

Основы горного дела

Основы разрушения горных пород

Часть II



г.Пермь, 2014 г.

2. ОСНОВЫ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Способы разрушения горной породы:

1. **Ручной**
2. **Механический**
3. **Взрывной**
4. **Специальный** (гидравлический, термический, морозный, электрофизический и пр.)
5. **Комбинированный**

Приемы разрушения горных пород.

1. **Отбойка** – отделение куска горной породы от массива.
2. **Разделение негабаритов** – разделение кусков имеющих неудобный размер для транспортировки.
3. **Дробление** – уменьшение размеров кусков горной массы раскалыванием или раздавливанием.
4. **Измельчение** – уменьшение размеров кусков горной массы раскалыванием, раздавливанием и истиранием на более мелкие кусочки, чем при дроблении.
5. **Разборка** – раскоп, разработка и выемка горной породы из массива.
6. **Раскоп** – разработка и выемка горной породы выкапыванием.

2.3. Ручное разрушение горных пород

Ручная проходка осуществляется с помощью специального горного ручного инструмента: кайло, пластовка, подборка, горная лопата, кувалда, клинья. Изготавливается горный инструмент из специального высокопрочного металла.

Разрушение горных пород или ручная проходка горной выработки ручным способом осуществляется главным образом в рыхлых и скальных породах поддающихся разборке или разрушению под воздействием ручного горного инструмента. Как правило это породы от I до IV и реже до VII категории по проходке классификации ЕНВ и ССН, принятой для геологоразведочных работах (ГРР). Это почвенно-растительный слой, торф, различные рыхлые породы (пески, глины, суглинки, гравийно-галечники, щебни и пр. Это породы от X до VIIa категории по Протодьяконову и реже до VI категории по Протодьяконову (сыпучие, землистые, мягкие и довольно мягкие горные породы).



Кайло, кирка



Пластовка

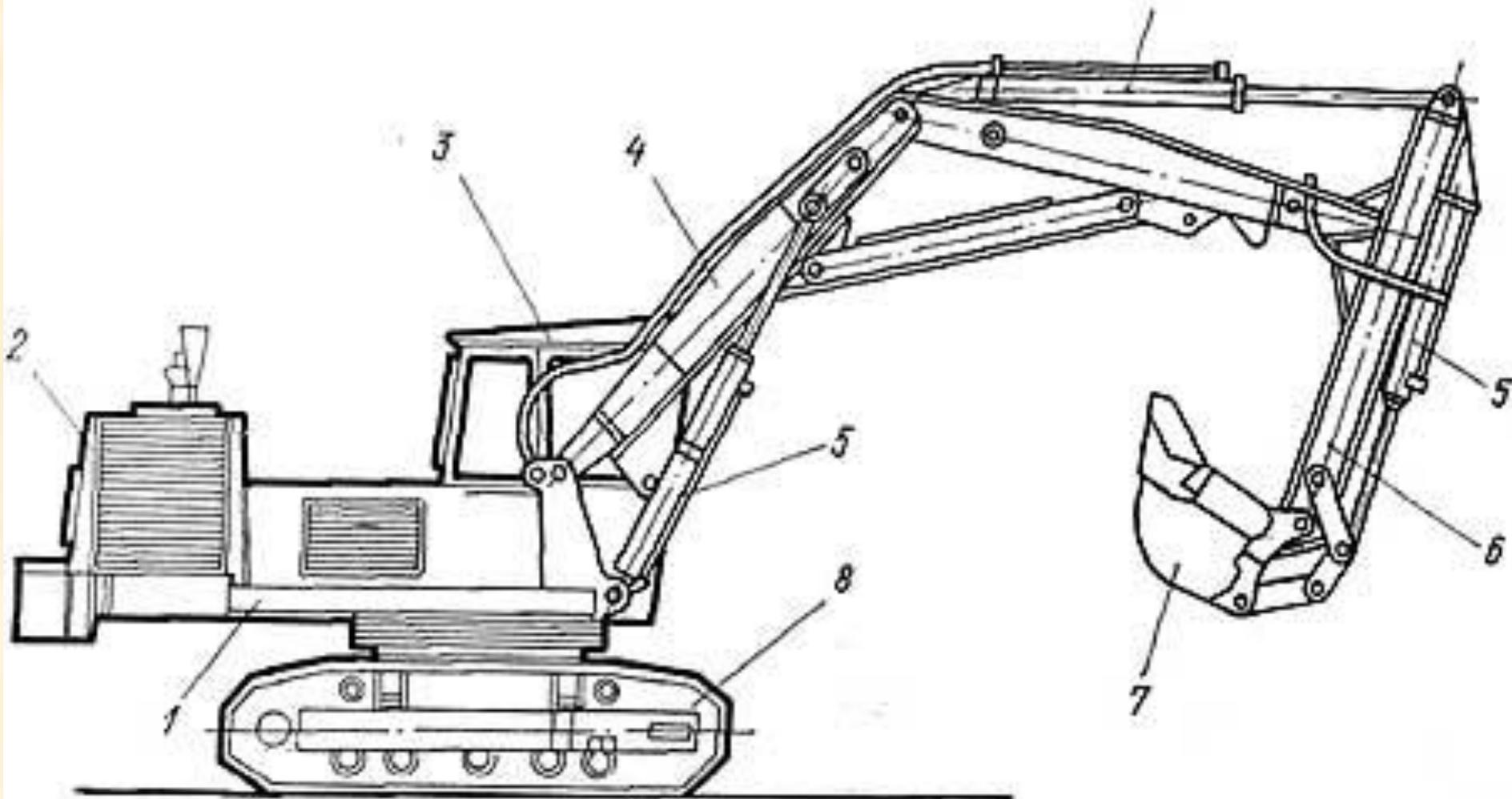


Горная
лопата,
подборка

2.4. Механическое разрушение горных пород

Для копания, раскопа, разборки и отчасти отбойки горных пород используются механические лопаты или экскаваторы

Как правило это породы, как и при ручном разрушении от I до IV и реже до VII категории по проходке классификации ЕНВ и ССН, принятой для геологоразведочных работах (ГРР). Это почвенно-растительный слой, торф, различные рыхлые породы (пески, глины, суглинки, гравийно-галечники, щебни и пр. Или породы от X до VIa категории по Протодьяконову (сыпучие, землистые, мягкие и довольно мягкие горные породы), с коэффициентом крепости до 1,5.



Одноковшовый экскаватор с гидравлической системой управления, оборудованный обратной лопатой:

1 — поворотная платформа; 2— двигатель; 3— кабина; 4 —основная стрела; 8— гидроцилиндр управления рабочим органом экскаватора; 6 — рукоять; 7 — ковш; 8 — гусеничное ходовое устройство.

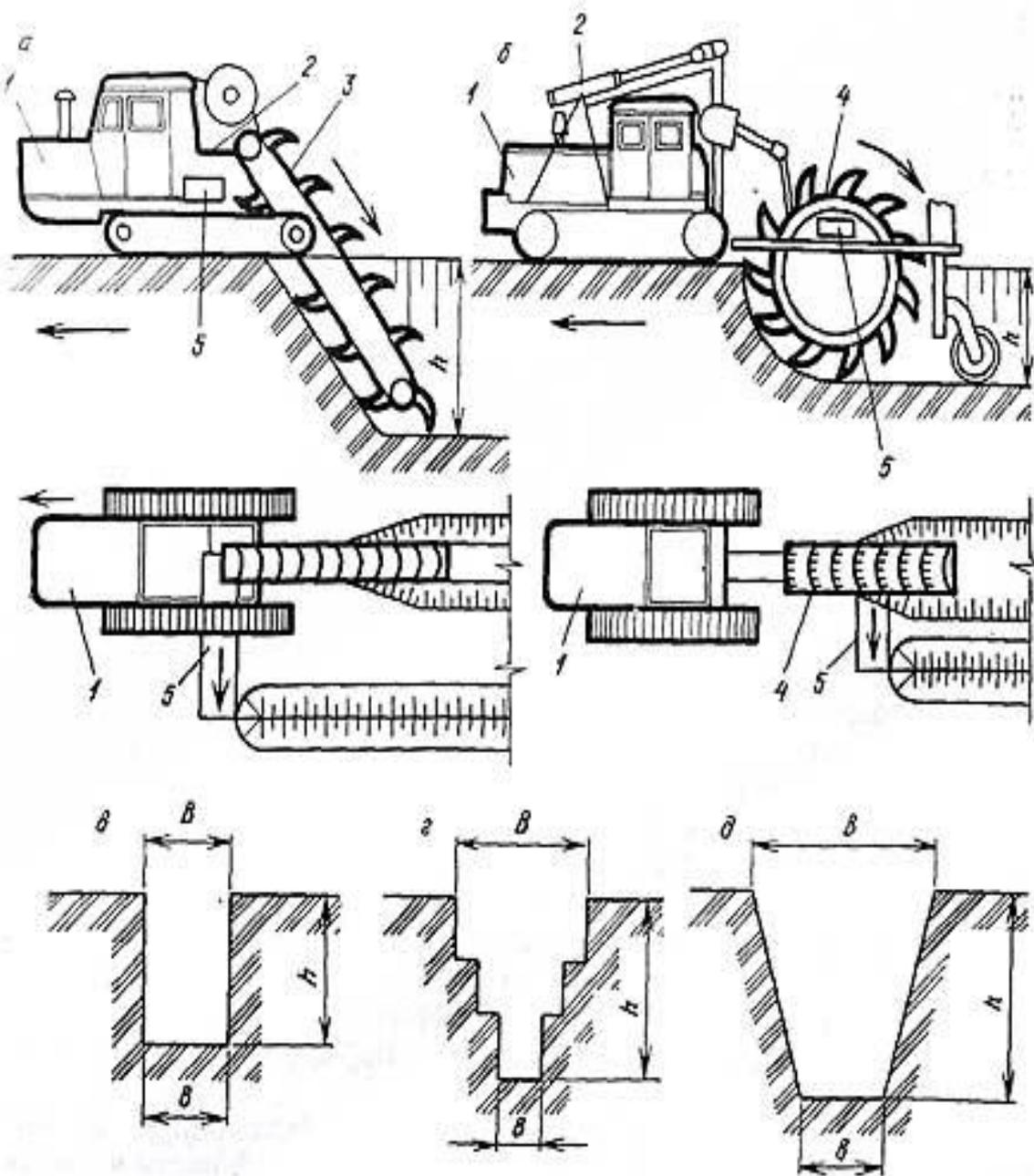
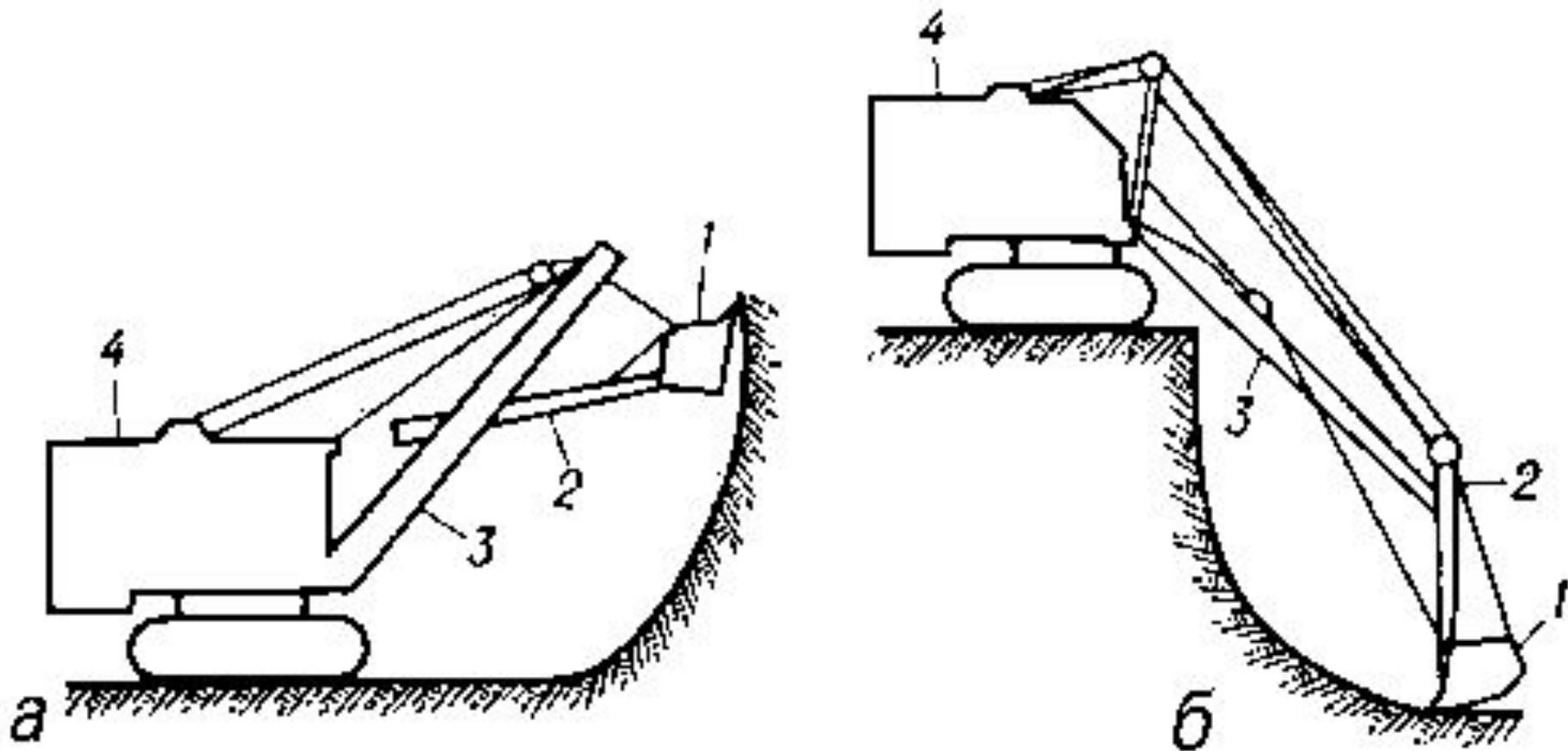
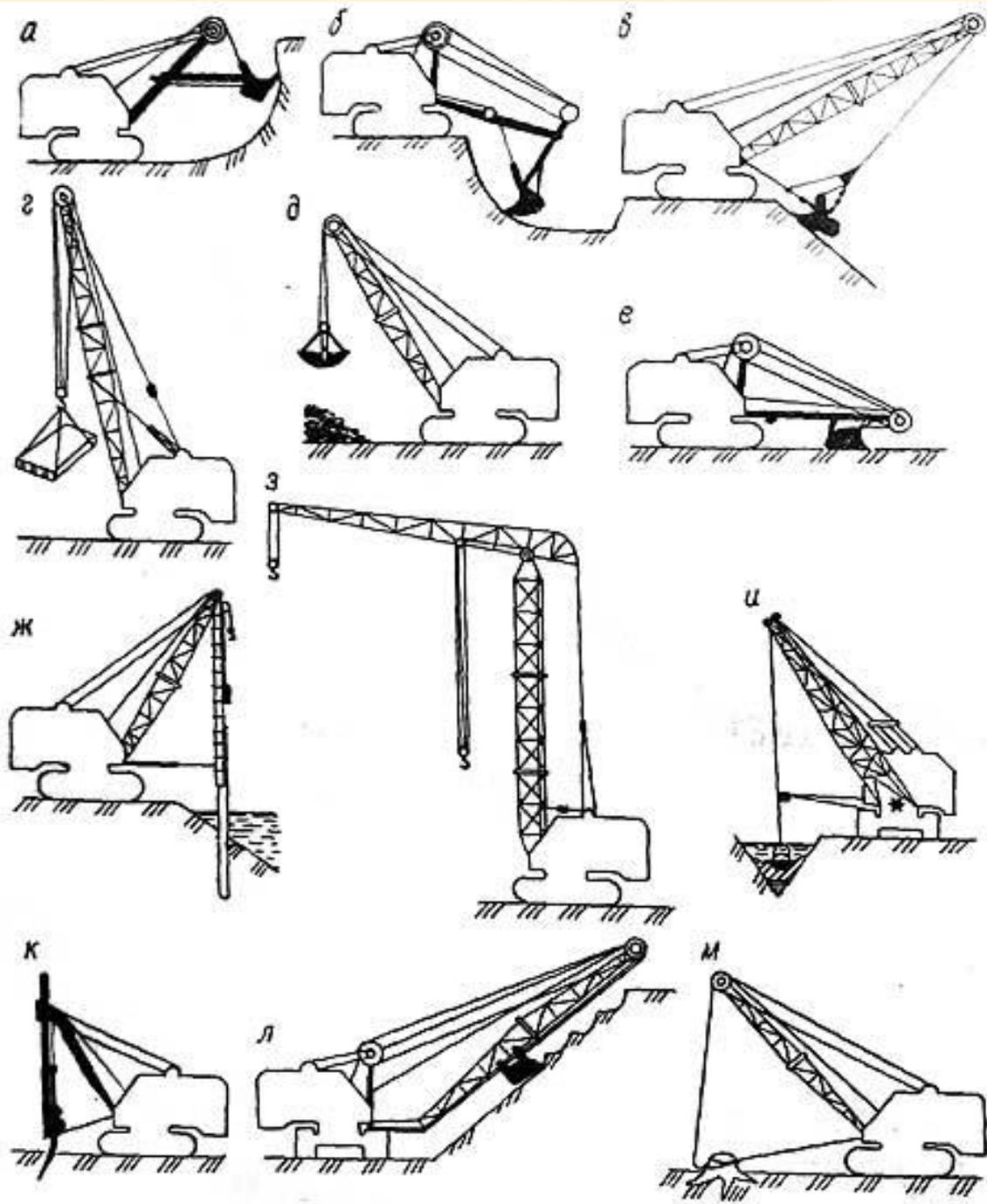


