

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТИ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Проектирование обогачительных фабрик

**Лекция 3 Выбор и обоснование схем дробления, методика
расчета схемы дробления**

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

motovilov88@inbox.ru

Содержание

- 1. Выбор и обоснование метода усреднения руды**
- 2. Выбор и обоснование схем дробления**
- 3. Методика расчета схемы дробления**

Рудоподготовка – комплекс операций, обеспечивающих получение из добываемой горной массы товарной или кондиционной руды, пригодной для ее переработки методами обогащения.

Роль процессов рудоподготовки на современной обогатительной фабрике значительно повышается в связи с постепенным снижением содержания ценных металлов в рудах и повышением производительности предприятий по добыче и переработке минерального сырья.

Повысились требования к технологическим схемам, оборудованию, инженерным решениям, к организации работы и автоматизации цехов и отделений рудоподготовки. Эти требования вызваны необходимостью снижения капитальных затрат и эксплуатационных расходов при одновременном повышении технического уровня и надежности.

Основными направлениями совершенствования процессов рудоподготовки в настоящее время считаются:

- широкое применение циклично-поточной технологии при отработке месторождений открытым способом, особенно при глубине карьеров более 400...500 м;

- модернизация технологических процессов дробления с применением дробильных агрегатов новых, более совершенных и высокопроизводительных конструкций при снижении крупности дробленых продуктов перед измельчением в 2 – 3,5 раза;

- более широкое использование процесса само- и полусамоизмельчения.

Выбор и обоснование схем усреднения руды

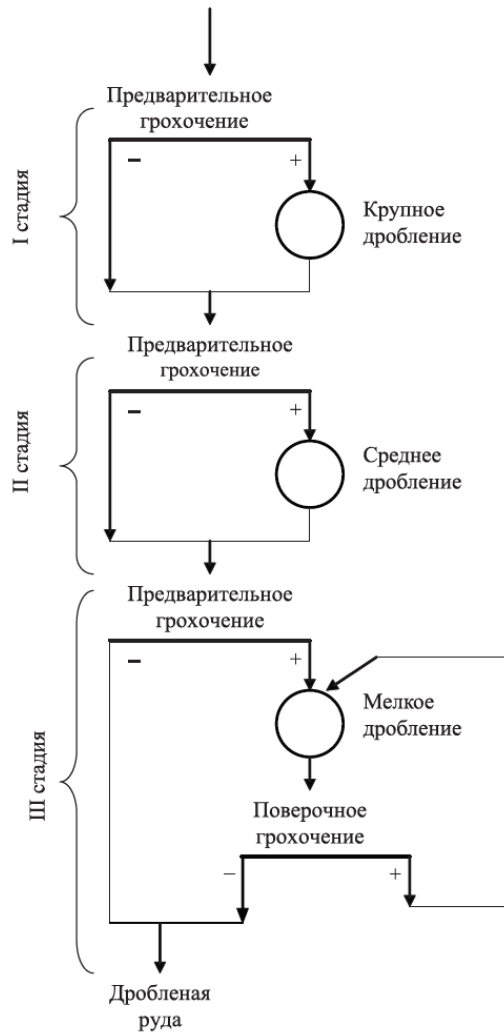
Усреднение руды – операция или совокупность технологических операций целенаправленного изменения качества руды, а также смешивания руд разных сортов, в результате которых при заданных параметрах усреднения уменьшаются пределы колебаний качества руды.

Геолого-технологическое картирование – это комплекс работ по изучению изменчивости вещественного состава, текстурно-структурной характеристики, физико-механических и технологических свойств руды, выделению и изучению распределения на месторождении технологических типов и сортов руд с определением показателей обогащения по типам, сортам и участкам месторождения.

Технологическая схема обогатительной фабрики должна обязательно включать операции по усреднению руды, а также содержать оценки колебаний показателей качества руды.

