

# КАРЬЕРЫ НЕРУДНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

## Классификация карьеров

*Карьером* называют открытую горную выработку с рядом устройств и приспособлений для добычи полезного ископаемого.

Карьеры подразделяются на промышленные и строительные.

*Промышленные карьеры* – постоянно действующие, капитально оборудованные предприятия. Радиус снабжения таких карьеров для дорожных организаций составляет 1000–1500 км.



Промышленный карьер каменного материала

Стоимость каменных материалов в ряде случаев составляет 50–60 % от стоимости строительства всей дороги.

*Строительные карьеры* – предприятия временного типа со сроком эксплуатации 1–3 года



Разработка песчаного карьера

*Карьеры классифицируются по следующим основным признакам:*

*по виду разрабатываемого полезного ископаемого:*

- каменные;
- гравийные;
- песчаные;
- песчано-гравийные;
- валунные (т.е. ископаемое встречается в виде отдельных обломков размером до 8–10 м);
- шлаковые металлургические;

*по сроку эксплуатации:*

- стационарные (промышленные);
- временные (притрассовые);

*по производительности:*

- малые (до 75–80 тыс. м<sup>3</sup>/год);
- средние (150–170 тыс. м<sup>3</sup>/год);
- крупные (330–350 тыс. м<sup>3</sup>/год);
- мощные (свыше 350 тыс. м<sup>3</sup>/год);

*по крепости горных пород:*

- месторождения, не требующие предварительного рыхления (песчаные, песчано-гравийные, гравийные);

- месторождения, подвергаемые предварительному рыхлению (песчаник, известняк, гранит и пр.);

*по характеру залегания полезного ископаемого:*

- холмистые (полезное ископаемое находится выше основных откатных путей, и разрабатываемая порода транспортируется к местам переработки вниз под уклон);
- глубинные (полезное ископаемое находится ниже дневной поверхности);
  - обводненные (полезное ископаемое залегает под водой);
  - комбинированные;

*по углу падения горных пород:*

- горизонтальные;
- пологопадающие;
- крутопадающие.

*по мощности залегания полезных ископаемых, разрабатываемые:*

- одним уступом;
- несколькими уступами.

## **Изыскания месторождений полезных ископаемых**

Одним из условий, обеспечивающих выбор рациональных методов и средств для разработки карьеров, является получение в результате изысканий полной документации, освещающей характер, форму и мощность месторождения.

Разработка месторождения допускается только после оформления горного отвода Госгортехнадзором. Получив разрешительное свидетельство на право эксплуатации месторождения, необходимо, кроме того, оформить отвод земель.

При утверждении запасы месторождения могут быть отнесены к одной из трех категорий – А, В или С, в зависимости от степени и детальности изученности месторождения.

Одним из условий, обеспечивающих выбор рациональных методов и средств для разработки карьеров, является получение в результате изысканий полной документации, освещающей характер, форму и мощность месторождения.

В зависимости от целей работы по изысканиям месторождений можно разделить на три стадии

Поиск – это сбор предварительных сведений о расположении месторождений, его мощности, горнотехнических условий разработки. Они проводятся по подробным геологическим картам, опросом местных жителей, использование аэросъёмки (спутниковой), рекогносцировкой на местности по старым выработкам и естественным обнажениям. В результате проведения поисковых работ определяются запасы полезных ископаемых по категории «С».

Предварительная разведка. Целью данных изысканий является определение запасов месторождения по категории «В». Их проведение связано с заложением шурфов и скважин по относительно редкой сетке (100x100 м и более).

Детальная (окончательная) разведка. В результате этой разведки обосновываются запасы месторождения полезных ископаемых по категории «А». В результате детальных исследований устанавливают:

- точные контуры полезного ископаемого по площади и глубине;
  - контуры и мощность вскрыши;
  - условия залегания горных пород;
  - вид и качество горной породы;

- вид и качество горной породы;
- гидрологические и гидрогеологические условия;
- экономическое обоснование строительства добывающих и перерабатывающих предприятий;
- наличие подъездных путей и энергоресурсов.

Одним из основных результатов разведочных работ является определение геологических и промышленных запасов месторождения.

Геологические запасы – общие (полные) запасы месторождения.

Промышленные – часть геологических запасов, разработка которых технически возможна и экономически целесообразна.

Объем запасов полезного ископаемого по оконтуренной площади подсчитывают следующим образом.

При разработке небольших карьеров объем полезного ископаемого подсчитывают по средней толщине ископаемого:

$$V = S \cdot h_{cp},$$

где  $h_{cp}$  – средняя толщина (м) полезного ископаемого по площади  $S$ , м<sup>2</sup>.

$$h_{cp} = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_m}{m}.$$

где  $h_{1,,m}$  – толщина (м) полезного ископаемого в геологической скважине, м.