Схема работы
 многоковшовых
 экскаваторов:
 а — экскаватор с
 ковшевой цепью; б —
 роторный экскаватор; в, г,
 д — профили траншей,
 разрабатываемых
 многоковшовыми
 экскаваторами; 1 —
 базовая машина; 2 —
 система управления
 положением рабочего
 органа; 3 — ковшовая
 цепь; 4 — ковшовый
 ротор; 5 — отвальный
 транспортер



Механическая лопата: а — прямая; б — обратная; 1 — ковш; 2 — рукоять; 3 — стрела; 4 — кузов.

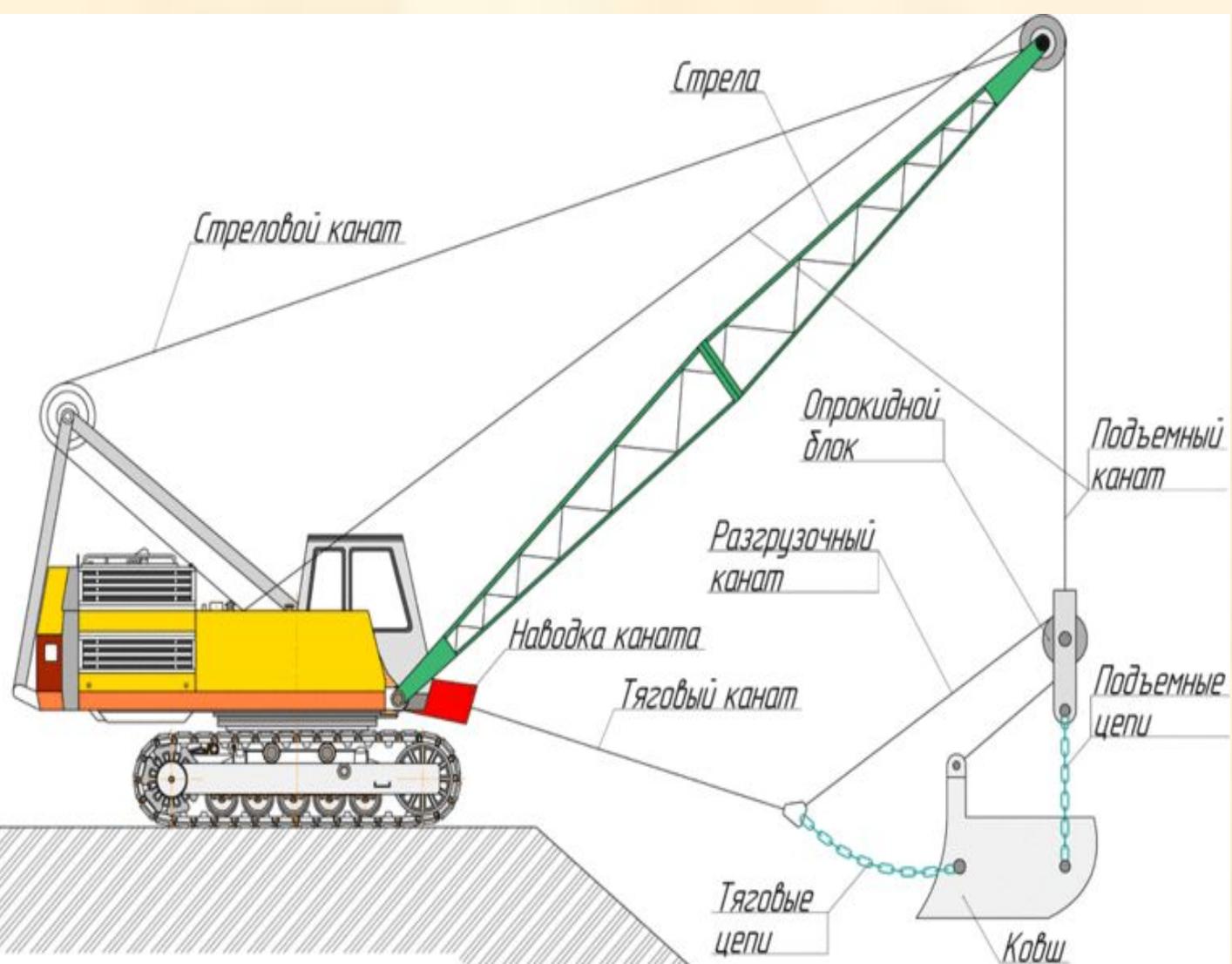


Различные типы
 экскаваторов:
 в — прямая лопата; б —
 обратная лопата; в —
 драглайн; г — кран; д —
 грейфер; е — струг; ж —
 копер; з — башенный кран;
 и — боковой (косой)
 драглайн; к — рыхлитель
 грунта (дизель-молот с
 клином); л — планировщик
 откосов; м — корчеватель.

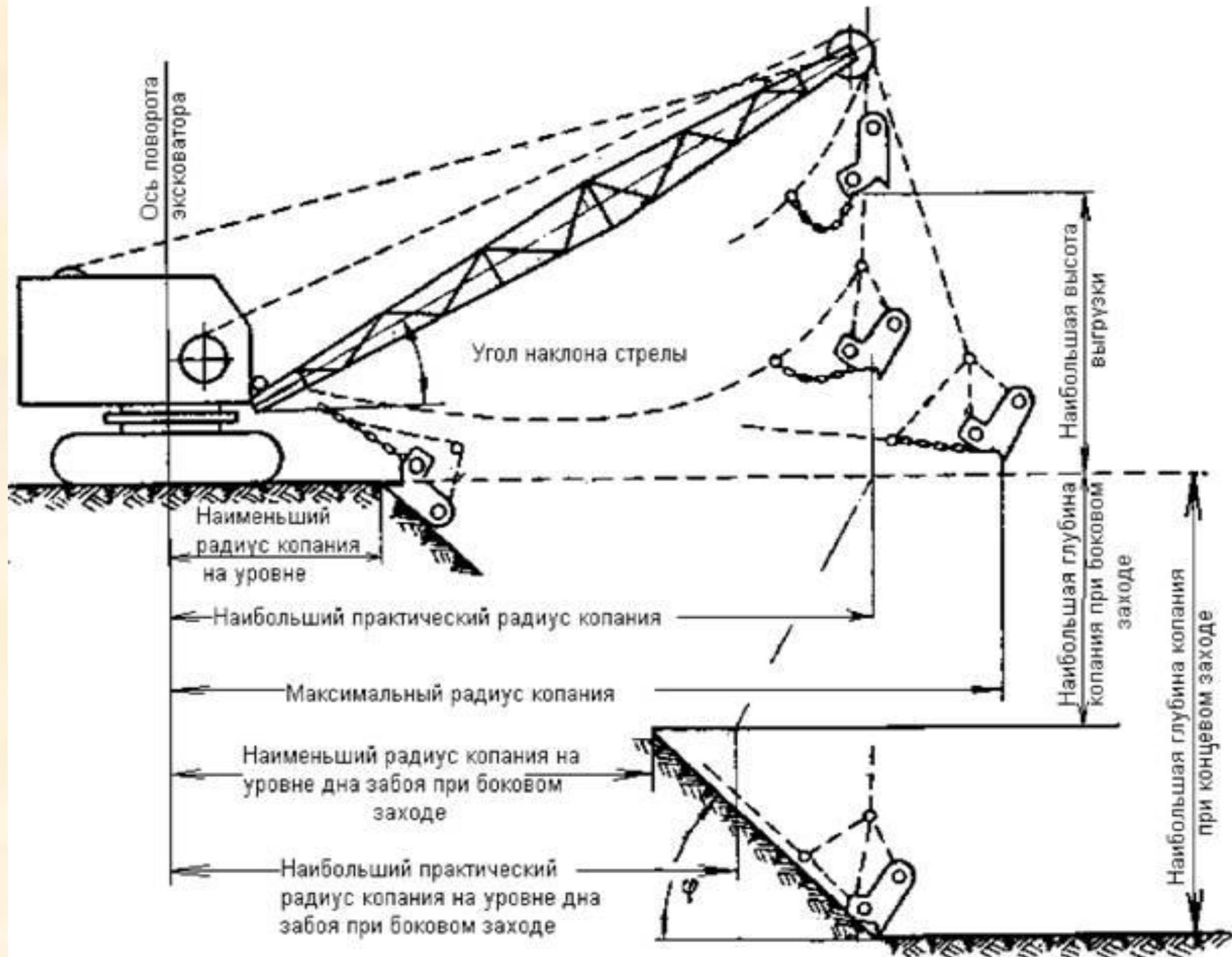
Рабочий цикл механической лопаты состоит из четырёх фаз:

- **черпание,**
- **поворот,**
- **разгрузка ковша,**
- **поворот для начала нового цикла.**

Рабочий цикл машины — очень важная характеристика для составления проектов разработки месторождения, проведения ГРР и ТЭО кондиций для подсчета запасов.



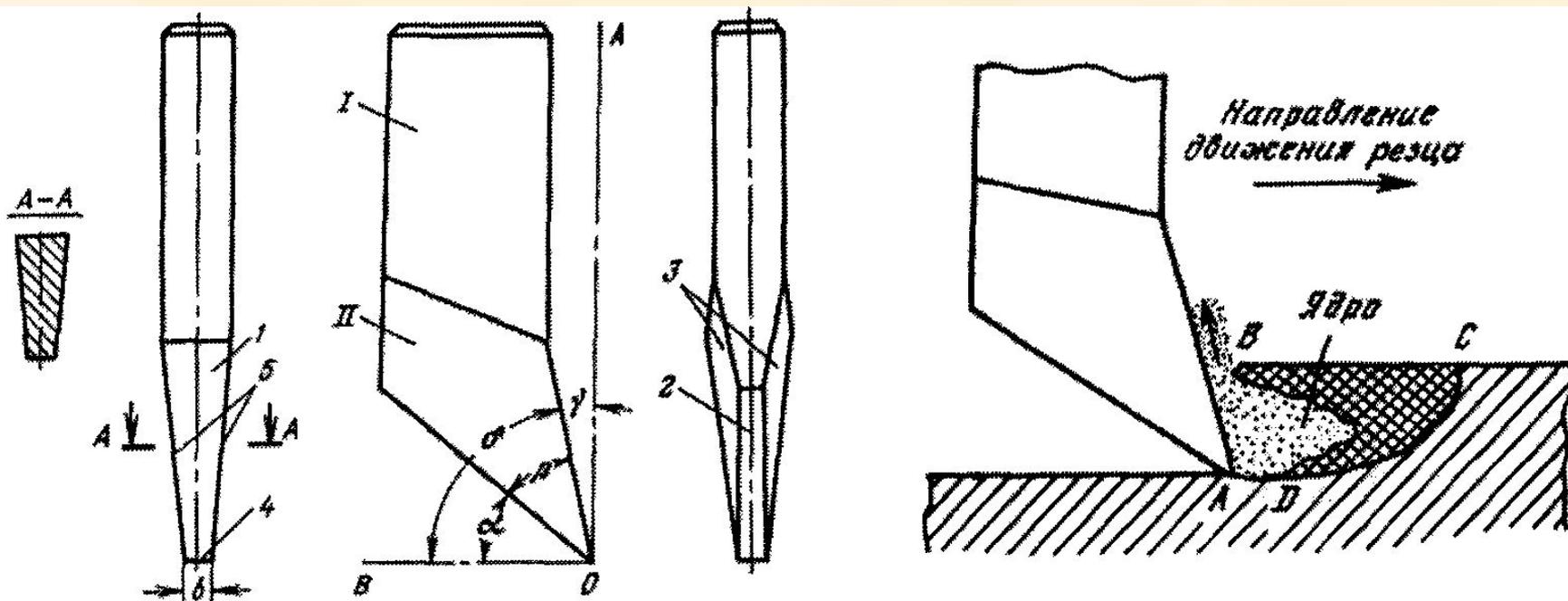
Драглайн или на жаргоне тянуша (англ. dragline) — одноковшовый экскаватор со сложной канатной связью. Обычно имеет полиспаст, тяговую и подъёмную лебёдки, стрелу и ковш. Длина стрелы может достигать 100 м, вместимость ковша — до 150 и более кубических метров.



Для отбойки горной породы выше IV (реже VII) категории по ЕНВ или VIa категории по Протодьяконову с коэффициентом крепости более 1,5, используются такие механические инструменты и машины, как перфоратор (отбойный молоток), горные комбайны,

Для отбойки горных пород механическим способом применяют в качестве породоразрушающих инструментов **резцы, долотчатые и штыревые коронки, штыревые и дисковые шарошки**. Отбойка некоторого объема породы механическим инструментом при наличии одной свободной поверхности происходит выколом, при наличии более одной свободных поверхностей — сколом.

