процесса самоизмельчения являются более весомыми при решении вопроса о применении этого процесса в схемах рудоподготовки. К этим преимуществам относятся:

- отсутствие операций среднего и мелкого дробления. Это сокращает общие капитальные затраты на сооружение отделений среднего и мелкого дробления, бункеров или складов мелкодробленой руды;

- возможность исключения одной (стержневые мельницы) или обеих (стержневые и шаровые мельницы) стадий измельчения, когда рудное самоизмельчение производится в один прием до конечной крупности, определяемой технологией обогащения;

- снижение расхода металла;

- исключение сложной системы конвейерного тракта, системы пылеулавливания;

- снижение количества технологического оборудования;

- снижение эксплуатационных расходов;

- снижение общей площади застройки;

- повышение производительности труда.

Основным недостатком процесса рудного самоизмельчения является наличие зерен критической крупности, которые не могут быть измельчающей средой и сами не измельчаются при принятом режиме измельчения. Зерна критической крупности обычно имеют крупность $-100(75) +25$ мм. Наличие зерен критической крупности снижает производительность мельниц, повышает удельный расход электроэнергии, приводит к ошламованию и ухудшает регулируемость процесса.

Выбор схемы самоизмельчения

Для борьбы с зернами критической крупности применяются следующие методы:

- загрузка в мельницу шаров крупностью 80...120 мм в количестве 6...10 и даже 12 % от объема мельницы;
- додрабливание зерен критической крупности перед их возвратом в мельницу;
- предварительная классификация руды перед измельчением на классы +100(75) мм и –100(75) мм с последующим их рационированием перед подачей в мельницу;
- применение двухстадиальных схем измельчения, когда во II стадии устанавливаются шаровые мельницы.

Выбор схемы рудоподготовки с применением процесса самоизмельчения зависит от:

- физических свойств руды (крепости, наличия глины, влажности, трещиноватости, абразивности, измельчаемости);
- гранулометрического состава руды, в которой должно содержаться не менее 30 % материала крупностью +100 мм;
- отсутствия в руде более крепких кусков, чем основная рудная масса;
- наличия мельниц самоизмельчения и их характеристики. Известно, что рудное самоизмельчение экономически выгодно при использовании мельниц диаметром более 8 м;
- строения и особенностей месторождения, вещественного состава руд с определением для каждого типа руд рабочего индекса Бонда.