## Классификация месторождений по категориям запасов¶

Категория запасов□	Степень изученности¶ запасов□	Назначение утвержденных¶ запасов□
A <sub>1</sub> □	Вполне <u>изученные</u> , разведанные и <u>оконтуренные</u> подготовительными <u>выработками</u> □	Для эксплуатации при добыче и переработке□
A <sub>2</sub> □	Вполне <u>изученные</u> , детально разведанные и <u>оконтуренные</u> горными <u>выработками</u> □	Для проектирования и строительства карьеров по добыче и установок по переработке□
B□	Геологически <u>обоснованные</u> , разведанные и <u>оконтуренные</u> разведочными <u>выработками</u> □	Для проектирования новых карьеров и заводов по переработке□
C <sub>1</sub> □	Установленные на основании геологического изучения по естественным и редким искусственным обнажениям, редкой сетки выработок (примыкающие к запасам A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , B)□	Для составления схематических проектов (проектных заданий) карьеров и заводов по переработке; для основы на детальную разведку□
C <sub>2</sub> □	<u>Установленные на основе геологического изучения района</u> □	Для перспективного планирования организации карьеров□



Для каждого месторождения устанавливают технико-экономическую целесообразность организации карьера в данном месте.

При этом исходят из:

- возможности получения горного и земельного отвода для организации карьера;
- стоимости и длительности периода подготовительных работ;
  - качества полезных ископаемых;
  - объема полезного ископаемого;
- наличия подъездных путей, возможности снабжения карьера водой, воздухом, паром и пр.;
- коэффициента вскрыши и пустых пород ( $Kв$  и  $Kп$ ).

$$Kв = Vв/V; \quad Kп = Vп/V,$$

где  $Vв$  – объем вскрыши, м<sup>3</sup>;  $Vп$  – объем пустых пород, м<sup>3</sup>;  $V$  – объем полезного слоя, м<sup>3</sup>.

Месторождения камня и песка должны отвечать следующим требованиям:

- разведанные запасы, подлежащие разработке, должны быть не ближе 400-600 м от любых жилых зданий, дорог и газопроводов;
- полезная толщина не должна содержать линз и прослоек некачественного материала;
- предельное отношение толщи вскрыши к мощности полезного ископаемого не должно превышать 1:1 при разработке песчано-гравийных смесей и 1:1,5 камня.

## **Разработка горных пород**

До разработки карьера в соответствии с земельным законодательством Российской Федерации должна быть подготовлена соответствующая документация: горноотводные документы, разрешение на право производства горных и буровзрывных работ, на хранение взрывчатых веществ, план горных работ и др.

Технологический процесс разработки месторождения состоит из следующих работ: подготовительных, вскрышных, добычных, транспортных и погрузоразгрузочных.

### ***Подготовительные работы***

Для ввода карьера в эксплуатацию необходимо выполнить комплекс подготовительных работ. В их состав входят:

- расчистка территории будущего карьера от деревьев, пней, кустарника;
- организация отвода поверхностных и грунтовых вод;
- устройство траншеи для вывозки вскрыши и добытого материала из карьера;
- работы по вскрытию и обнажению слоев полезного ископаемого для создания фронта работ по добыче;
- создание опережения вскрышного уступа.

Вскрышные работы, т.е. разработка слоя непригодного для промышленного использования, ведут открытым способом, применяя одноковшовые экскаваторы и одноковшовые погрузчики. Пустую породу вывозят автосамосвалами. Вскрышу разрабатывают горизонтальными слоями.

При более прочной породе вскрышу осуществляют с применением буровзрывных работ.