Отбойка горных пород резцами

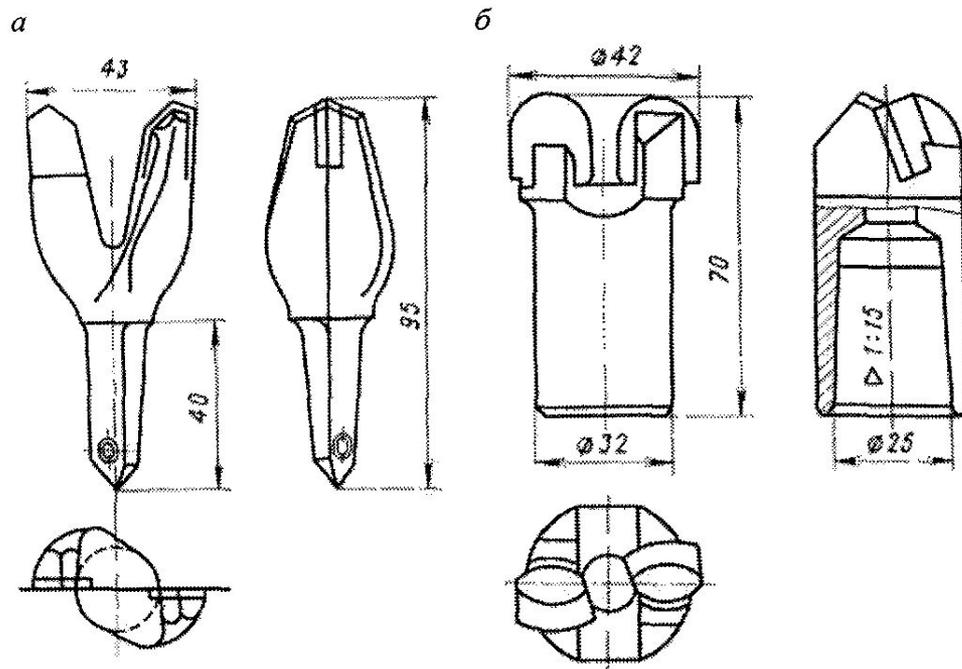


Геометрические параметры резца:

1 и 2 — передняя и задняя поверхность (грань) резца соответственно; 3 — боковые грани резца; 4 и 5 — главная и боковые режущие кромки резца; I — державка резца; II — рабочая часть (головка) резца

Схема отбойки угля резцом

При рассмотрении отбойки посредством резания применяют следующие понятия. *Плоскость резания* OB — касательная к поверхности резания, проходящая через режущую кромку резца. *Угол резания* δ — угол между передней поверхностью резца и плоскостью резания; у радиальных резцов $\delta = 80 \div 85^\circ$, у тангенциальных — $\delta = 65 \div 80^\circ$. *Передний угол* γ — это угол между передней поверхностью резца и плоскостью, проходящей через режущую кромку перпендикулярно плоскости резания. Передний угол может быть равен, меньше или больше нуля. Положительные значения $\gamma = 5 \div 13^\circ$, отрицательные (при резании крепких углей) — до 25° ; если угол резания $\delta < 90^\circ$, γ имеет положительное значение, если $\delta > 90^\circ$, то γ — отрицателен. *Угол заточки* β — угол между передней и задней гранями резца, $\beta = 55 \div 80^\circ$. *Задний угол* α — угол между касательной к задней грани резца и плоскостью резания. Радиальные резцы имеют $\alpha \leq 15^\circ$, а тангенциальные — $\alpha > 15^\circ$.

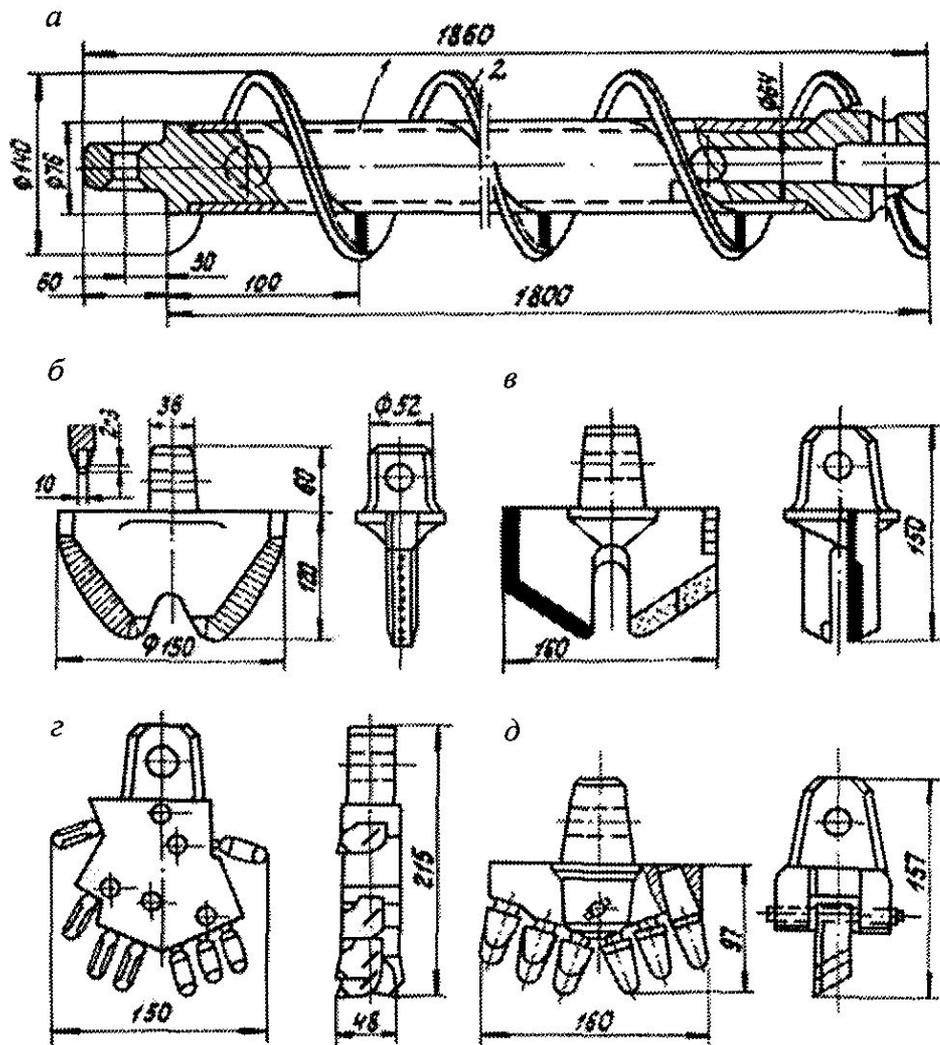


Некоторые виды резцов для вращательного бурения шпуров, т.е. для бурения резанием, показаны на рис. 2.3, для бурения скважин — на рис. 2.4.

Рис. 2.3. Резцы для вращательного бурения шпуров:
а, б — угольный и породный резцы

Рис. 2.4. Буровой инструмент для вращательного бурения резанием

Исполнительные органы подземных выемочных машин оснащают радиальными и тангенциальными резцами. У *тангенциальных резцов* задние углы больше, чем у радиальных и, как правило, больше вылет и длина хвостовика. Они снимают стружку большей толщины, что улучшает сортность добываемого угля и снижает энергоемкость отбойки. Предпочтительная область применения тангенциальных резцов — пласты угля с сопротивляемостью резанию до 2 кН/см, не содержащие значительных включений пород, колчедана и кварца. Применение тангенциальных резцов для выемки крепких и вязких углей повышает динамические нагрузки на основные узлы комбайнов. *Радиальные резцы* для очистных комбайнов показаны на рис. 2.5, а тангенциальные — на рис. 2.6. Тангенциальными резцами типа РКС-2 оснащаются также коронки стреловидных исполнительных органов проходческих комбайнов.



Для изготовления резцов обычно применяют хромокремнемарганцевую

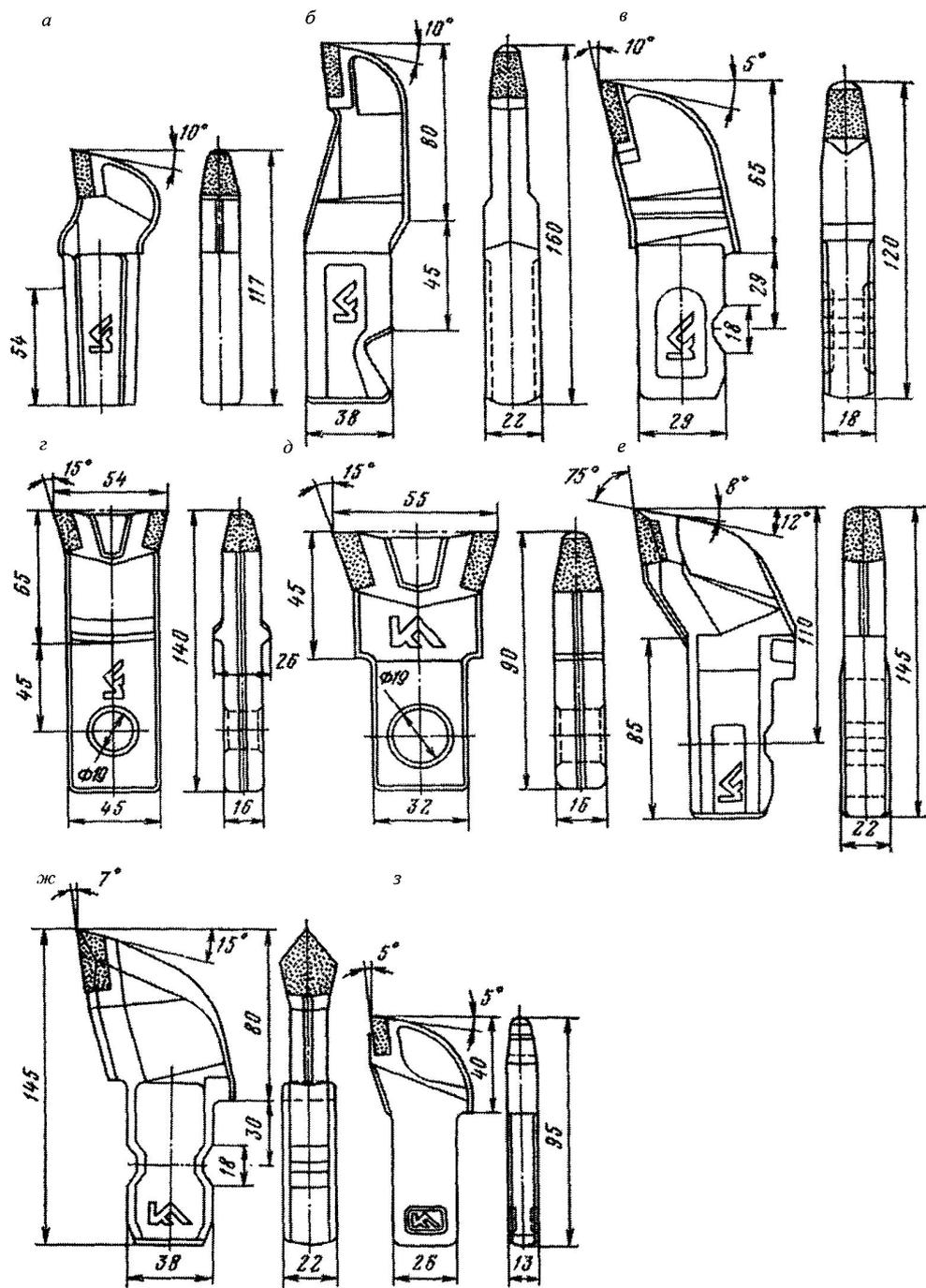


Рис. 2.5. Радиальные резцы для очистных комбайнов

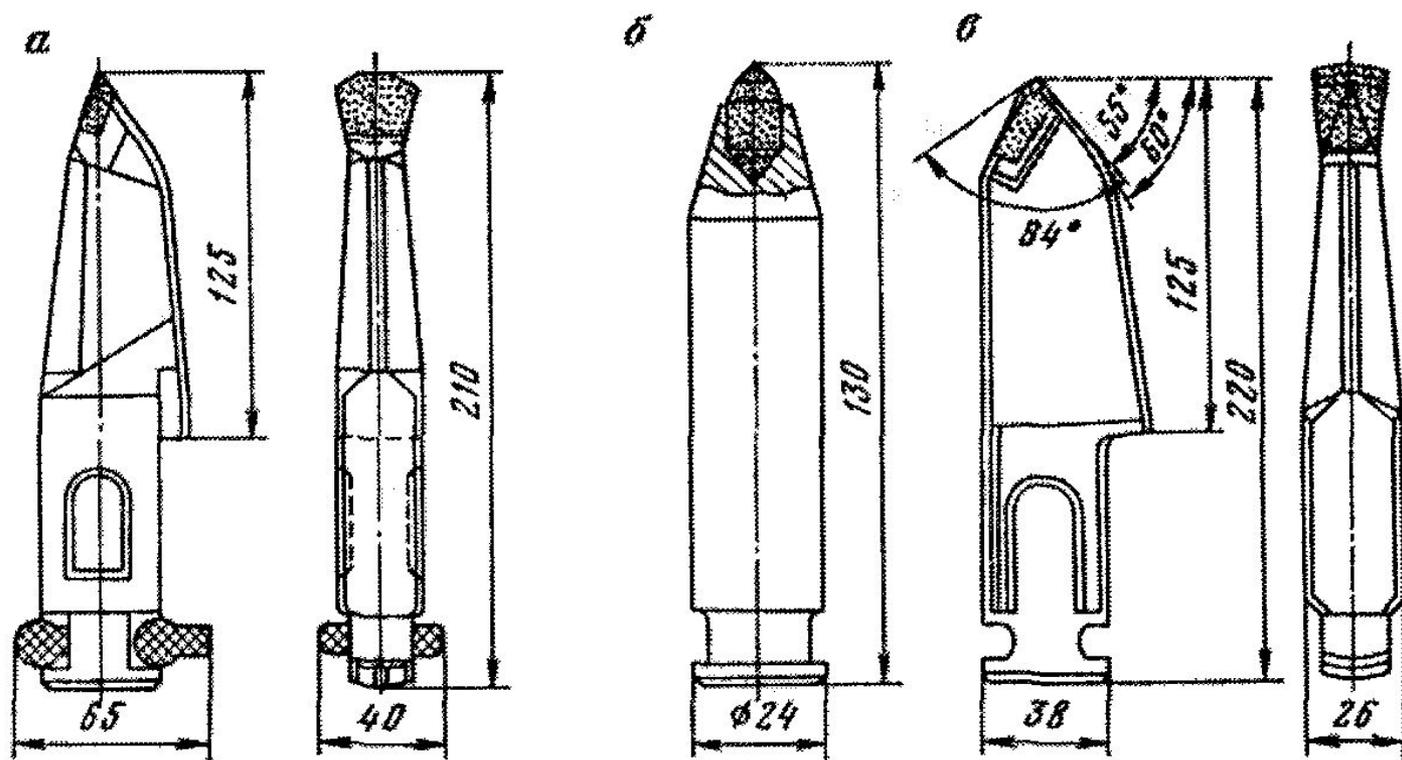


Рис. 2.6. Тангенциальные резцы для очистных комбайнов

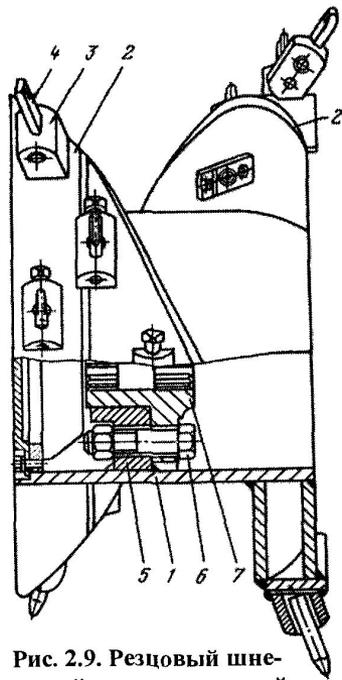


Рис. 2.9. Резцовый шнековый исполнительный орган очистного комбайна:
 1 — труба; 2 — лопасть; 3 — кулак; 4 — резец; 5 — диск; 6 — болт; 7 — ступица

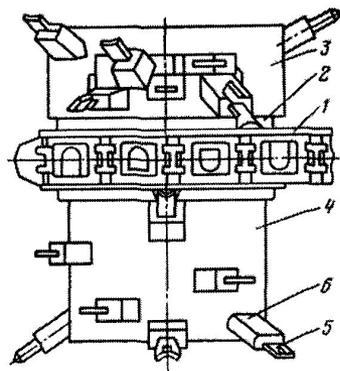


Рис. 2.10. Резцовый барабанный исполнительный орган очистного комбайна:
 1 — бар; 2, 3 и 4 — барабаны; 5 — резцы в кулаках 6

Буровой инструмент для вращательного бурения состоит из набора штанг, шнеков и резцов. Штанга (см. рис. 2.4, а) представляет собой трубу с приваренной к ней спиралью из полосовой стали, армированной по наружной кромке наплавкой твердого сплава; резцы обычно имеют закругленные лезвия, армированные вставками из твердого сплава цилиндрической формы или в виде пластин (см. рис. 2.4, б, в); долота со съемными резцами (см. рис. 2.4, г, д) позволяют повысить скорость бурения. При увеличении крепости пород f от 2 до 8 и их абразивности проходка на один резец уменьшается от 500 до 20 м.