Выбор схемы самоизмельчения

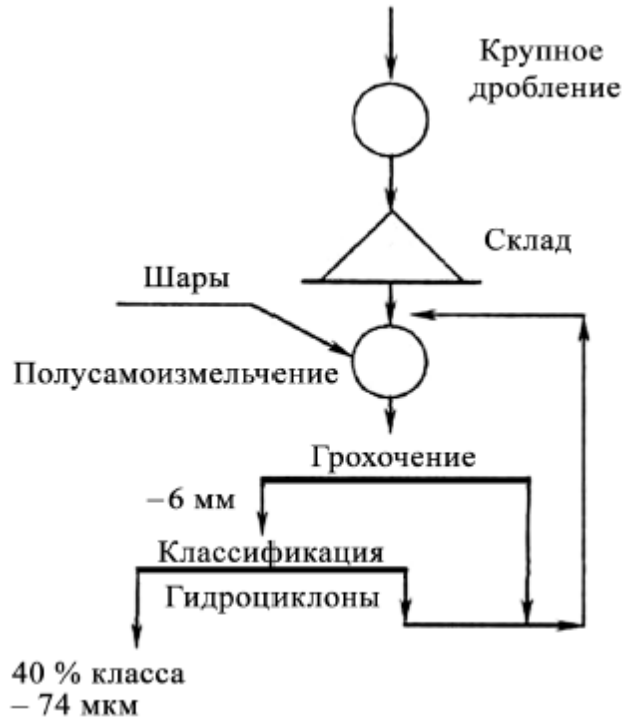


Рис. 6.5. Схема одностадиального рудного полусамоизмельчения

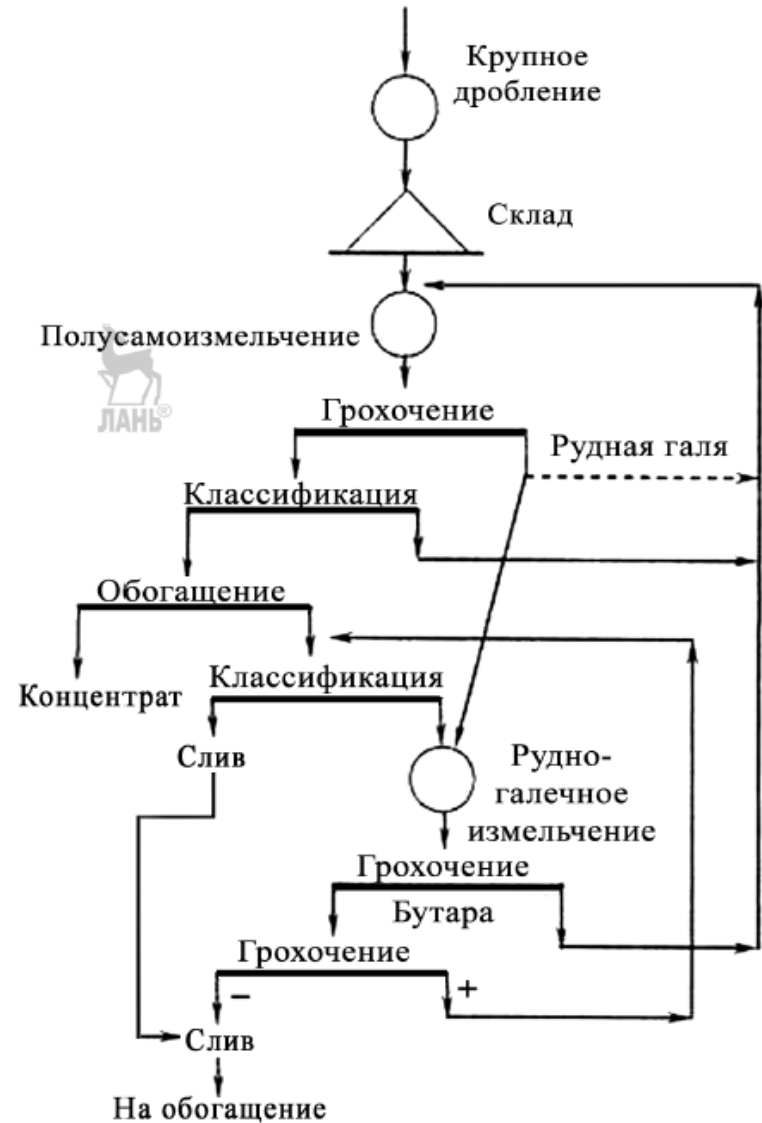


Рис. 6.10. Схема двухстадиального измельчения с установкой рудногалечных мельниц во II стадии

Методика расчета схем измельчения

Расчет схем измельчения сводится к определению величины циркуляционной нагрузки в циклах измельчения и классификации. Этот расчет осуществляется по содержанию расчетного класса. При грубом измельчении за расчетный класс обычно принимается содержание класса $-0,15$ мм, при мелком измельчении – содержание класса $-0,074$ мм и при тонком $-0,044$ мм.

При замкнутом цикле измельчения (рис. 6.11) величина циркуляционной нагрузки определяется по содержанию расчетного класса ($-0,074$ мм) в продуктах измельчения и классификации, а также по плотности этих продуктов.

Циркуляционная нагрузка – это отношение массы песков, возвращаемых в мельницу, к массе исходной руды, поступающей в мельницу (%), 6.1:

$$C = \frac{S}{Q} 100 \quad (6.1)$$

где C – циркуляционная нагрузка, %;

S – масса песков, т/ч ;

Q – количество исходной руды, поступающей в мельницу, т/ч.

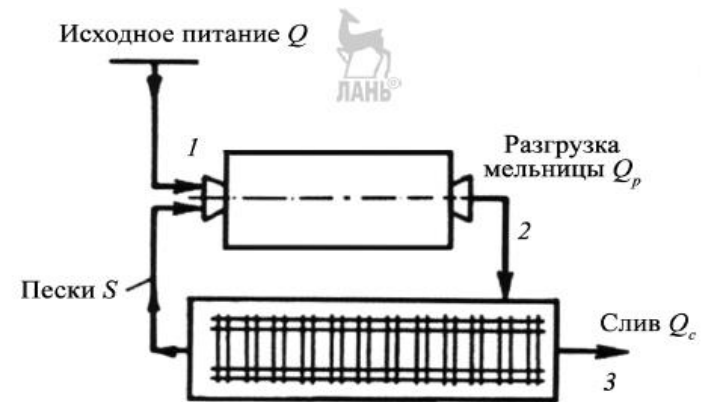


Рис. 6.11. Схема измельчения к расчету циркуляционной нагрузки

Методика расчета схем измельчения

Массу песков S (т/ч) можно определить по материальному балансу расчетного класса в цикле

$$(Q + S) \alpha = Q\beta + S\theta, \quad (6.2)$$

где α , β , θ – содержание класса $-0,074$ мм в сливе мельницы, в сливе гидроциклона, в песках гидроциклона соответственно, %.