На многих обогатительных фабриках обязательными являются склады крупнодробленой руды и бункера или склады мелкодробленой руды, которые также выполняют роль усреднительных, накопительных и распределительных емкостей. В проектах фабрик применение складов крупнодробленой руды является обязательным.

Выбор и обоснование схем дробления



Выбор схемы дробления зависит прежде всего от крупности исходной руды, от схемы измельчения и от физических свойств руды, к которым относятся крепость, хрупкость, трещиноватость, глинистость, влажность и структура кусков руды.

Схема дробления является совокупностью стадий дробления, состоящих из операции дробления и относящейся к ней операции грохочения (рис. 3.1).

Схема дробления характеризуется прежде всего **общей степенью дробления**, которая, в свою очередь, определяется крупностью исходной руды и дробленого продукта. Входящие в схему дробления операции грохочения в зависимости от назначения могут быть **предварительными и поверочными**. Операции грохочения, применяемые для выделения мелочи из руды, направляемой на дробление, называются **предварительными**, а для контроля крупности дробления – **поверочными, или контрольными**.

Рис. 3.1. Трехстадиальная схема дробления

Выбор и обоснование схем дробления

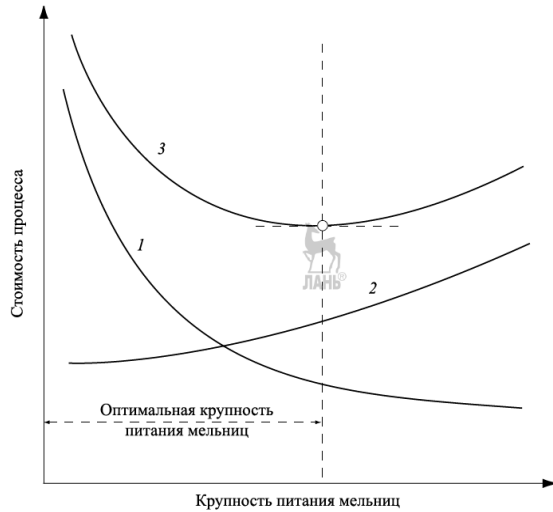


Рис. 3.2. Зависимость стоимости дробления и измельчения от крупности питания мельниц: 1 – стоимость процесса дробления; 2 – стоимость процесса измельчения; 3 – суммарная стоимость процессов дробления и измельчения

Таблица 3.1 – Соотношение стоимости процессов дробления и измельчения при различной крупности дробленого продукта

Стоимость процесса	Стоимость процессов, % от суммарной, при крупности дробленого продукта, мм		
	-25+0	-15+0	-10+0
Дробления	11,84	16,74	20,49
Измельчения	88,16	83,26	79,51
Суммарная, %	100,00	100,00	100,00

Таблица 3.2 – Соотношение стоимости операций дробления и измельчения при крупности дробленого продукта минус 10+0 мм

Стоимость процесса	Стоимость процессов, % от суммарной при производительности фабрики, т/сут			
	500	2500	10 000	40 000
Дробления	34	23	20	18
Измельчения	66	77	80	82
Суммарная, %	100	100	100	100

Выбор и обоснование схем усреднения руды

При максимальной крупности исходной руды, поступающей из карьера, 1100 мм и минимальной крупности руды, поступающей из шахты, 250 мм, при оптимальной крупности дробленой руды, направляемой на измельчение в стержневые и шаровые мельницы, 20 и 10 мм соответственно общая степень дробления будет:

$$S_{max} = \frac{D_{исх}}{d_k} = \frac{1100}{10} = 110, S_{min} = \frac{D_{исх}}{d_k} = \frac{250}{20} = 12.5$$

Общая степень дробления равна произведению частных степеней дробления в каждой стадии, т.е. для трехстадиального дробления:

$$S = S_1 \cdot S_2 \cdot S_3.$$

Щековые дробилки крупного дробления способны обеспечить степень дробления **от 3 до 5**, конусные дробилки крупного дробления **6...8**. Конусные дробилки для среднего дробления позволяют получать степень дробления до **3...4** и в замкнутом цикле с поперочным грохочением – **до 8**. Конусные дробилки для мелкого дробления без поперочного грохочения обеспечивают степень дробления **3...5** и при работе в замкнутом цикле – **до 8**. В дробилках ударного действия достигается степень дробления **1,5...3** при работе в открытом цикле.