Отбойка горных пород резанием происходит при проведении подземных горных выработок комбайнами со стреловидными исполнительными органами. Коническими резцами оснащаются, практически все типы их исполнительных органов: конические и барабанные коронки, баровые, корончатые и др. Резцами оснащаются бароцепные, шнековые, буровые, струговые и другие исполнительные органы очистных комбайнов (рис. 2.9, 2.10).

Рабочие органы современных российских и зарубежных очистных комбайнов в основном представляют собой трех- четырехзаходные шнеки (рис. 2.11). Шнеки в нашей стране выпускают диаметром от 1200 до 2800 мм с шириной захвата 500, 630 и 800 мм. Российские шнеки оснащаются тангенциальными резцами РГ-501, стойкость которых превосходит стойкость серийных резцов типа РКС1, РКС2.

Тангенциальными резцами РГ401-12 снабжены исполнительные органы эксплуатирующихся в шахтах проходческих комбайнов ИПКС. Для повышения стойкости при производстве резцов для проходческих и очистных комбайнов (рис. 2.12.) вместо обычной технологии применяют технологию клиновой прокатки.

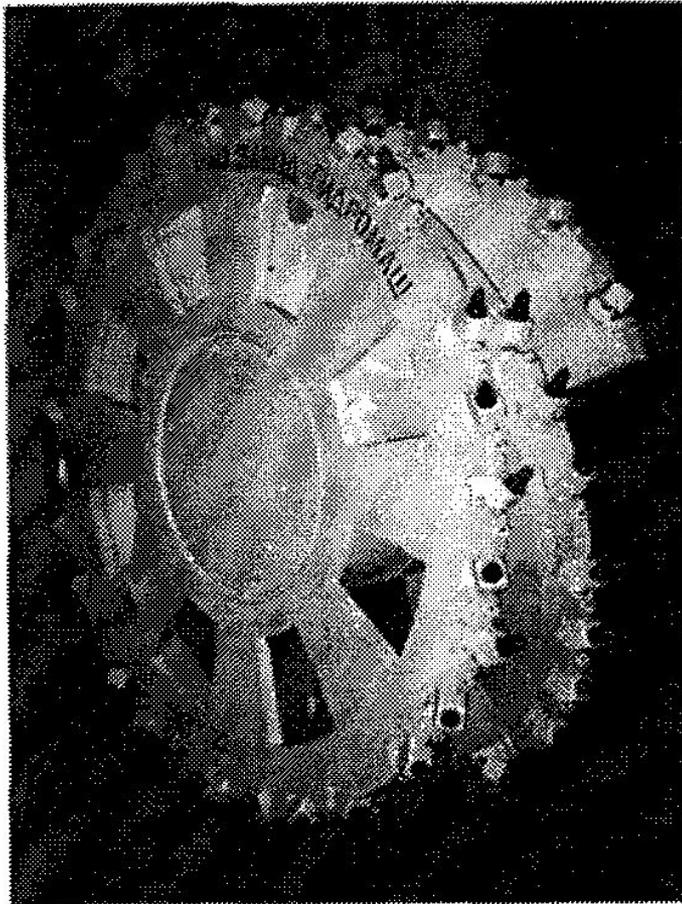


Рис. 2.11. Шнек современных очистных комбайнов

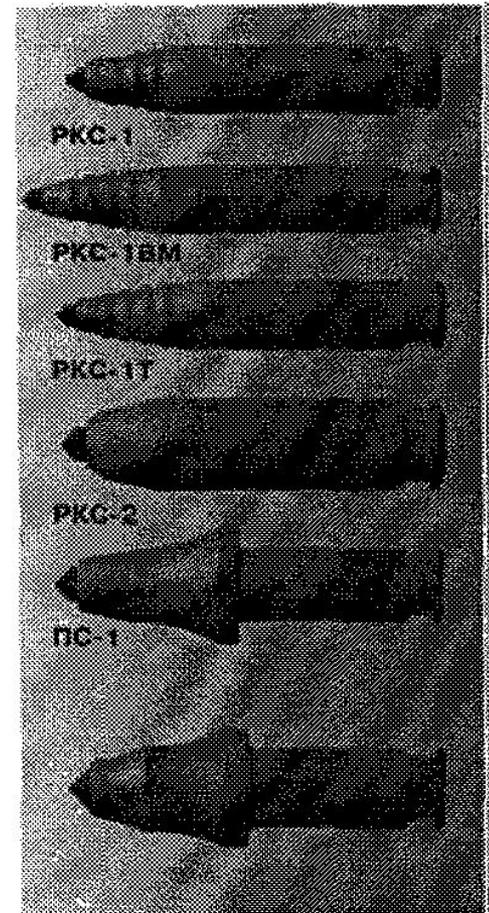


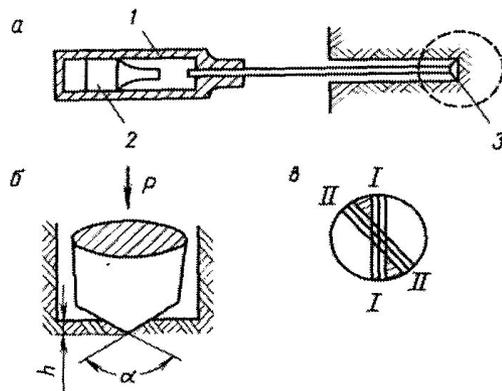
Рис. 2.12. Резцы для проходческих и очистных комбайнов

Отбойка горных пород коронками

При отбойке породы резанием инструментом непрерывно находится под усилием в контакте с породой в течение длительного времени. Этот процесс называют процессом со **статическим воздействием** инструмента на породу. Для отбойки резанием пород, имеющих коэффициент крепости $f > 6$, потребовалось бы создать на контакте инструмента (резца) с породой огромные усилия, которые возможны лишь при наличии крупногабаритных машин, при этом прочность деталей и узлов машины может оказаться меньше прочности породы.

Для отбойки крепких ($f > 6$) пород применяется **динамическое воздействие**, при котором по породе наносят удар специальным инструментом — коронкой, долотом, представляющим собой клин или ряд штырей. При ударе, продолжительность которого составляет около 10^{-3} с, в породу передается определенное количество энергии, в результате чего под инструментом образуется ядро уплотнения, которое, расширяясь в направлении, перпендикулярном к вектору скорости коронки, производит разрушение породы. При этом в ударной машине статические нагрузки невелики; они необходимы лишь для прижатия коронки к породе. Поэтому ударные машины являются высокопроизводительными и имеют сравнительно небольшую массу. При динамическом действии инструмент совершает возвратно-поступательное движение для передачи импульсов энергии породе в направлении, перпендикулярном к обрабатываемой поверхности, а также вращательное или поворотное циклическое движение вокруг своей оси для последовательного разрушения породы по всей площади забоя (рис. 2.13).

Динамическое разрушение с непрерывным вращением инструмента называют **ударно-вращательным**, а с поворотом инструмента на определенный угол после каждого удара — **ударно-поворотным**. Различают также **вращательно-ударное** разрушение, при котором порода разрушается не только от удара, но и от вращения инструмента.



Отбойка пород с динамическим разрушением применяется в основном при бурении шпуров и скважин, а также при добыче полезных ископаемых отбойными

Рис. 2.13. Схема ударно-поворотного бурения шпура:

а — схема устройства пневматического бурильного молотка: 1 — бурильная машина; 2 — поршень-боек; 3 — буровая коронка; *б* — схема работы бура: *h* — глубина разрушения породы за один удар; α — угол заострения коронки; *б* — I, II — последовательность ударов коронки по породе

высокой выработок комбайнами с ударно-скалывающими исполнительными органами.

Отбойка породы ударом реализуется с помощью бурильных машин, называемых перфораторами, которые предназначены для бурения шпуров; буровыми установками и буровыми станками, которые служат для бурения в основном скважин. Перфораторы называют также бурильными молотками.

Для бурения шпуров применяют буровой инструмент в виде цельного бура (рис. 2.14) или состоящий из буровой штанги и коронки (рис. 2.15). Соединение коронки со штангой — конусное под углом $3^{\circ}30'$ или резьбовое упорного или веревочного профиля.

Штанги изготавливают из углеродистой инструментальной стали марок У7А, У8, У9, У10 и из высококачественных сталей марок 30ХГСА, 35ХГСА. Буровая коронка состоит из корпуса, выполненного из стали марки У7А или У8А, и твердосплавных пластинок или штырей. Для промывки забоя от продуктов разрушения в штангах имеется внутренний осевой канал диаметром 6—7 мм; коронки для промывки забоя имеют один или два канала. Для бурения в породах с коэффициентом крепости $f = 6 \div 10$ целесообразно применять коронки, армированные твердыми сплавами ВК6, ВК6В, в породах с $f = 10 \div 12$ — коронки со сплавами ВК8, ВК8В, при $f > 12$ — ВК15. Для бурения шпуров и скважин применяют коронки долотчатые, крестовые и штыревые (рис. 2.16; табл. 2.2 и 2.3). Долотчатые пластинча-

Рис. 2.14. Схема цельного бура:

1 — долото; 2 — штанга; 3 — буртик; 4 — хвостовик

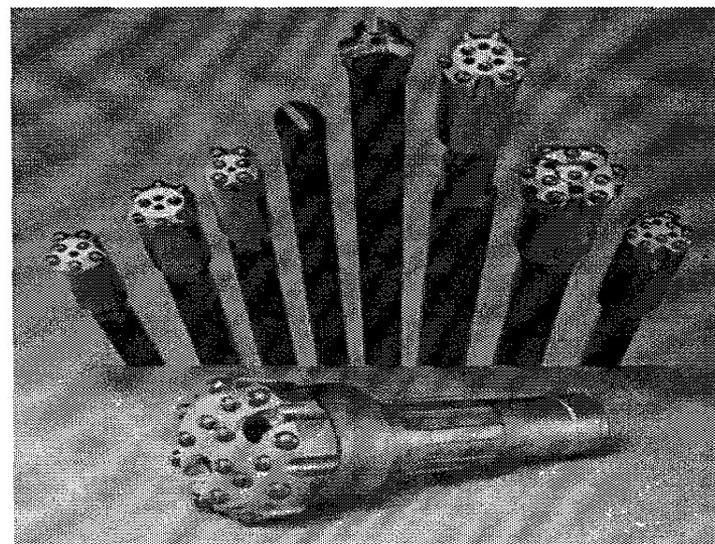


Рис. 2.15. Буровые штанги с коронками

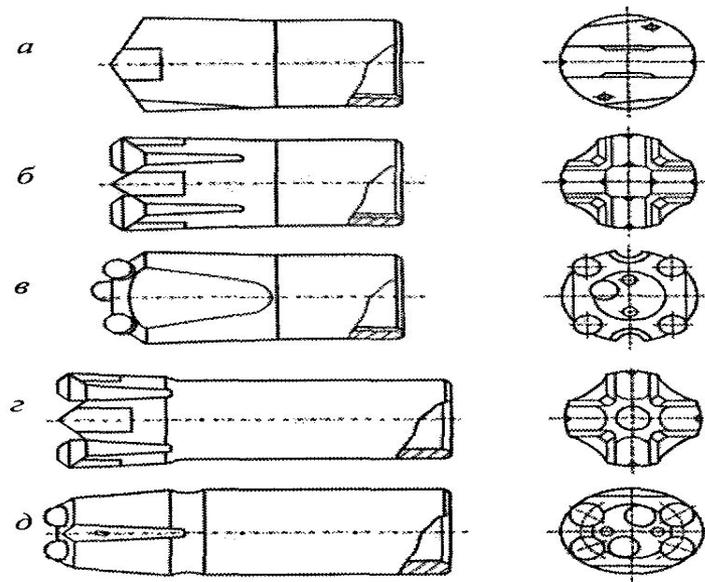


Рис. 2.16. Виды коронок для перфораторов:

а — долотчатые типа БКПМ, БКПМ-Ф; б — крестовые типа БКПМ-КМ с конусным соединением;

Наиболее широко применяют долотчатые и крестовые коронки (рис. 2.18); расширяется использование штыревых буровых коронок.

Для бурения скважин применяют станки с выносными, т.е. расположенными в горной выработке, и погружными, т.е. расположенными в скважине, пневмоударниками (табл. 2.4).

Бурильными молотками бурят шпурь и скважины любого направления диаметром 28—85 мм и глубиной 4—25 м в породах любой крепости.

Бурильные молотки различают: по частоте ударов — обычные и высокочастотные, у обычных $n \leq 2000$ ударов в минуту, у высокочастотных $n > 2000$ ударов в минуту; по условиям применения — ручные (ПР) или переносные (ПП), колонковые (ПК, КС) и телескопные (ПТ); по массе — легкие ($m < 18$ кг), средние ($m = 20 \div 25$ кг) и тяжелые ($m > 30$ кг); по способу очистки шпура от разрушенной горной породы — с встроенной централь-

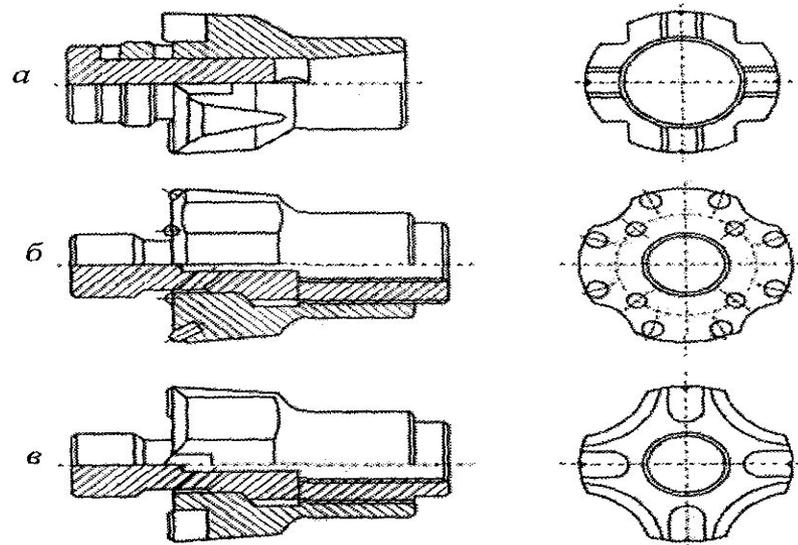


Рис. 2.17. Виды коронок-расширителей:

a — крестовые с конусным соединением; *б* — штыревые с резьбовым соединением; *в* — крестовые с резьбовым соединением