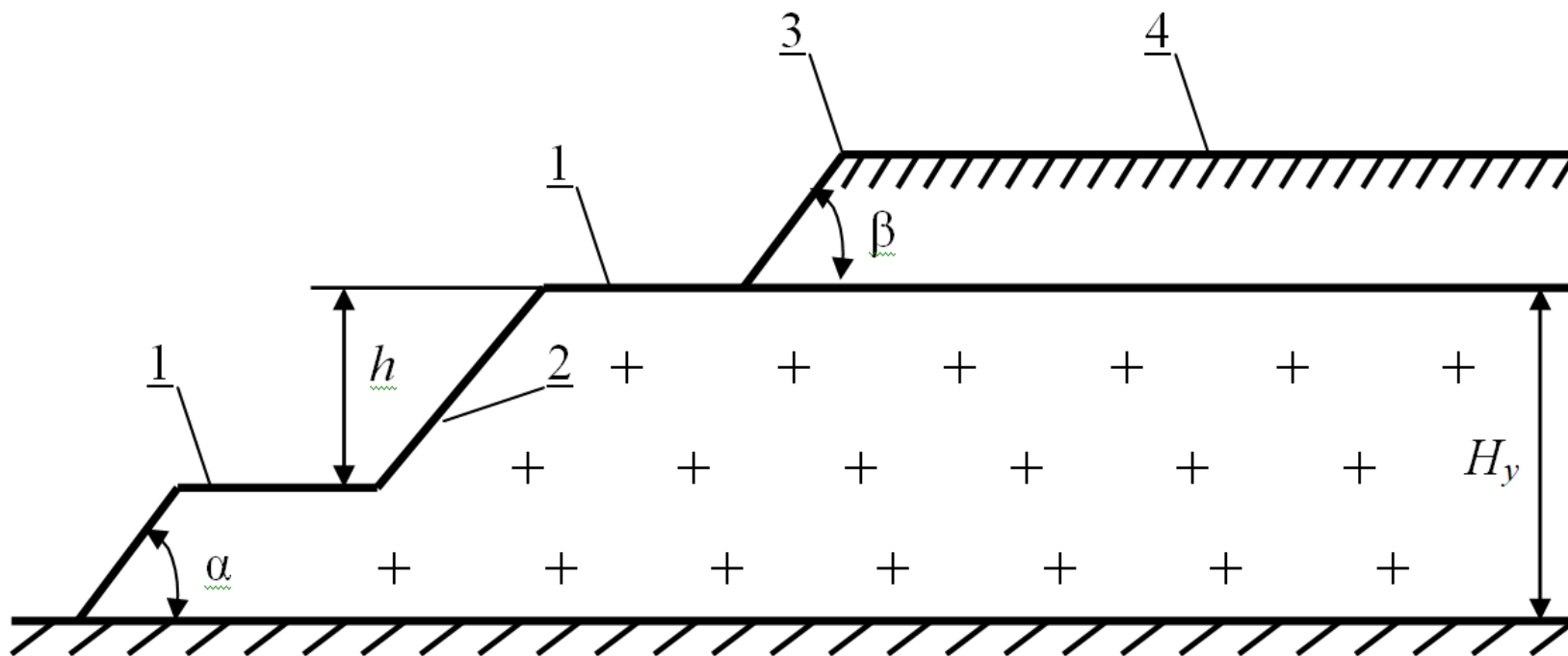
При вскрыше, состоящей из обычных грунтов, их удаляют с использованием бульдозеров и скреперов. Это в основном делается при разработке притрассовых карьеров.

Основными процессами при разработке месторождений являются добыча породы и транспортирование её на перерабатывающие предприятия (камнедробильные и щебеночные заводы).

Правильная организация добычи, переработки и транспортирования материалов оказывает существенное влияние на темпы, себестоимость и качество дорожного строительства.

Извлечение полезного ископаемого производится слоями. В результате разрабатываемый массив горных пород приобретает форму уступов, и в земной поверхности образуется выработанное пространство. Размеры пространства при разработке горизонтальных залежей увеличиваются в плане.

Элементами уступа являются верхняя и нижняя площадки, откос уступа, бровка вскрыши, вскрыша, развал взорванной породы, высота уступа, угол откоса уступа и угол откоса вскрыши.



1 – верхняя и нижняя площадки; 2 – откос уступа;  
3 – бровка вскрыши; 4 – вскрыша;  $\alpha$  – угол откоса уступа;  $\beta$  – угол откоса  
вскрыши;  $H_y$  – высота уступа.

Каждый уступ характеризуют высотной отметкой горизонта расположения на нем транспортных путей.

Различают рабочие и нерабочие уступы и борта карьера. На рабочих уступах производят выемку горных пород, поэтому нижнюю площадку этого уступа называют рабочей

Подготовленную для разработки часть уступа по длине называют фронтом работ уступа, поверхность горных пород в пределах уступа или развала, являющуюся объектом выемки – забоем.

В большинстве случаев месторождения горных пород разрабатывают горизонтальными слоями. Толщина и возможное число слоев зависят от мощности залежи и пустой породы, от параметров используемого оборудования. Разработку слоев всегда ведут последовательно сверху вниз, независимо от напластования горных пород.

## ***Буровзрывные работы***

Эти работы являются наиболее трудоемкими, дорогостоящими и опасными. Но это в конечном счете повышает производительность труда, обеспечивает необходимую степень дробления и рыхления горной породы.