Выбор и обоснование схем дробления

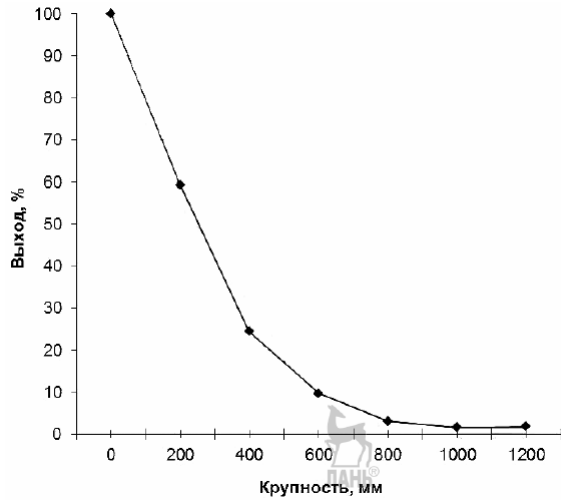


Рис. 3.4.

Гранулометрическая характеристика исходной медно-никелевой руды

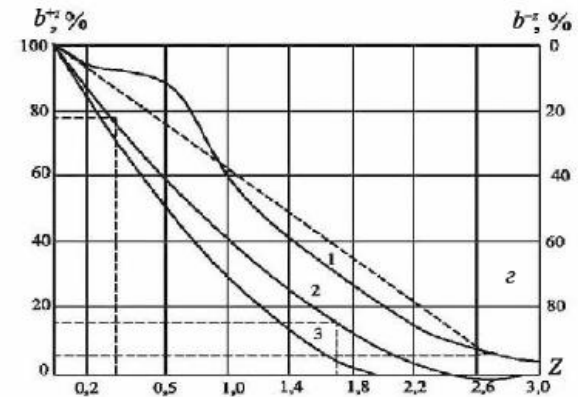
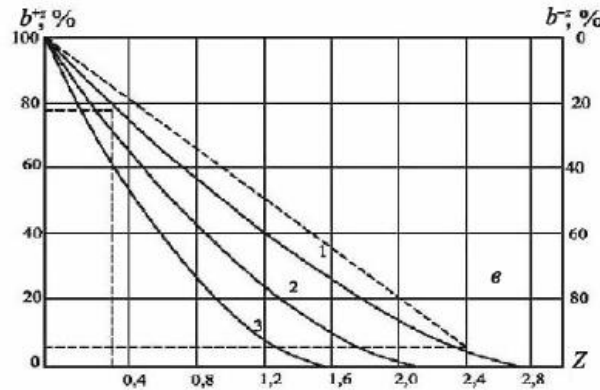
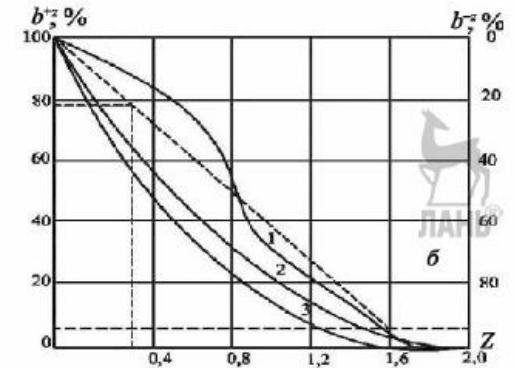
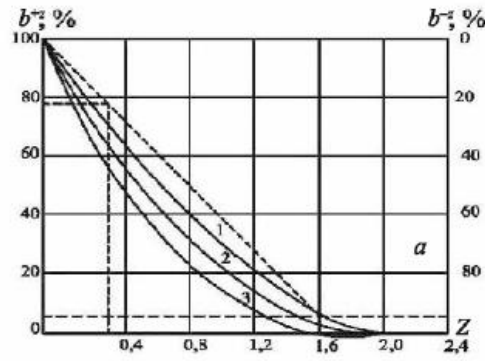