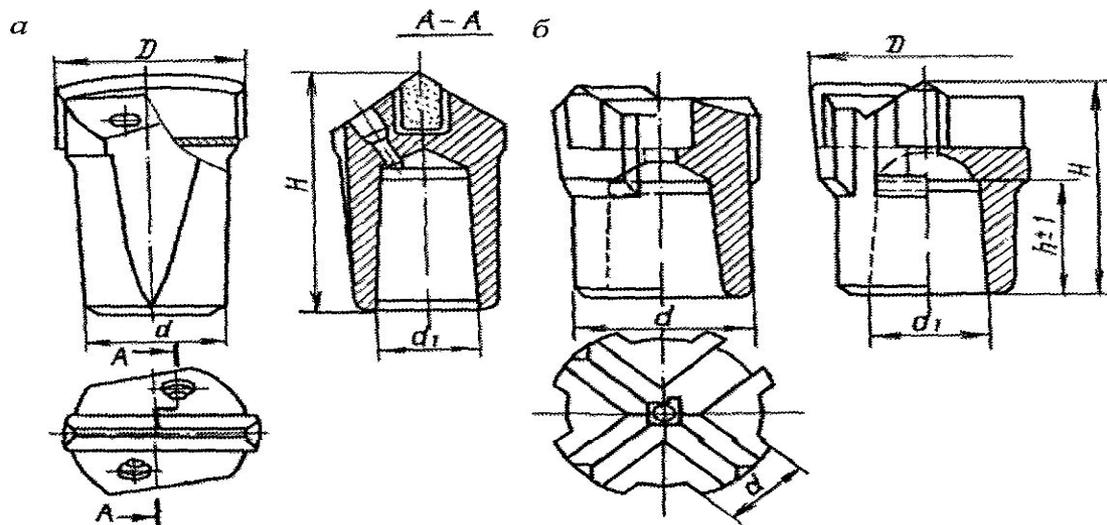


Рис. 2.18. Буровые коронки с твердосплавными вставками для пневмоударного бурения:

a — долотчатые; *б* — крестовые

Отбойка горных пород шарошками

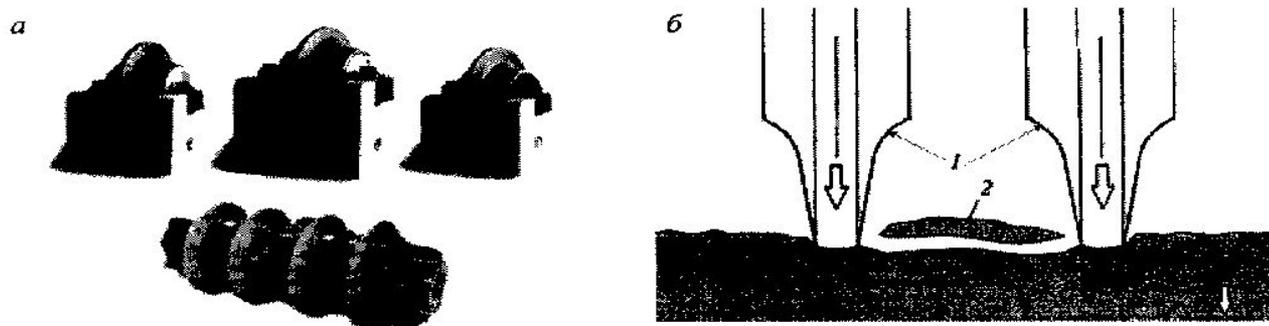


Рис. 2.28. Дисковые шарошки лобового действия (а) и схема отбойки ими породы (б): 1 — дисковые шарошки; 2 — кусок породы, отбитый дисковыми шарошками

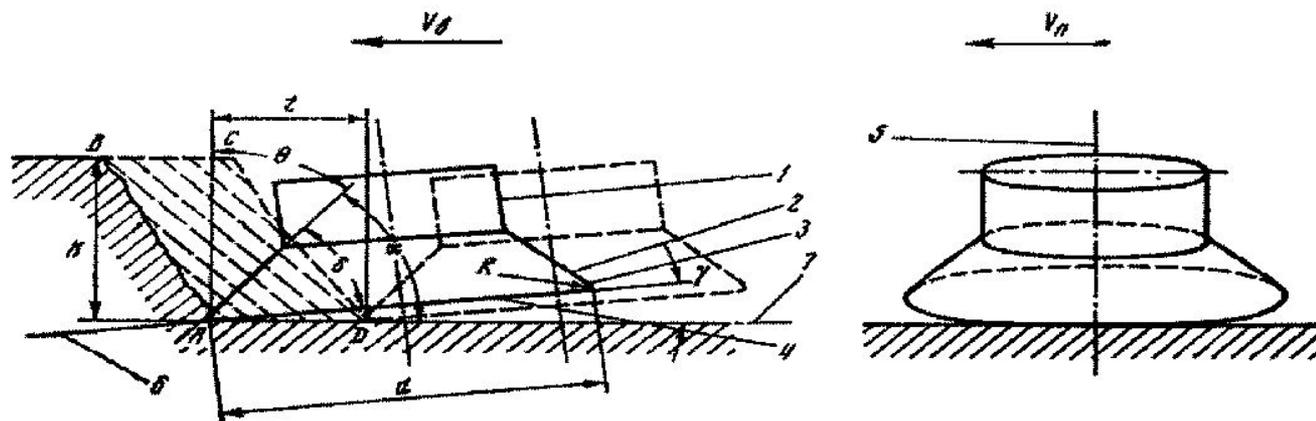


Рис. 2.29. Схема отбойки породы дисковой шарошкой тангенциального действия: 1 — корпус шарошки; 2 — боковая поверхность шарошки; 3 — рабочая кромка шарошки; 4 — торцевая поверхность шарошки; 5 — ось вращения шарошки; б — нормальная секущая плоскость; 7 — плоскость разрушения; V_b — скорость боковой подачи шарошки; V_n — скорость перекатывания шарошки; d — диаметр шарошки; R — радиус закругления рабочей кромки шарошки; t — шаг разрушения; H — толщина слоя породы, снимаемого за один проход шарошки; $ABCD$ — поперечное сечение слоя породы, снимаемого за один проход шарошки; α — угол резания; δ — угол заострения шарошки; θ — передний угол; γ — задний угол

Отбойный молоток — пневматическая ручная машина ударного действия, предназначенная для отбойки угля и других полезных ископаемых невысокой прочности, для образования лунок при установке крепи в выработках, устройства водосборных канавок. Конструктивно отбойные молотки в целом аналогичны перфораторам, от которых отличаются отсутствием механизма поворота рабочего инструмента, а вместо бура используется пика (рис. 2.35). Пика удерживается в отверстии корпуса пружиной. Номинальное давление сжатого воздуха 0,5 МПа. Отбойка осуществляется на вторую свободную поверхность, энергия удара от 30 до 45 Дж. В зависимости от типа молотка частота ударов в минуту изменяется от 1200 до 1600. Расход воздуха — 1,25 м³/мин, масса 8—10 кг. В табл. 2.14 приведена техническая характеристика пневматических отбойных молотков, выпускаемых Томским электромеханическим заводом.

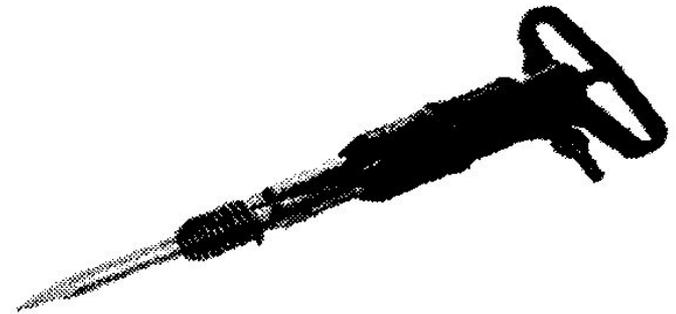
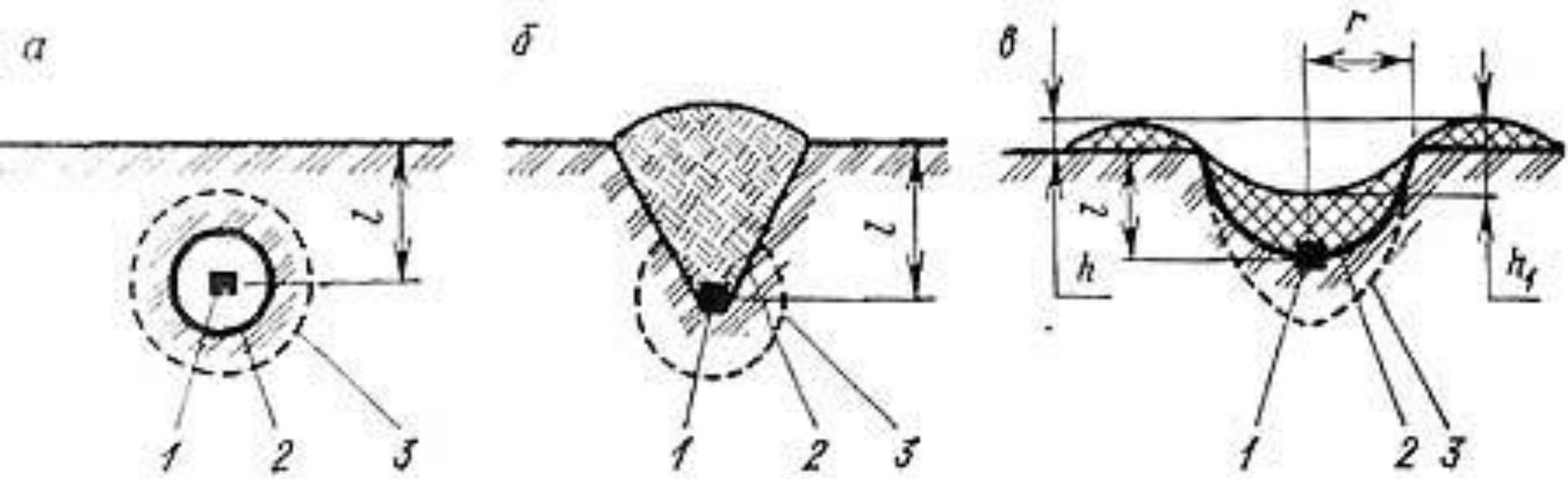


Рис. 2.35. Пневматический отбойный молоток МО-4А

2.5. Взрывное разрушение горных пород



Характер действия взрыва:

а — камуфлет; б — рыхление; в — выброс; 1 — заряд ВВ;
2 — зона разрушения; 3 — зона уплотнения

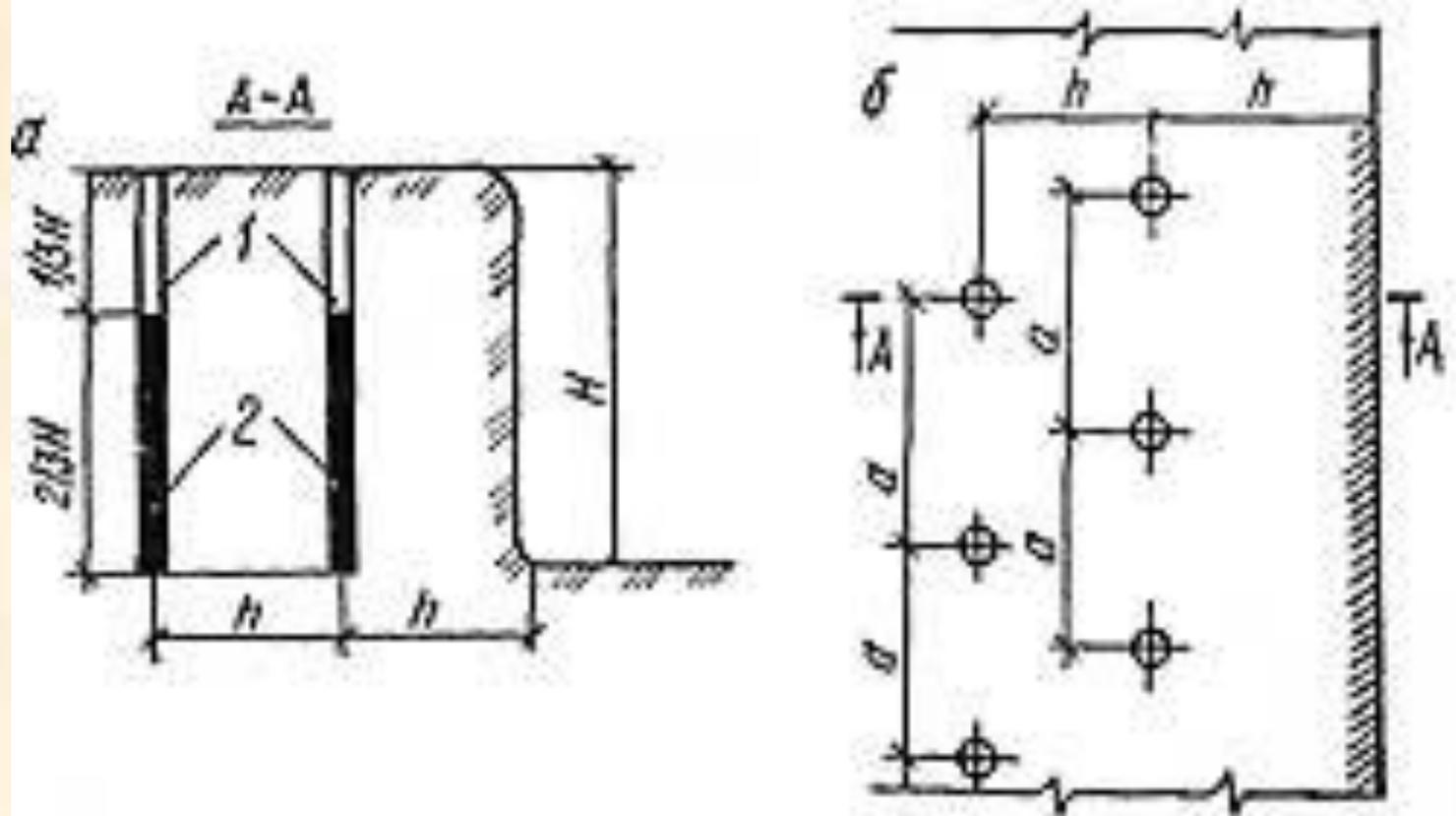
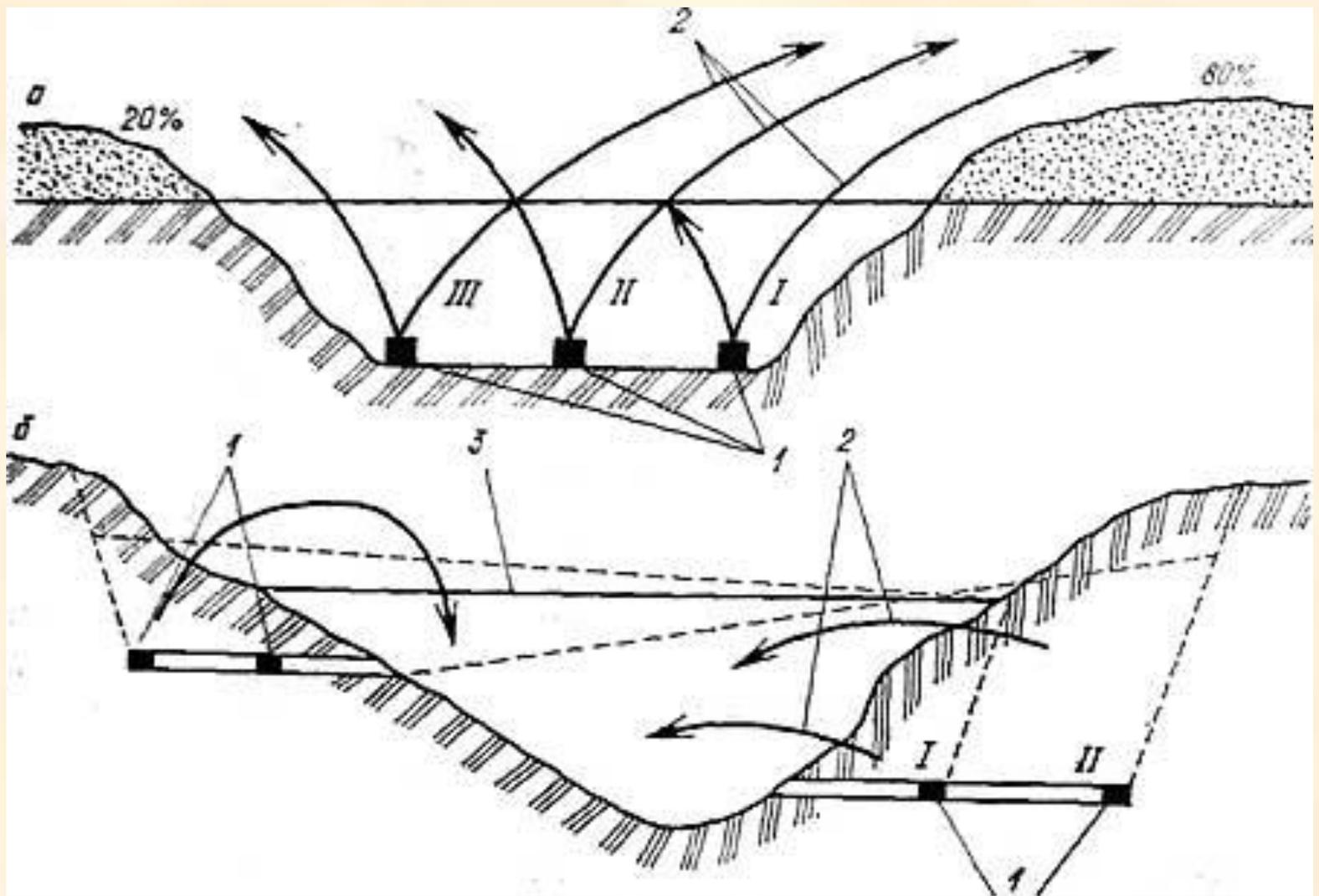


Схема расположения шпуровых зарядов:

а — разрез; б — план; 1 — забивка; 2 — заряды

Скважинные заряды применяются при необходимости произвести взрыв на сброс или рыхление большого массива породы.