Буровзрывные работы при разработке скальных пород в общем объеме трудовых затрат составляют 25–30 %.

Буровзрывные работы должны обеспечивать:

- получение максимального количества взорванной горной породы в кусках требуемого размера;
- безопасность работ;
- экономичность работ.

Буровзрывные работы на карьерах разрешается выполнять при наличии проекта и паспорта взрывных работ, и только специалистам-взрывникам специализированных организаций, имеющих соответствующие документы.

При этом должны соблюдаться мероприятия, обеспечивающие безопасность взрывных работ:

- организация безопасного хранения и доставки взрывчатых веществ;
- обеспечение сохранности зданий, сооружений и оборудования хранения взрывчатых веществ;

- организация охраны взрывной зоны с установкой предупредительных знаков и сигналов, а также наблюдательных пунктов в соответствии с границами зоны;
- оповещение местных организаций и населения о предстоящих взрывах;
- удаление людей за пределы взрывоопасной зоны.

Буровзрывные работы в карьере проводят в два этапа:

1. Отделение породы от массива.
2. Дополнительное рыхление негабаритных кусков.

Степень дробления горной породы зависит:

- от прочности пород;
- трещиностойкости;
- их мощности;
- качества и вида взрывчатых веществ;
- частоты сетки скважин.

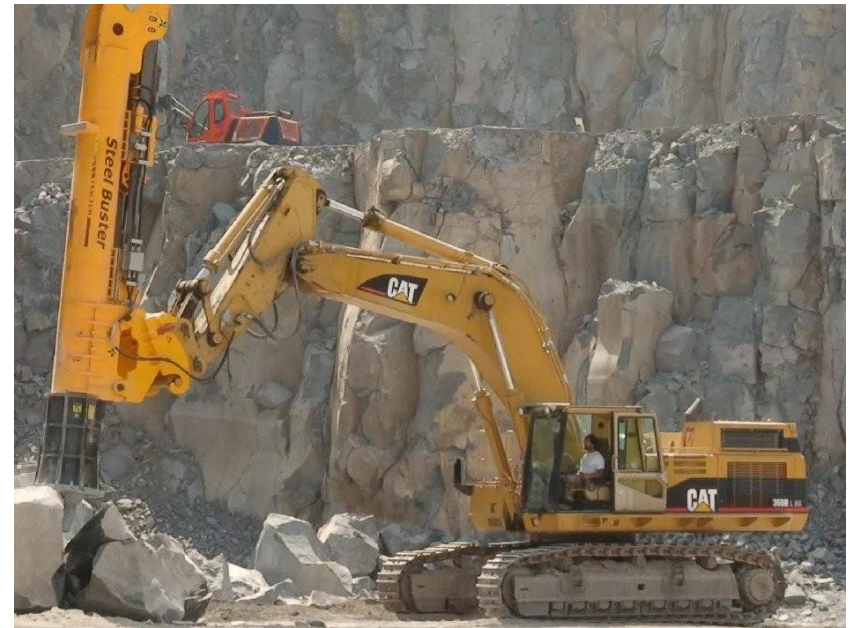


1 – бурение скважины буровым станком на базе экскаватора.

2 – ярусная разработка карьера каменного материала.

3 – подрыв уступа с целью максимального дробления горной породы.





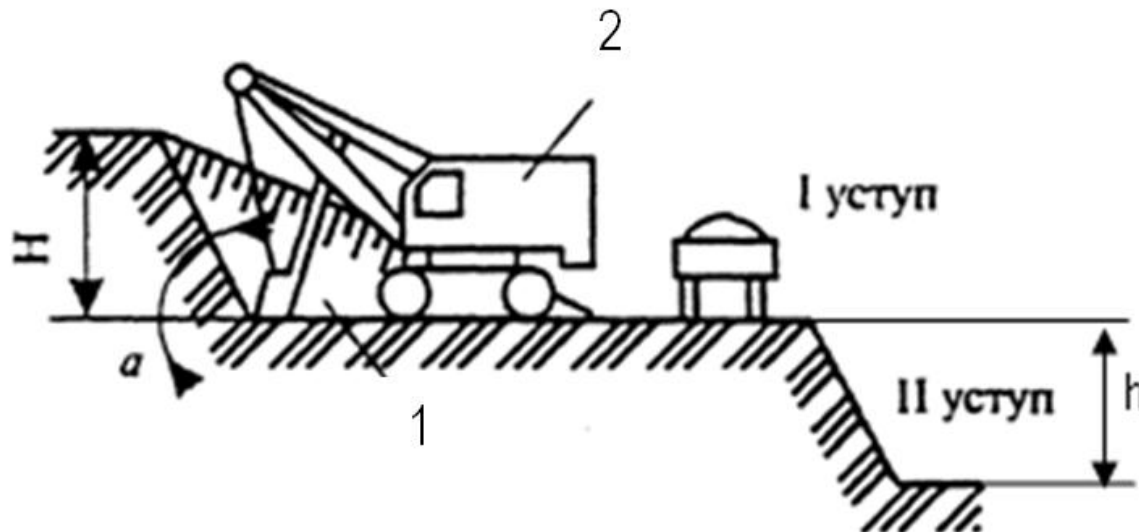
Дробление негабарита:

