

## 2 Вскрытие месторождения и проходка траншей

Необходимо согласно горно-геологических условий выбрать и обосновать способ вскрытия месторождения. Вскрытие карьерного поля является одной из наиболее сложных задач открытой разработки месторождений, от правильного решения которой в значительной степени зависят технико-экономические показатели работы карьера.

Вскрытием называются горные и строительные работы по созданию на карьере комплекса капитальных и временных траншей и съездов, а также других горных выработок и сооружений, обеспечивающих грузотранспортную связь между рабочими горизонтами и приемными пунктами на поверхности.

Рабочими горизонтами в карьере являются рабочие площадки уступов, на которых производится добыча полезных ископаемых или выемка вскрышных пород. Приемными пунктами на поверхности являются обогатительные фабрики, перегрузочные бункера и станции, на которых принимаются полезные ископаемые, выдаваемые из карьера, а также отвалы, в которых размещаются пустые породы.

Горные выработки, используемые для вскрытия (траншеи, съезды, шахтные тоннели и др.) оборудуются средствами транспорта горной массы и тем самым служат для создания системы транспортных коммуникаций в карьере.

На выбор способа вскрытия влияют многие факторы: условия залегания месторождения, рельеф местности, а также место расположения приемных устройств (обогатительной фабрики, отвалов, станций и т.д.) и других поверхностных, сооружений; виды горного и транспортного оборудования, принятого для разработки месторождения; система разработки месторождения; производительность карьера (годовые объемы вскрышных работ и распределение объема вскрыши по годам разработки).

На выбор способа вскрытия значительно влияют принятые для эксплуатации система разработки и вид транспорта, так как от него зависят уклоны капитальных траншей, их длина и форма трассы.

При строительстве карьера вскрытие осуществляется путем проведения горно-капитальных и строительных работ, в процессе выполнения которых удаляется первоначальная вскрыша и создается доступ к полезному ископаемому, проводятся капитальные и разрезные траншеи, создается система транспортных коммуникаций.

Месторождение считается вскрытым, когда закончены горно-капитальные работы и созданы вскрытые запасы полезного ископаемого в объеме, достаточном для начала работ по эксплуатации карьера.

Карьер по мере отработки месторождения изменяет свои размеры и форму. Вследствие этого должны изменяться конструкция и расположение капитальных траншей и съездов с тем, чтобы система транспортных коммуникаций была в каждый момент разработки месторождения не только достаточной для заданных объемов перевозок, безопасной и экономичной, но также обеспечивающей дальнейшее развитие карьера. Поэтому в период эксплуатации карьера работы по вскрытию включают проходку траншей и съездов для вскрытия новых горизонтов и участков карьера, а также реконструкцию действующих вскрывающих выработок и транспортных коммуникаций.

Способ вскрытия - это комплекс вскрывающих горных выработок и сооружений на карьере, характеризуемый их структурой, конструкцией, количеством, пространственным положением, динамичностью.

При правильно выбранном способе вскрытия должны быть минимальны дальность транспортирования пустых пород и руды, срок строительства и объем горно-капитальных работ, а распределение объемов вскрыши по годам разработки должно быть таким, при котором максимальные объемы вскрыши выполняются в более отдаленные периоды.

*Факторы, влияющие на выбор способа вскрытия.* При выборе вскрытия учитывают: рельеф поверхности, элементы залегания месторождения, инженерно-геологические и горнотехнические условия.

*Рельеф поверхности* в районе залегания месторождения оказывает существенное влияние на размещение поверхностных сооружений, расположение вскрывающих выработок и направление транспортных коммуникаций. При выборе транспортных доступов к полезному ископаемому стремятся проводить капитальные траншеи по пониженным участкам поверхности с целью уменьшения объема земляных работ при их проведении. Месторождения нагорного типа обычно вскрывают полутраншеями; внешние отвалы могут быть расположены ниже рабочих горизонтов, что позволяет иметь уклон в сторону отвала. В этом случае работа транспорта будет эффективнее.