Схемы направленных взрывов:

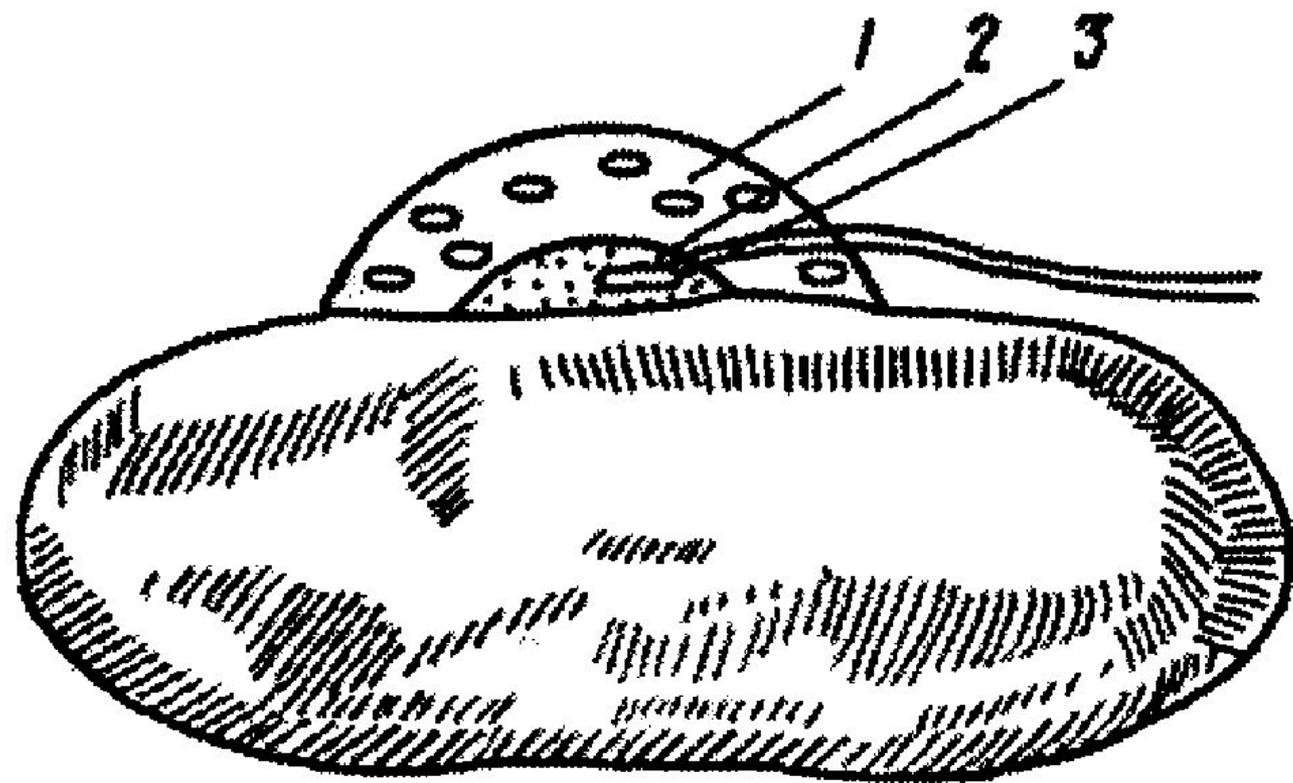
а — при устройстве выемки; б — при устройстве насыпи; 1 — заряды ВВ; 2 — направления перемещения взорванного грунта; 3 — проектная линия верха насыпи; I, II, III — очередность взрывания зарядов

Зарядом называется определенное количество ВВ, подготовленного к взрыву. По способу размещения во взрываемом массиве различают заряды наружные, т.е. накладные, и внутренние. Различают следующие *внутренние заряды*:

- по форме — сосредоточенные, к которым относятся имеющие соотношение между наибольшей и наименьшей сторонами менее четырех, например в виде шара, куба и т.п., и удлинённые;
- по конструкции — удлинённые, которые могут быть сплошными и рассредоточенными, т.е. разделёнными на отдельные части, промежутки между которыми заполняются разрушенной породой, воздухом или водой;

- по результату действия на массив — камуфлетные, образующие внутренние полости без разрушения поверхности массива; откольные, при взрыве которых происходит отделение горной породы от массива и ее разрушение; заряды рыхления, вызывающие дробление и вспучивание массива без образования видимой воронки выброса; заряды выброса, вызывающие дробление и выброс раздробленной породы за пределы воронки взрыва.

Наружными зарядами называют заряды ВВ, размещаемые на поверхности разрушаемого объекта. Это простейший метод производства взрывных работ, при котором на поверхность разрушаемого куска горной породы насыпают порошкообразное ВВ и сверху присыпают его каким-либо инертным материалом; в случае размещения заряда на наклонной поверхности куска породы применяют патронированные ВВ (рис. 2.37). Взрывание наружными зарядами производится для дробления некондиционных, т.е. негабаритных кусков горной породы. Опасная зона при взрывании наружных зарядов на карьерах составляет не менее 300 м. Разрушение горных пород наружными зарядами происходит под действием только ударных волн, образующихся при взрыве.



**Рис. 2.37. Схема расположения
наружного заряда:**

1 — забоечный материал; *2* — наруж-
ный (накладной) заряд; *3* — зажига-
тельная трубка

Массу накладного заряда ВВ можно определить по формуле Л.И. Барона:

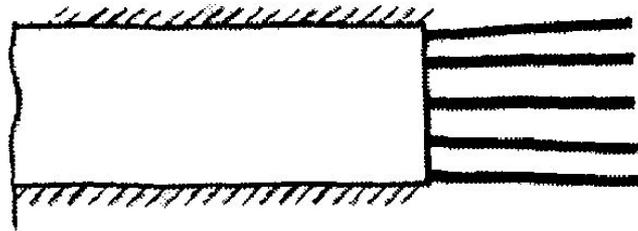
$$Q = q_n bc / (k_{\text{ВВ}} k_{\text{лин}}^2), \quad (2.1)$$

где q_n — расчетный удельный расход ВВ, кг/м³, изменяется в зависимости от свойств взрывааемых горных пород; b и c — соответственно ширина и толщина куска породы, м; $k_{\text{ВВ}}$ — коэффициент, учитывающий качество ВВ, для аммонитов $k_{\text{ВВ}} = 1,0$, для акватолов $k_{\text{ВВ}} = 1,4$; $k_{\text{лин}} = 1,3$ — переходный коэффициент, учитывающий, что b и c не средние, а максимальные размеры куска.

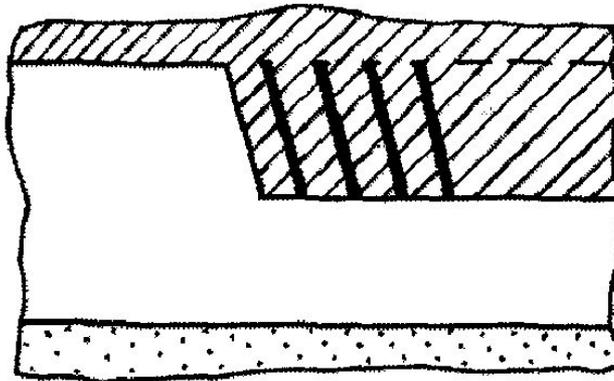
Удельный расход $ВВ$ при разрушении горных пород наружными зарядами выбирают при средней длине куска породы 0,5—0,6 м в зависимости от ее крепости:

f ≤ 4	5—9	10—14	15—20
q_H , кг/м ³ $\leq 1,3$	1,3—1,5	1,6—1,8	1,8—2,0

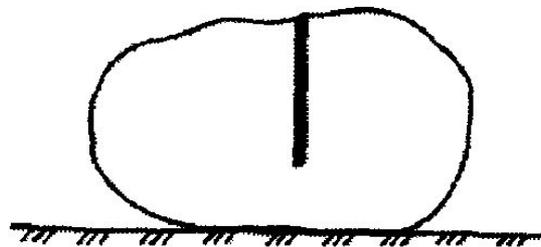
a



б



в



Схемы расположения шпуровых зарядов:

a — при проведении подземных горных выработок; *б* — при отбойке руд для подземной очистной выемки; *в* — при вторичном дроблении куска породы

Величина заряда $ВВ$ определяется в зависимости от свойств пород, работоспособности $ВВ$, конструкции заряда и числа свободных поверхностей. Сначала определяют ориентировочный удельный расход $ВВ$ по формуле Н.М. Покровского:

$$q = q_1 f_1 K \acute{e}, \quad (2.2)$$

где q_1 — нормальный расход эталонного $ВВ$, $\text{кг}/\text{м}^3$; f_1 — коэффициент структуры породы, для вязких, упругих и пористых пород $f_1 = 2,0$, для дислоцированных, с неправильным залеганием и мелкой трещиноватостью $f_1 = 1,4$, для сланцеватых с изменяющейся крепостью и напластованием, перпендикулярным к направлению шпура, $f_1 = 1,3$. для массивно-хрупких $f_1 = 1,1$. для мел-

копористых и неплотных $f_1 = 0,8$; K — коэффициент зажима породы, учитывающий длину комплекта шпуров $l_{\text{шп}}$ и площадь поперечного сечения выработки в проходке S , $K = 3l_{\text{шп}}/\sqrt{S}$; \acute{e} — коэффициент работоспособности $ВВ$.

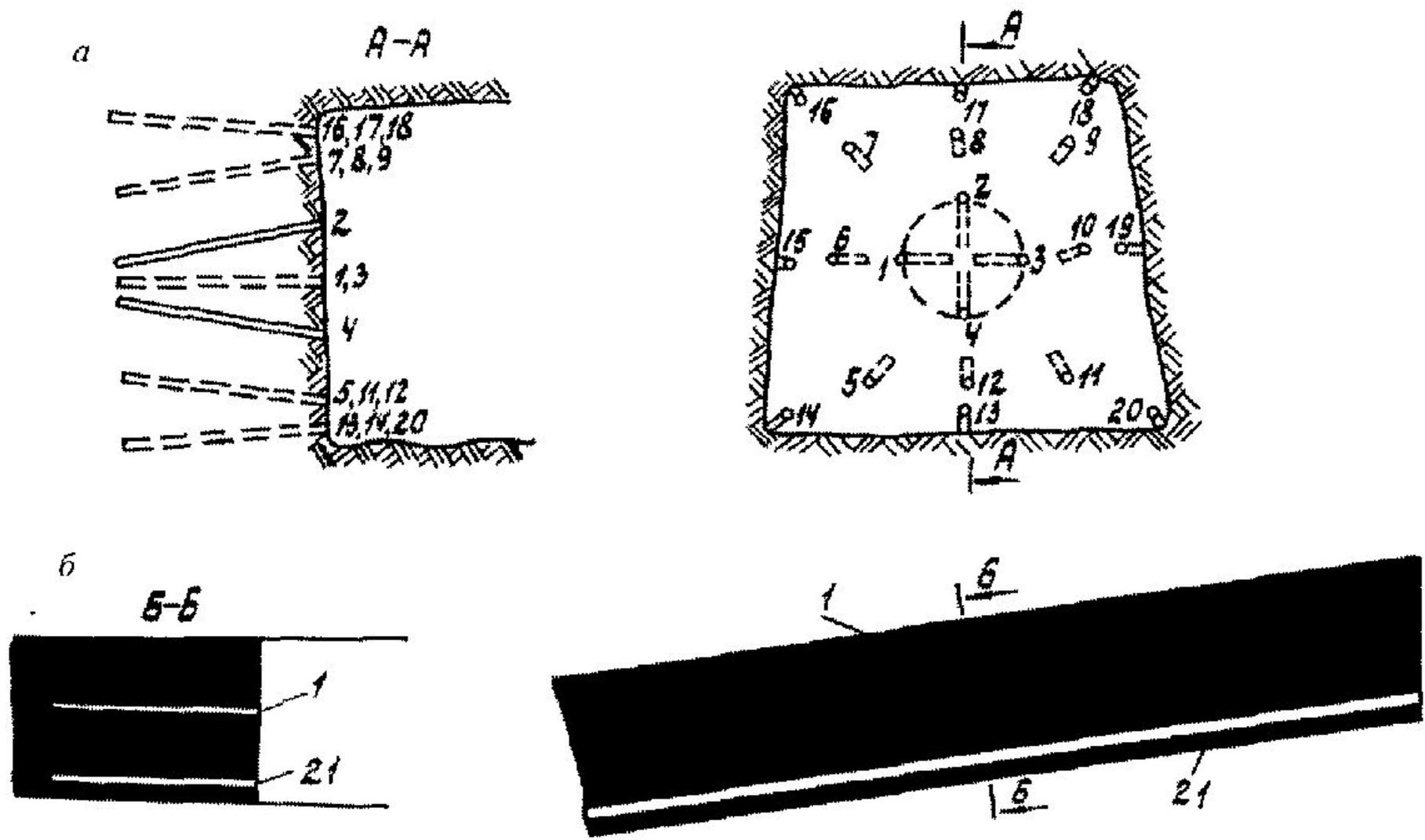


Рис. 2.40. Схемы создания дополнительных свободных поверхностей в подготовительных (а) и в очистных (б) забоях:
 1—20 — шпур; 21 — вруб

Максимальная длина линии сопротивления по подошве уступа, при которой обеспечивается нормальное разрушение массива, определяется по формуле

$$W_n = W_{од} (1,6 - 0,5m), \quad (2.3)$$

где $m = a/W$ — коэффициент сближения скважин; $W_{од}$ — СПП одиночной скважины, определяется по формуле

$$W_{од} = \sqrt{P/q},$$

где P — вместимость 1 м скважины, кг/м; q — проектный удельный расход ВВ, кг/м³.