Рис. 3.5. Типовые характеристики гранулометрического состава продуктов дробления для твердых руд (1), руд средней твердости (2) и мягких руд (3): а – щековых дробилок крупного дробления; б – конусных дробилок крупного дробления; в – конусных дробилок среднего дробления; г – конусных дробилок мелкого дробления

Выбор и обоснование схем дробления

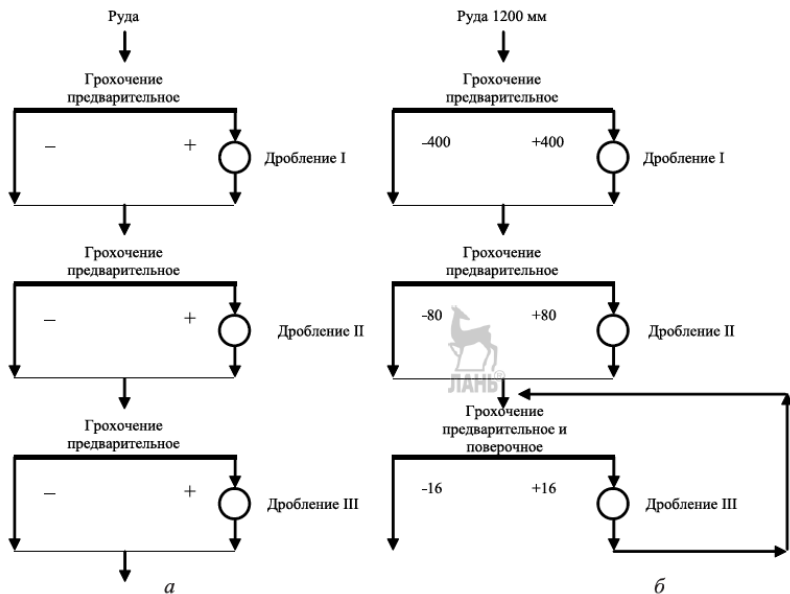


Рис. 3.6. Трехстадиальные схемы дробления

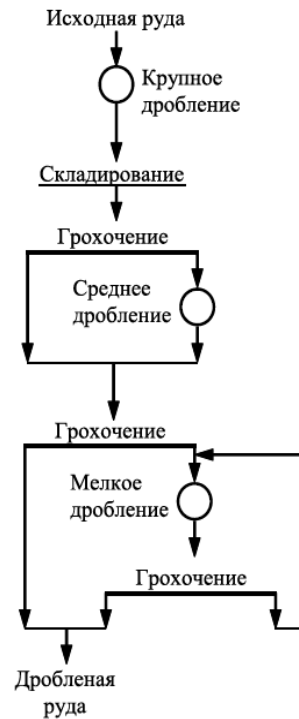


Рис. 3.8.

Трехстадиальная схема дробления с замкнутым циклом в III стадии с разделением операций предварительного и поверочного грохочения

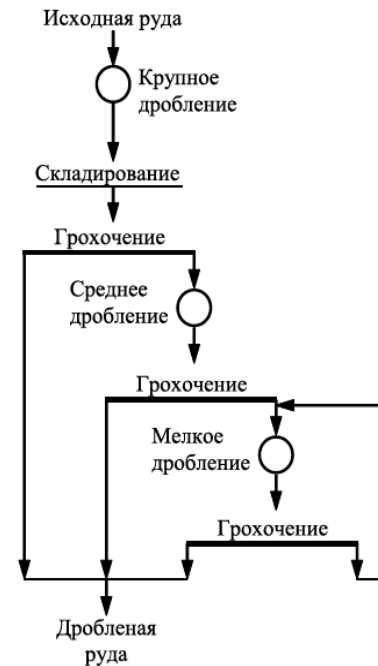


Рис. 3.9.