Содержание расчетного класса определяется ситовым анализом проб продуктов измельчения в точках 1, 2 и 3.

$$C = \frac{S}{Q} 100 \quad (6.1)$$

Тогда из формул (6.1) и (6.2) циркуляционная нагрузка (%) будет равна

$$C = \frac{\beta - \alpha}{\alpha - \theta} 100$$

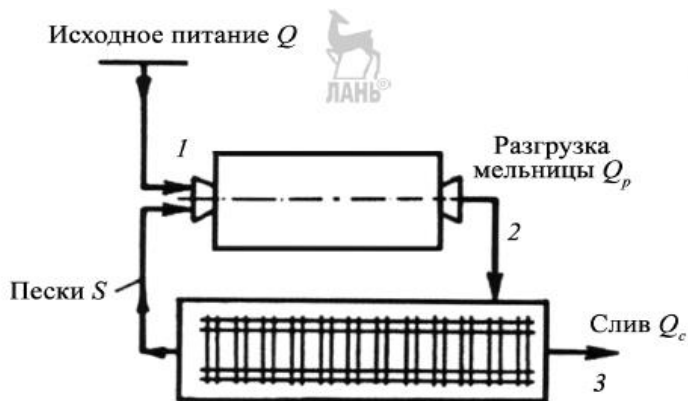


Рис. 6.11. Схема измельчения к расчету циркуляционной нагрузки

Циркуляционная нагрузка по плотности продуктов измельчения и классификации определяется по материальному балансу по твердому следующим образом:

$$(Q + S)R = QR_2 + SR_1;$$

$$QR + SR = QR_2 + SR_1;$$

$$S(R - R_1) = Q(R_2 - R),$$

Откуда

$$S = Q \frac{R_2 - R}{R - R_1} \quad \text{и} \quad C = \frac{R_2 - R}{R - R_1} 100$$

где R , R_1 и R_2 – отношение Ж:Т (по массе), или разжижение слива мельницы, в песках гидроциклона и в сливе гидроциклона.

Методика расчета схем измельчения

Для расчета схемы измельчения с совмещением операции предварительной и поверочной классификации (рис. 6.12) содержание расчетного класса определяется в продуктах 1–4.

Циркуляционная нагрузка для такой схемы будет равна

$$C = \frac{\beta_2 - \beta_1}{\beta_4 - \beta_3} 100$$

Оптимальную циркуляционную нагрузку можно ориентировочно определить в зависимости от условий измельчения. Так, при грубом измельчении мягких руд до крупности 50 % – 0,074 мм циркуляционная нагрузка принимается равной 150...200 %, при измельчении руд средней твердости и крепких руд – 200...300 %.

При тонком измельчении (80 % – 0,074 мм) циркуляционная нагрузка обычно равна 300...600 %.

После определения циркуляционной нагрузки необходимо произвести проверку пропускной способности (удельной нагрузки) мельницы [т/(м³·ч)]:

$$q = \frac{Q + S}{V}$$

где V – объем мельницы, м³.

Нагрузка не должна превышать 12 т/(м³·ч), т.е. $q \leq 12$ т/(м³·ч).

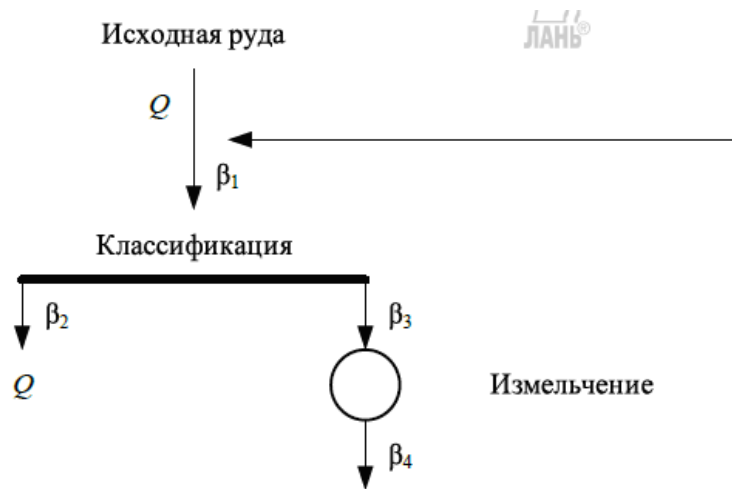


Рис. 6.12. Схема измельчения с совмещением операции предварительной и поверочной классификации