Величина СПП проверяется также на условие безопасного ведения работ на уступе по формуле

$$W_n = Hctg\alpha + c. \quad (2.4)$$

Диаметр d вертикальных скважин, который обеспечивает нормальную проработку подошвы уступа высотой H и углом откоса α

$$d = (Hctg\alpha + c)\sqrt{P} / [30(3 - m)]. \quad (2.5)$$

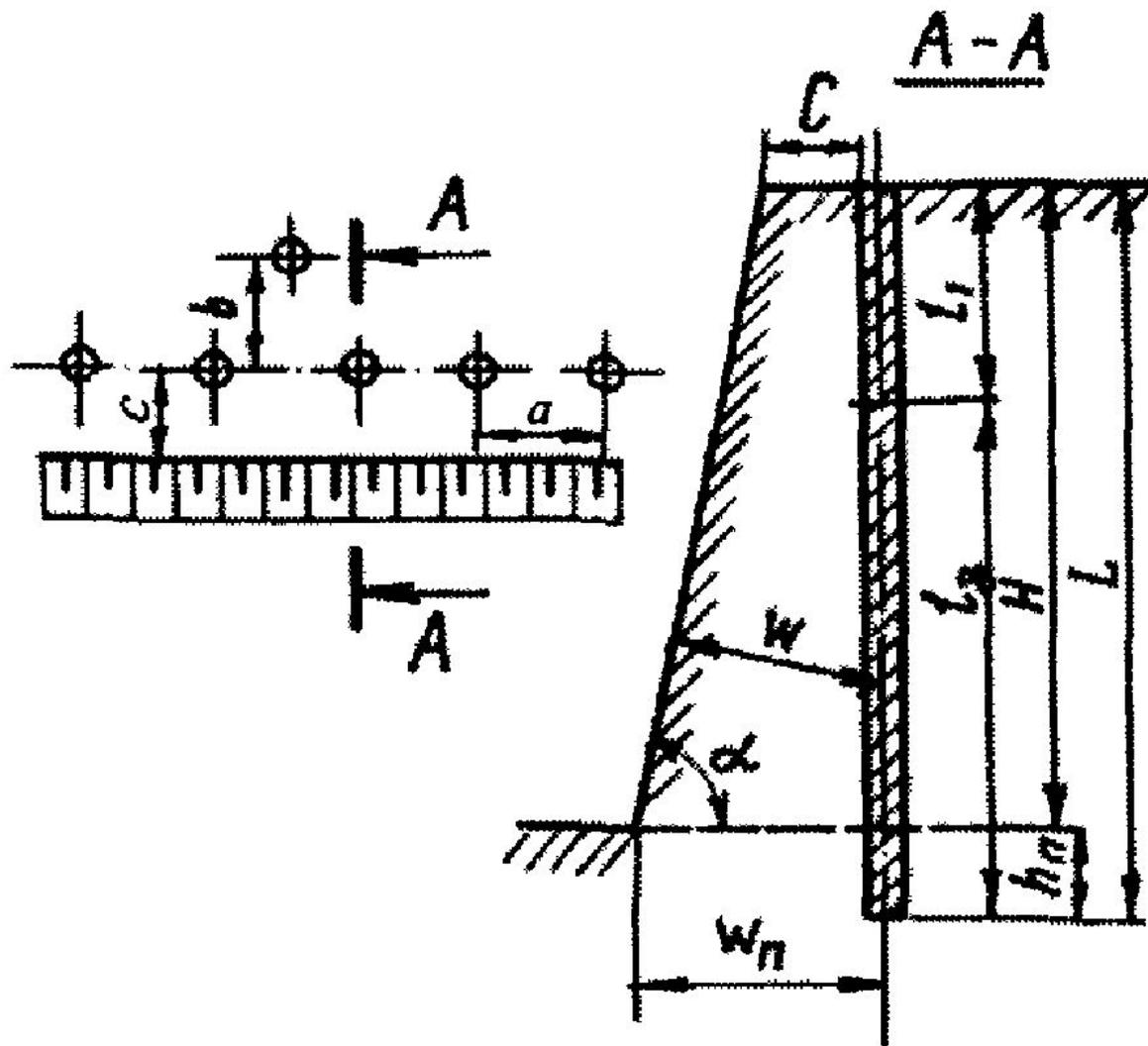


Рис. 2.41. Схема расположения скважинного заряда на уступе карьера

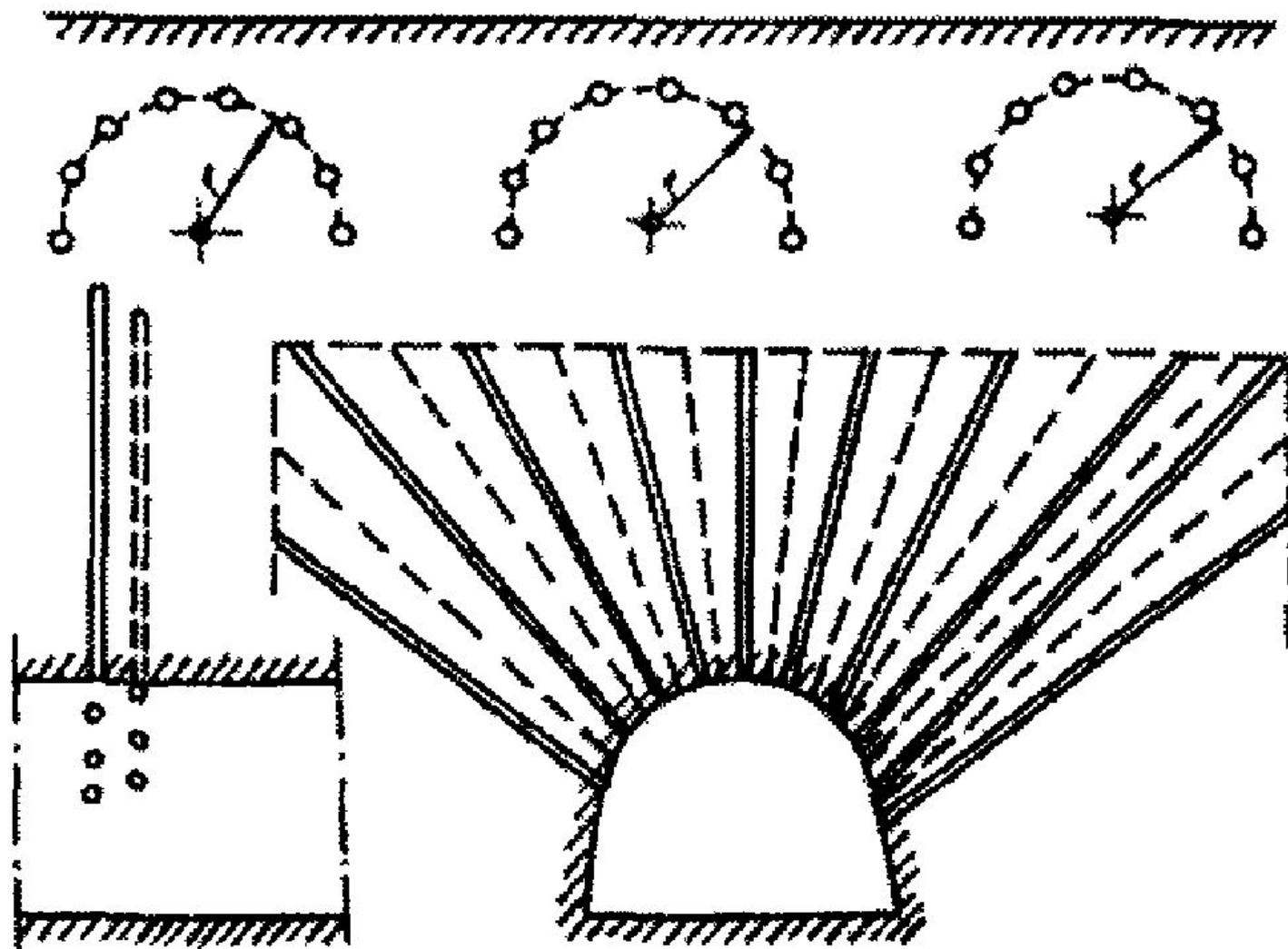


Рис. 2.42. Схема веерного расположения взрывных скважин

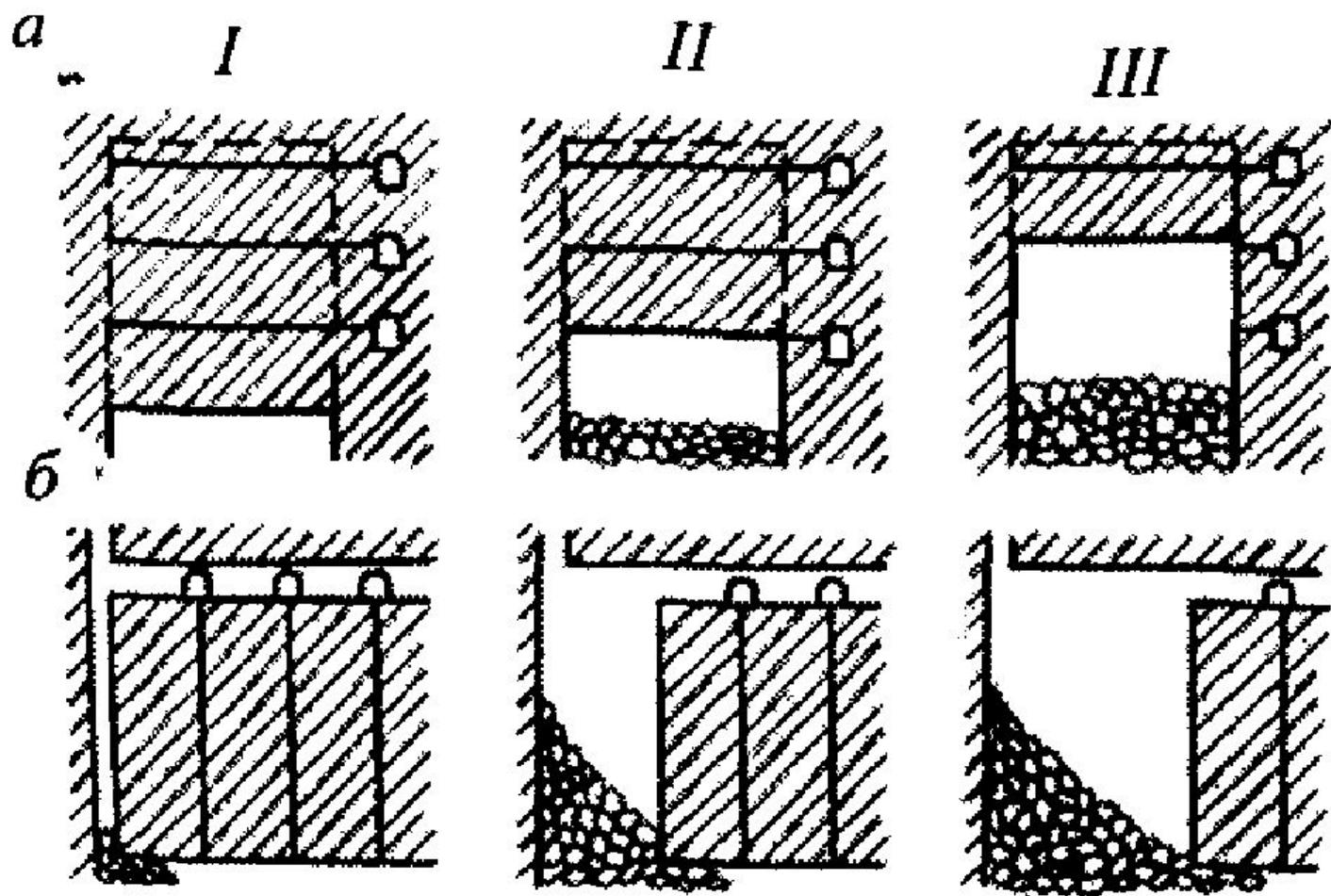


Рис. 2.43. Схемы параллельного расположения взрывных скважин: I, II, III — стадии отбойки руды горизонтальными (а) и вертикальными (б) слоями

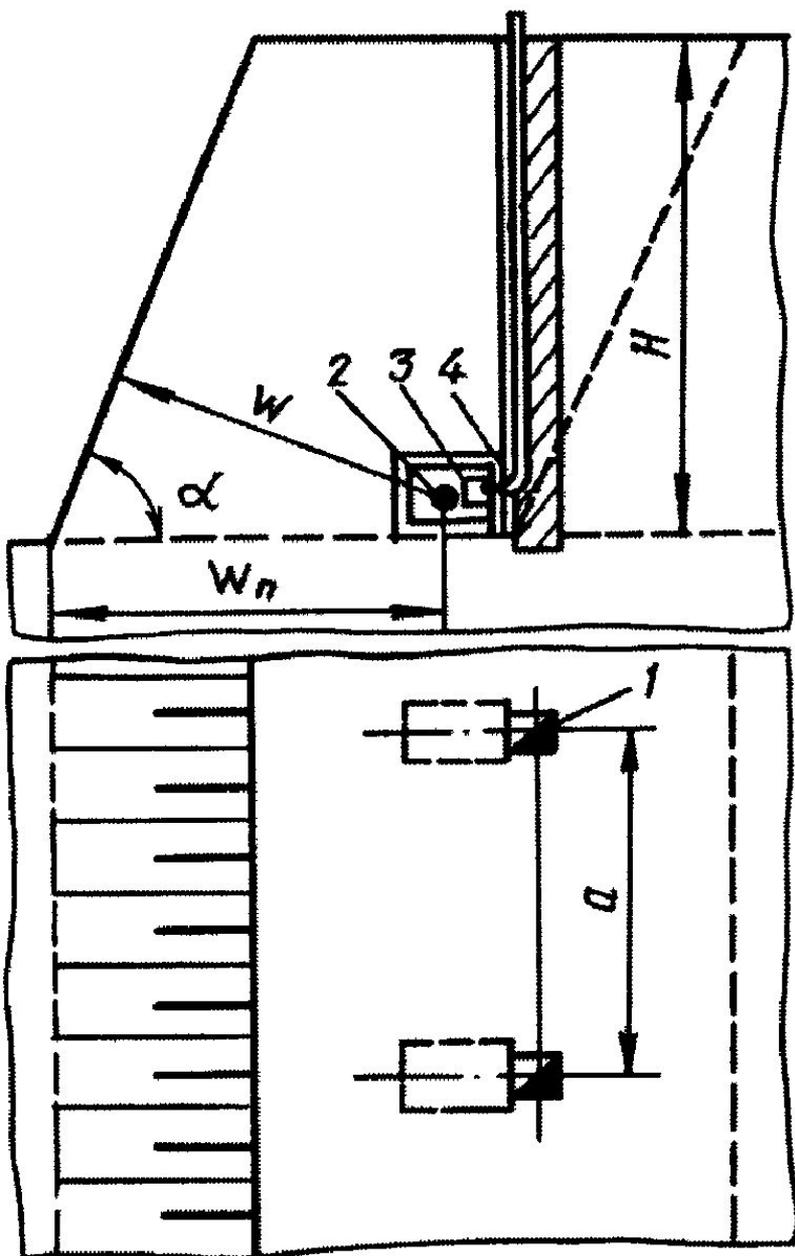


Рис. 2.44. Схема расположения камерных зарядов рыхления на уступе:

1 — шурф; 2 — заряд ВВ; 3 — электродетонатор; 4 — зарядная камера

Отбойку малокамерными зарядами осуществляют на карьерах для взрывания небольших объемов горных пород в условиях, при которых трудно применять буровую технику. Небольшие заряды размещают в горизонтальных или наклонных выработках с поперечным сечением порядка $0,5 \times 0,5$ м и глубиной до 5 м (рис. 2.45). СПП при этом принимают равной длине выработки: $W_n = (0,5 \div 0,85) H \leq 5$ м.