1. Методом раскола гидравлическим долотом.
2. Методом удара гидравлическим молотом.
3. Ручной метод путём бурения отверстий пневматическими перфораторами с дальнейшим расколом стандартным экскаватором.

## Выемка и погрузка горной породы

Выбор рациональной выемочно-погрузочной машины производят с учетом физико-механических свойств горных пород, линейных параметров забоя, целесообразных для конкретных условий транспортных средств. На эффективность выемочно-погрузочных работ влияет кусковатость взорванной породы (негабарит) и развал горной массы.

При выборе экскаватора с прямой лопатой максимальную ширину проходки принимают равной: для рыхления и мягких пород – 1,5 радиуса капания экскаватора на уровне стоянки; для скальных, разрыхленных взрывом – 1,7 радиуса капания. Запас разрыхленной породы на один работающий экскаватор должен быть не менее чем на 10 суток.



Разработка карьера экскаватором с прямой лопатой: 1 – развал взрывной породы; 2 – экскаватор;  $\alpha$  – угол откоса уступа;  $H$  – высота полезной толщи породы;  $h$  – высота уступа

Кроме того, к подготовительным работам относят устройство путей для доставки строительной (буровой) техники и вывозу каменных материалов, установку оборудования по переработке (сортировке) камня при необходимости, обеспечение карьера электроэнергией, постройка складов, мастерских, пунктов обогрева и приёма пищи и пр. Все перечисленные работы относятся к капитальным и производятся в период организации карьера.

Кроме вышеперечисленных работ в процессе работы карьера необходимо систематически проводить эксплуатационные работы, заключающиеся в содержании подъездных дорог и элементов водоотвода. Качественное состояние промышленных дорог позволяет понять производительность транспортной техники до 20 %, кроме того сокращает затраты на ремонт техники и как следствие увеличивает производительность карьера в целом.



1 и 2 Грунтовые дороги промышленных карьеров.  
3 Ленточный транспортёр от карьера до станции переработки

## Рекультивация карьеров

Рекультивация для каждого карьера решается с учетом геологических, гидрогеологических и экономических факторов разрабатываемых месторождений, почвенно-климатических зон и ландшафта местности.

Рекультивация земель производится в соответствии с основными положениями по восстановлению земель, нарушенных при разработке месторождений полезных ископаемых.

Целью рекультивации является приведение земель в состояние, пригодное для использования в народном хозяйстве.

Рекультивация предусматривает сдачу земель пользователям для последующей биологической рекультивации и должна предусматриваться при проектировании и в процессе эксплуатации не позднее чем через год после окончания разработки месторождения.

Рекультивацию нарушенных земель в зависимости от дальнейшего применения необходимо осуществлять по следующим правилам:

- сельскохозяйственное – отвод земель под пашню, луга, пастбища, многолетние насаждения;
- водохозяйственное – устройство водоемов различного назначения;
- лесохозяйственное – лесонасаждения;
- рекреационное – устройство парков, бассейнов, пляжей;
- архитектурно-планировочное – посадки, посев луговых трав.

Рекультивацию следует проводить в два этапа:

I этап – горнотехнический;

II этап – биологический.

Состав горнотехнической рекультивации земель включает: снятие плодородного слоя почвы, хранение во временных отвалах площадей, отведенных под горные работы и отвалы вскрышных пород, планировку отвалов с целью образования удобных для реконструкции местности, и строительства подъездных дорог, дренирование и другие мелиоративные мероприятия; отсыпку на рекультивированную поверхность плодородного слоя почвы и его планировку; другие инженерно-технические решения.

Биологическая рекультивация включает выполнение следующих работ улучшения плодородия нарушенных земель: полное восстановление первоначального биологического потенциала земель; подготовка земель для возделывания сельскохозяйственных культур; пастбищных угодий и лесонасаждений.



1 – Работы по рекультивации карьера (уполаживание откосов).

2 – Вид карьера после биологической рекультивации.

3 – Использование рекультивированного карьера под водохранилище (пожарный водоём).