Трехстадиальная схема дробления с замкнутым циклом в III стадии с разделением операций предварительного и поверочного грохочения и выделением готового по крупности материала из крупнодробленой руды

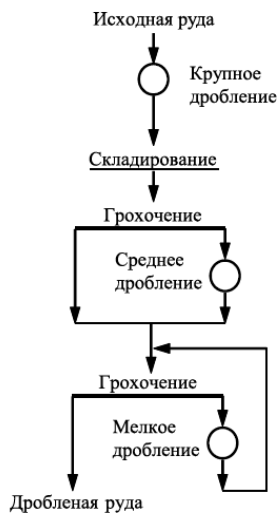


Рис. 3.7. Схема дробления с замкнутым циклом в III стадии и совмещением операций предварительного и поверочного грохочения

Методика расчета схемы дробления

Исходные данные для расчета схемы дробления. Порядок расчета схем дробления. Расчет схемы дробления осуществляется с целью определения выхода (%) и массы продуктов (т/ч) во всех операциях и продуктах технологической схемы. Эти показатели необходимы для выбора и расчета оборудования для дробления, грохочения, конвейеров.

Для расчета выбранной схемы дробления необходимо знать:

- производительность фабрики;
- режим работы отделения дробления;
- крупность максимальных кусков в исходной руде (D);
- крупность дробленой руды (d);
- гранулометрическую характеристику исходной руды и продуктов дробления;
- эффективность грохочения в отдельных стадиях дробления;
- техническую характеристику предполагаемых к установке дробилок.

Гранулометрическая характеристика исходной руды и продуктов дробления принимается по результатам исследований руды на обогатимость и по практическим данным. При отсутствии таких данных характеристика крупности исходной руды принимается **прямолинейной**, а характеристика дробленых продуктов – **по типовым характеристикам крупности дробилок**

Методика расчета схемы дробления

Порядок расчета схемы дробления приводится для трехстадиальной схемы с совмещением операций предварительного и поверочного грохочения в III стадии (рис. 3.10).

На схеме римскими цифрами обозначены операции, а арабскими – продукты.

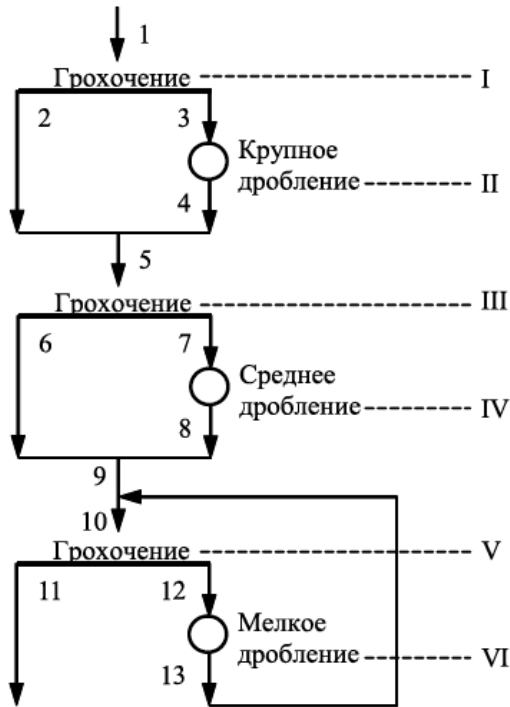


Рис. 3.10. Трехстадиальная схема дробления для расчета дробления и грохочения (1 – 12 – продукты; I – VI – номера операций)

1. В соответствии с годовой производительностью фабрики и принятым режимом работы отделения дробления определяется его суточная и часовая производительность.