*Элементы залегания месторождения*, особенно глубина, угол падения и форма залежи, оказывают решающее влияние на способ вскрытия. Горизонтальные и пологие пласты с неглубоким залеганием обычно вскрывают траншеями, размещаемыми за пределами контура карьера, тогда как наклонные и крутые залежи полезного ископаемого с большой глубиной залегания вскрывают траншеями, располагаемыми по возможности в пределах карьерного поля.

*Инженерно-геологические условия* при выборе способа вскрытия карьерного поля влияют главным образом на местоположение капитальных траншей. Их располагают в наиболее устойчивых породах с наименьшей обводненностью.

*К горнотехническим условиям*, влияющим на вскрытие карьерного поля, относят: принятую систему разработки и ее параметры, объем перевозок и др. При перемещении горных пород из карьера ленточными конвейерами или наклонными канатными подъемниками месторождение вскрывают крутыми траншеями, в то время как при железнодорожном или автомобильном транспорте требуется относительно небольшой уклон траншей.

Имеется два основных варианта расположения вскрывающих выработок: *стационарное* - вскрывающие выработки не меняют своего места расположения за весь период эксплуатации карьера; *нестационарное* - по мере изменения положения горных работ в карьере вскрывающие выработки изменяют свое место расположения.

Во всех случаях способ вскрытия должен обеспечивать безопасность работ, заданную пропускную способность вскрывающих выработок, максимальную экономичность работ.

Вскрытие карьерного поля является одной из наиболее сложных задач открытой разработки месторождений, от правильного решения которой в значительной степени зависят технико-экономические показатели работы карьера. При обосновании способа вскрытия руководствуются следующими соображениями: принятый способ должен обеспечить минимальные затраты на транспортирование вскрыши и полезного ископаемого, минимальный объем горно-капитальных работ и рациональное распределение объемов вскрышных пород за весь срок отработки карьерного поля (максимальный объем вскрышных работ должен выполняться, как правило, в более поздние годы). При сопоставлении нескольких вариантов способов вскрытия: оптимальный вариант определяется минимумом затрат на строительство карьера и на его эксплуатацию в начальный период (в первые 10-15 лет).

Характерной особенностью карьеров, разрабатывающих *горизонтальные и пологие месторождения* (угол падения залежи  $<10^0$ ), является их небольшая глубина и значительные размеры в плане. Во многих случаях такие месторождения разрабатываются с перевалкой всей вскрыши в выработанное пространство, либо только ее части (нижние вскрышные горизонты). Вскрытие таких карьерных полей осуществляется комбинированным способом - бестраншейное вскрытие вскрышных уступов (отрабатываемых с перевалкой) и вскрытие добычных горизонтов с применением капитальных траншей (одной фланговой капитальной траншеей, двумя фланговыми, центральной или сочетанием центральной и фланговыми). При разработке горизонтальных месторождений с перемещением вскрыши на внешние отвалы вскрытие карьерных полей в этом случае может осуществляться системой отдельных, общих и групповых капитальных траншей.

*Вскрытие системой отдельных капитальных траншей внешнего заложения* применяется при незначительной глубине карьеров (2-3 уступа) и целесообразности рассредоточения грузопотоков. Отдельные капитальные траншеи небольшой глубины имеют незначительный объем, а возможность рассредоточения грузопотоков обеспечивает простую организацию работ и высокую производительность карьера.

*Вскрытие системой общих капитальных траншей внешнего заложения* применяется так же при 2-3 вскрываемых уступах и отсутствии необходимости рассредоточения грузопотоков (величина грузооборота небольшая, грузопотоки вскрыши и полезного ископаемого на поверхности совпадают по направлению). Основным преимуществом этого способа по сравнению с предыдущим является несколько меньший объем системы капитальных траншей. Этот способ вскрытия применяется и при большей глубине карьеров (4-8 уступов), однако в этом случае капитальные траншеи имеют внутреннее или смешанное заложение (верхние 2-3 уступа вскрываются траншеями внешнего заложения).