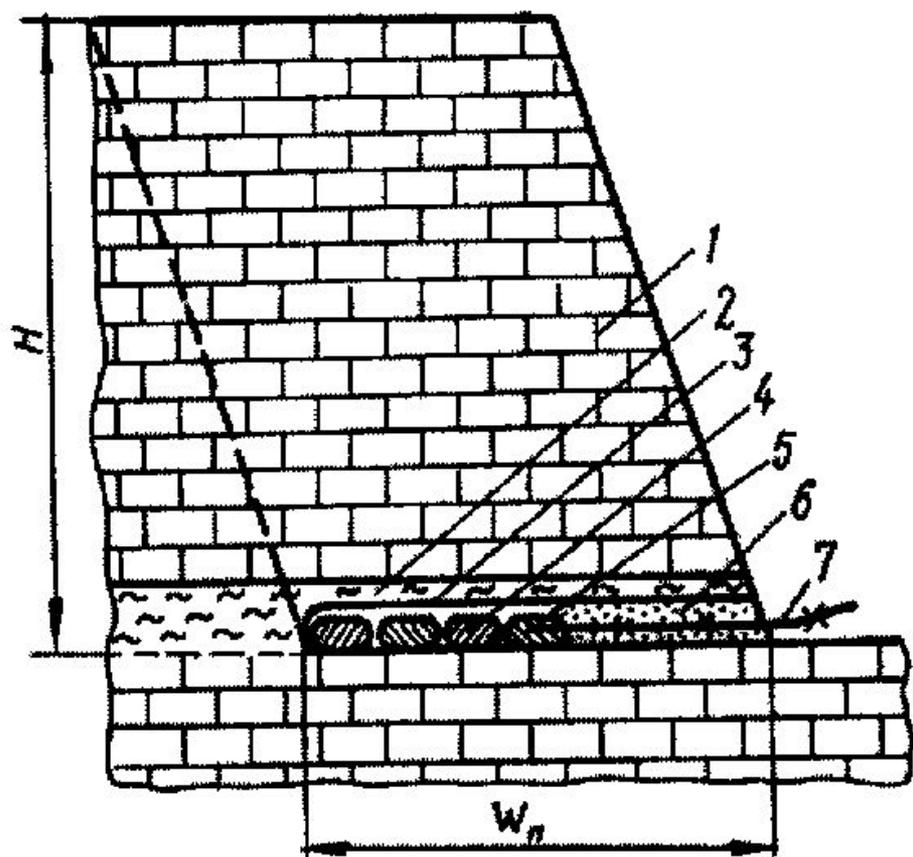


Рис. 2.45. Схема расположения малока-
мерных зарядов на уступе:

1 — породный массив (известняк); 2 — пропла-
сток глины; 3 — рукав; 4 — пакет с ВВ; 5 —
патрон-боевик; 6 — забойка; 7 — детонирующий
шнур

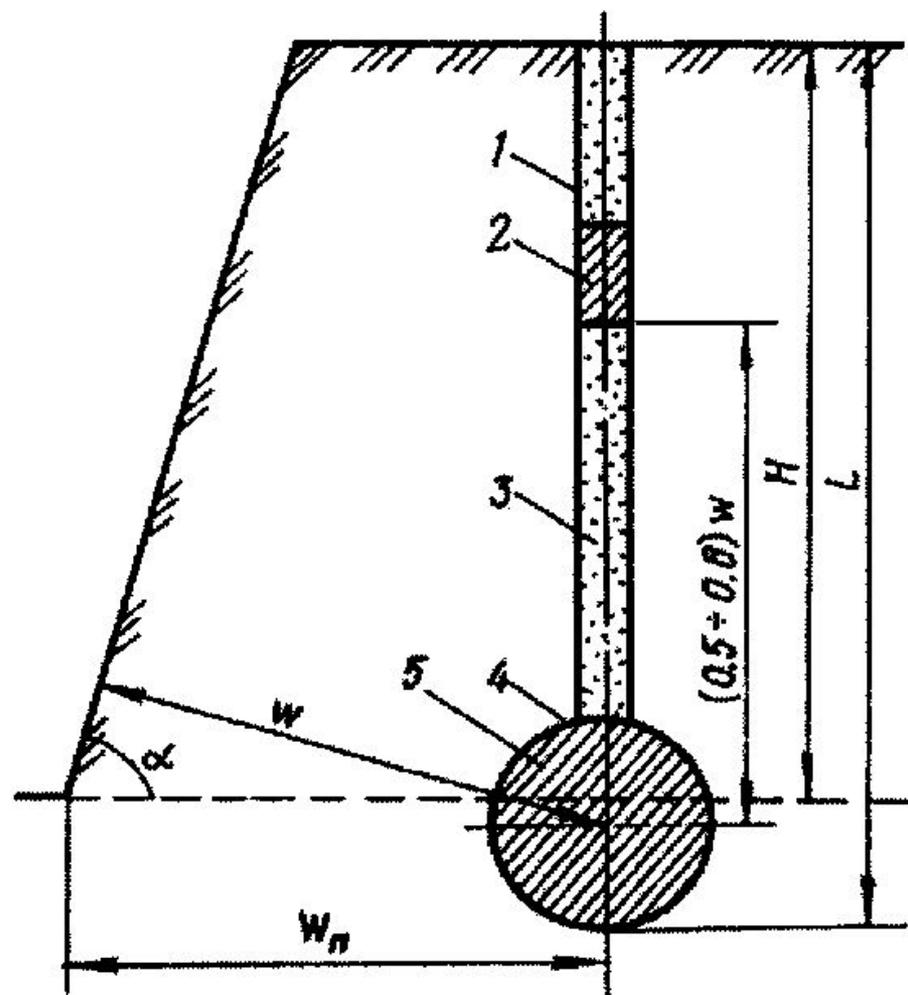


Рис. 2.46. Схема расположения котлово-
го заряда на уступе:

1 — скважина; 2 — дополнительный заряд; 3 —
забойка; 4 — котловое расширение; 5 — основ-
ной заряд

Взрывчатые вещества и средства взрывания

В зависимости от скорости детонации, т.е. скорости химической реакции, ВВ могут по-разному воздействовать на окружающую среду. Различают *бризантные ВВ* с высокой скоростью детонации (2000—7000 м/с), производящие дробящее действие, и *метательные* — порох (скорость взрывного горения до 2000 м/с).

По физическому состоянию различают следующие разновидности промышленных ВВ: порошкообразные, прессованные, литые, гранулированные (чешуйчатые), водосодержащие (льющиеся или текучие в холодном или горячем состоянии).

К индивидуальным ВВ относятся химически однородные вещества: тротил, нитроглицерин, тэн, гексоген и др. К смесевым ВВ — аммиачно-селитренные — аммониты, динафталиты, граммониты, акваниты, игданиты, ифзаниты, а также нитроглицериновые — динамиты, оксиликвиты и др.

Заряды инициирующих ВВ, при взрыве которых образуется импульс энергии, размещают в специальных устройствах — детонаторах.

В зависимости от способа возбуждения взрыва детонатора различают:

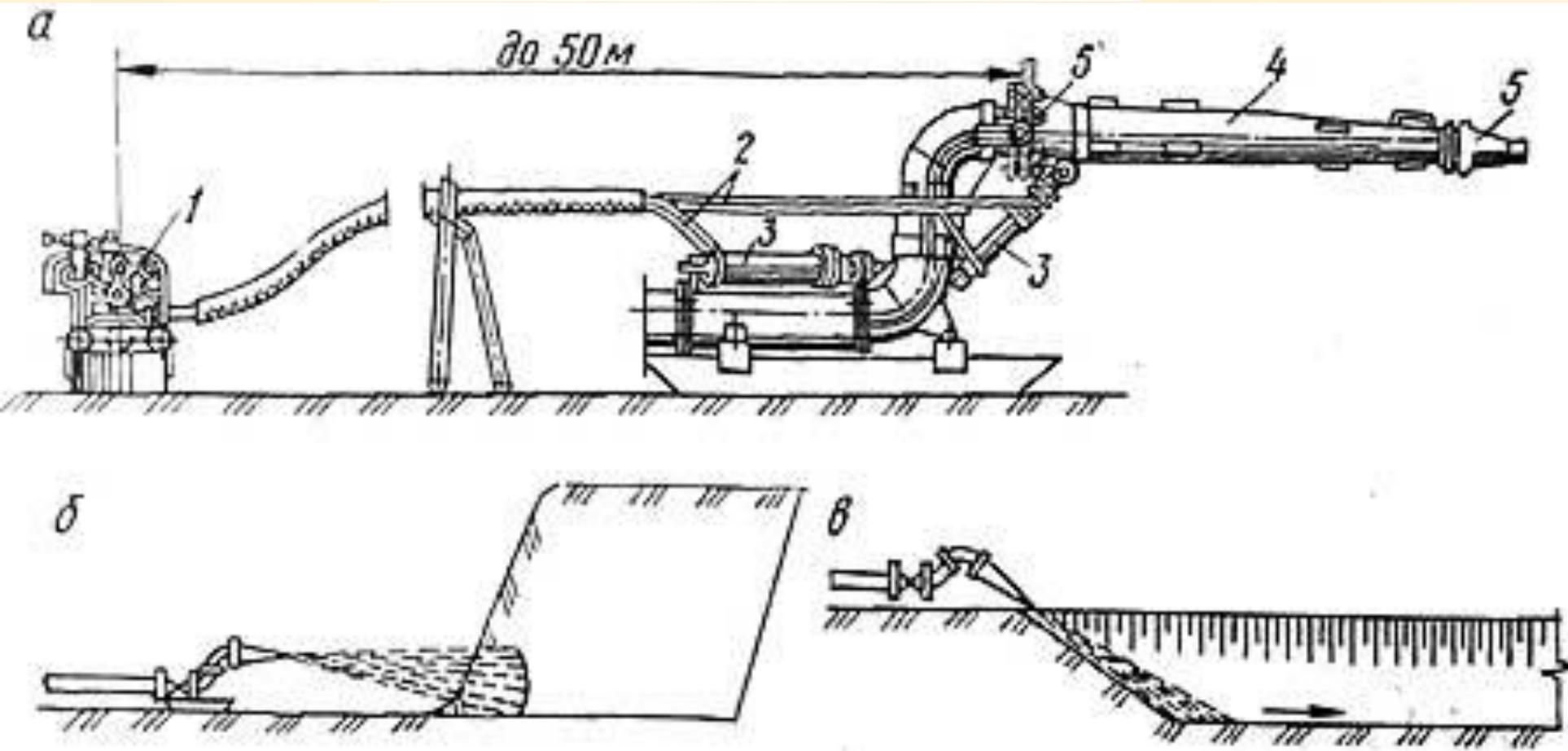
- огневое инициирование зарядов — детонатор взрывается от горящего огнепроводного шнура (ОШ);
- электрическое инициирование — детонатор взрывается от горящего электровоспламенителя;
- электроогневое инициирование — детонатор взрывается от горящего ОШ, который подожжен электровоспламенителем;
- с помощью детонирующего шнура (ДШ);
- посредством неэлектрических систем инициирования (НСИ).

Организация безопасного ведения взрывных работ

Производство взрывных работ регламентируется «Едиными правилами безопасности при взрывных работах». К выполнению взрывных работ допускаются только специально обученные люди, получившие «Единую книжку взрывника» или книжку мастера-взрывника.

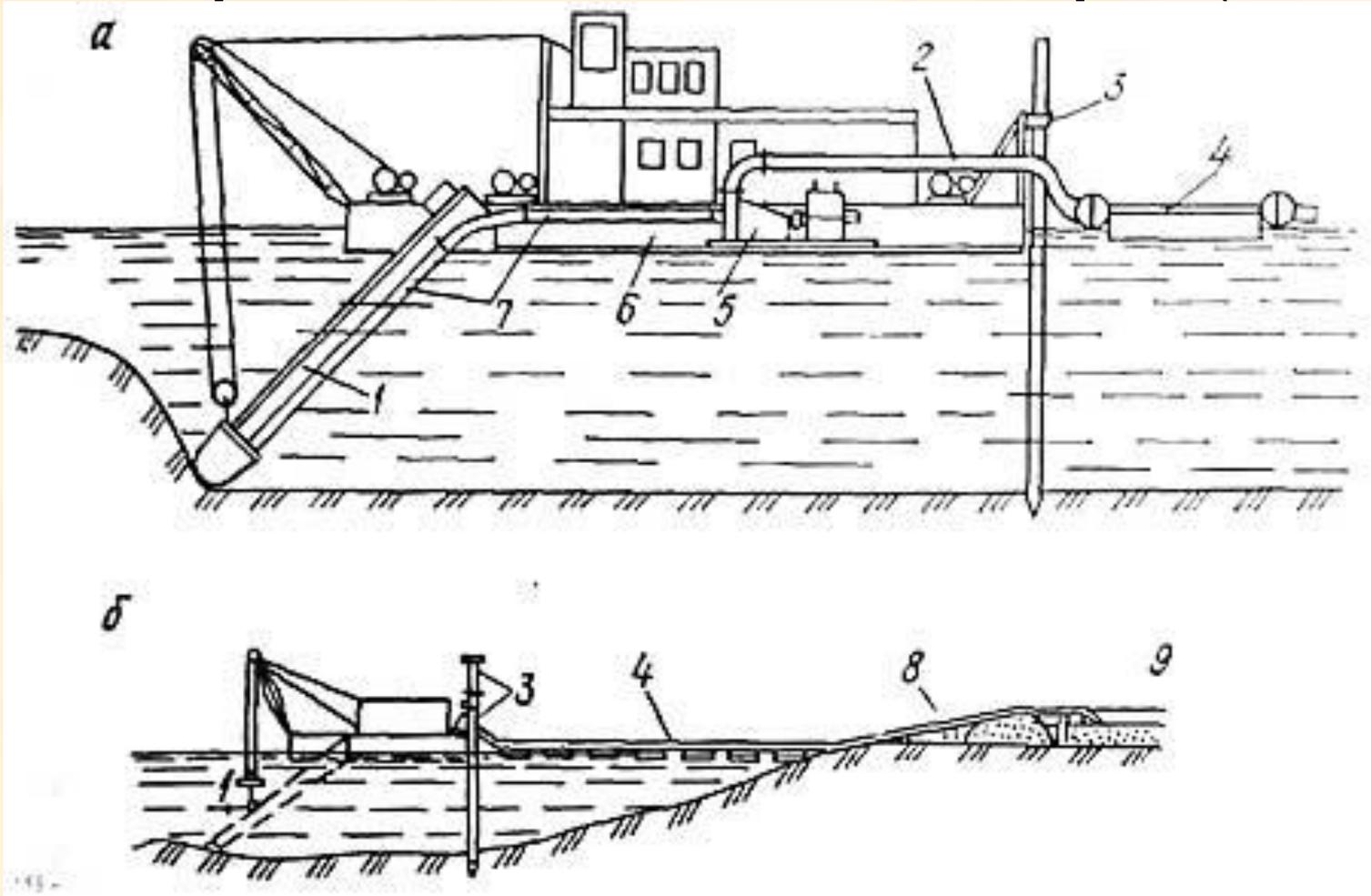
2.6 Специальные способы разрушения

Гидравлическая отбойка горных пород



Гидромониторная установка: а — гидромонитор с гидравлическим приводом; б — размыв породы встречным забоем; в — размыв породы попутным забоем; 1 — пульт управления; 2 — шланги; 3 — гидроцилиндры управления; 4 — ствол; 5 — насадка

Разрушение породы с помощью земельного снаряда (земснаряда).



Разработка землесосным снарядом: а — схема землесосного снаряда; б — схема работы; 1 — грунтозаборное устройство; 2 — напорный пульпопровод; 3 — папильонажные сваи; 4 — плавучий пульпопровод; 5 — грунтовый насос; 6 — корпус; 7 — всасывающий трубопровод; 8 — береговой пульпопровод; 9 — карта намыва.