2. Определяется общая степень дробления:

$$S_0 = \frac{D_1}{d_{11}}$$

3. Определяются степени дробления в отдельных стадиях:

$$S_0 = S_{II} \cdot S_{IV} \cdot S_{VI},$$

Степени дробления по стадиям определяются в зависимости от наличия поверочного грохочения в последней стадии дробления, предварительного грохочения во II стадии и от совмещения операции предварительного и поверочного грохочения или от совмещения этих операций.

Методика расчета схемы дробления

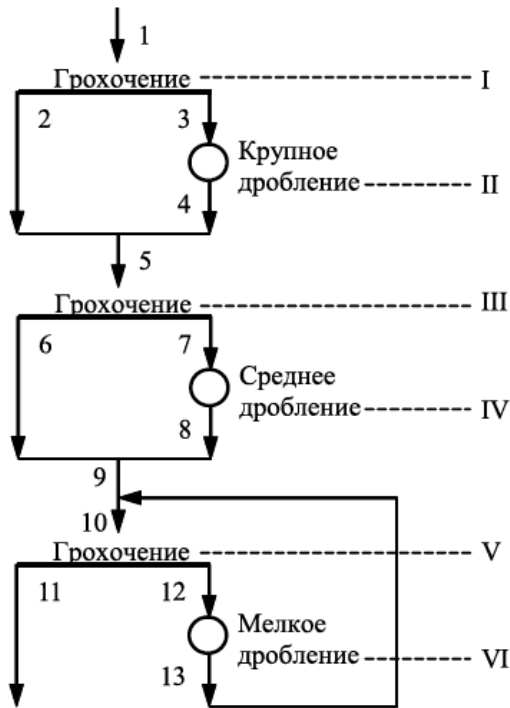


Рис. 3.10. Трехстадиальная схема дробления для расчета дробления и грохочения (1 – 12 – продукты; I – VI – номера операций)

4. Определяется максимальная крупность дробленого продукта после каждой стадии дробления

$$d_5 = D_1/S_{II}, d_9 = D_1/S_{II} \cdot S_{IV} \text{ и } d_{11} = D_1/S_0 \text{ или } d_{11} = D_1/S_{II} \cdot S_{IV} \cdot S_{VI}.$$

5. Для каждой стадии дробления определяется ширина разгрузочной щели дробилки в зависимости от закругнения, или условной максимальной крупности дробленых продуктов Z_H .

$$i_{II} = \frac{d_5}{Z_{II}}, i_{IV} = \frac{d_9}{Z_{IV}}, i_{VI} = \frac{d_{11}}{Z_{VI}}$$

6. Определяются размеры отверстий сита грохотов в каждой стадии и эффективность грохочения. Ширина разгрузочных щелей дробилок и размер отверстий сита грохотов принимаются по практическим данным в соответствии с технической характеристикой устанавливаемых дробилок.

Методика расчета схемы дробления

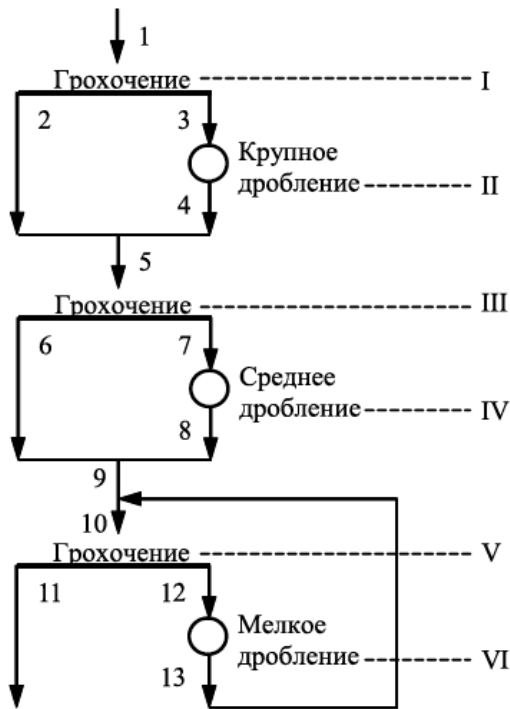


Рис. 3.10. Трехстадиальная схема дробления для расчета дробления и грохочения (1 – 12 – продукты; I – VI – номера операций)

Определение массы продуктов схемы дробления осуществляется с учетом эффективности грохочения и выхода подрешетного продукта, определяемого по гранулометрической характеристике.

Для трехстадиальной схемы дробления с замкнутым циклом в III стадии (см. рис. 3.10) выход подрешетного продукта **2** будет равен

$$Q_2 = Q_1 \cdot \beta_1^{-a} \cdot E_1^{-a}$$

Тогда масса надрешетного продукта **3** будет

$$Q_3 = Q_1 - Q_2 \text{ и } Q_3 = Q_4.$$

При определении массы подрешетного продукта **6** во II стадии дробления необходимо узнать содержание отсеваемого (подрешетного) материала в продукте **5**, которое находят также по гранулометрической характеристике:

$$\beta_5^{-d} = \beta_1^{-d} + \beta_1^{+d} \cdot b_{II}^{-d}.$$

Тогда масса продукта **6** будет

$$Q_6 = Q_5 \cdot \beta_5^{-a} \cdot E_{III}^{-a}$$

а масса продукта **7**

$$Q_7 = Q_5 - Q_6 \text{ или } Q_7 = Q_1 - Q_6 = Q_8.$$

Методика расчета схемы дробления

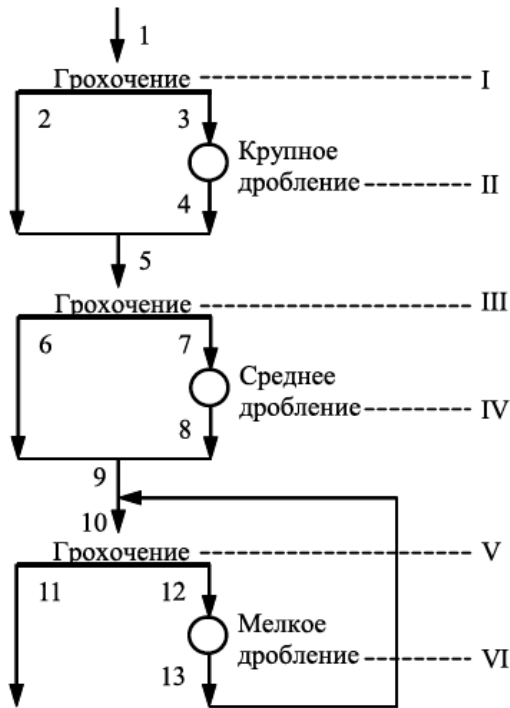


Рис. 3.10. Трехстадиальная схема дробления для расчета дробления и грохочения (1 – 12 – продукты; I – VI – номера операций)

Расчет III стадии дробления сводится к определению массы продуктов **10 и 12**, так как

$$Q_{11} = Q_9 = Q_1, \quad Q_{12} = Q_{13}.$$

Содержание надрешетного материала в продукте **9** и подрешетного в продукте дробления также определяется по гранулометрической характеристике. Тогда

$$Q_{10} = Q_1 \left(\frac{1}{E_V^{-a}} + \frac{\beta_9^{+a}}{b_{VI}^{-a}} \right)$$

$$Q_{12} = Q_{13} = Q_{10} - Q_{11} = Q_{10} - Q_1.$$

Результаты расчета схемы дробления оформляются в виде **табл. 3.10**, по ним осуществляются выбор и расчет оборудования для дробления и грохочения.

Таблица 3.10 – Результаты расчета схемы дробления

Показатели	Стадии дробления		
	I	II	III
Крупность максимальных кусков в питании, мм			
Ширина разгрузочной щели дробилки, мм			
Требуемая производительность, т/ч			