*Вскрытие системой групповых капитальных траншей* применяется при 4-6 уступах. Одна группа траншей обычно обслуживает вскрышные уступы, а вторая - добычные, чем создает рассредоточение вскрышного и добычного грузопотоков.

Вскрытие горизонтальных месторождений в основном осуществляется при фланговом или центральном расположении капитальных траншей. Центральное расположение капитальных траншей в сочетании с фланговым применяется при большой длине карьерного поля, что позволяет разделить карьер на два участка и вести работы в них независимо друг от друга

*Особенностями карьеров, разрабатывающих наклонные и крутые месторождения* глубинного типа, являются значительная конечная глубина (100-150 метров и более), постепенное (по мере развития горных работ) увеличение глубины карьера и числа вскрываемых уступов, непостоянство объемов грузопотоков, перемещение горной массы за контуры карьера (вскрыша перемещается на внешние отвалы, а полезные ископаемые - на склады или на фабрики), наличие скальных и полускальных пород, обеспечивающих высокую устойчивость бортов. Такие месторождения, как правило, вскрываются системой общих или групповых капитальных траншей внутреннего или смешанного заложения, а в отдельных случаях - подземными выработками.

В зависимости от угла падения залежи трасса капитальных траншей (ее внутренняя часть) является стационарной или нестационарной (скользящей). При разработке наклонных залежей с углом падения, близким к значениям угла откоса нерабочего борта карьера, трасса капитальной траншеи обычно закладывается со стороны лежащего бока залежи на нерабочем борту карьера в его конечном положении и является стационарной. В случае разработки крутых залежей (угол падения больше 35°) трасса капитальных траншей (ее внутренняя часть) является скользящей, так как располагается на одном или на двух рабочих бортах карьера. После достижения уступами своего конечного положения участки трассы капитальной траншеи в пределах этих уступов становятся стационарными. Использование скользящих трасс (скользящих съездов) обеспечивает минимальные объемы горно-капитальных работ, однако при этом возникают дополнительные эксплуатационные трудности. На скользящих трассах величина подъема уменьшается на 35% по сравнению с руководящим подъемом. Ширина скользящего съезда устанавливается из условия расположения на нем экскаватора, развала взорванной породы и путей.

*При разработке крутых залежей* обычно применяются тупиковая (при железнодорожном транспорте) и петлевая (при автотранспорте) формы трассы. Спиральную форму трассы целесообразно применять при разработке штокообразных глубоких залежей с малыми размерами и округлой формой в плане. Спиральная форма трассы наиболее целесообразна при автотранспорте. Крутые капитальные траншеи применяются при использовании в карьере конвейерного транспорта, клетевых и скиповых подъемников (особенно для глубоких горизонтов). Они располагаются в наиболее устойчивых породах нерабочих бортов карьера. Форма трассы крутой капитальной

траншеи может быть простой (для скиповых подъемников и ленточных конвейеров) и сложной (для ленточных конвейеров). Если угол откоса борта карьера не превышает угла подъема крутой траншеи» то последняя обычно располагается перпендикулярно к борту карьера.

В практике горного дела применяется большое количество различных вариантов вскрытия месторождений. Способы вскрытия классифицируют по их главным признакам: наличию, положению, количеству, назначению и виду вскрываемых выработок.

## **2.1 Выбор и обоснование способа вскрытия месторождения**

### ***Вскрытие месторождений внешними траншеями.***

Внешними считают траншеи, расположенные за контурами карьера. Внешними траншеями вскрывают горизонтальные или пологие месторождения, расположенные на относительно небольшой глубине, верхние горизонты наклонных и крутых пластов полезных ископаемых, а также месторождения на косогоре.

При вскрытии месторождений *отдельными внешними траншеями* создают доступ к каждому уступу посредством независимой траншеи. Грузопотоки горной породы с каждого уступа полностью рассредоточены и имеют независимый друг от друга выход на поверхность. Эти обстоятельства создают благоприятные условия для организации горных работ на карьере. Однако при большом числе уступов такой способ сложен и характеризуется большим объемом горно-капитальных работ.

Данный способ вскрытия применяют для неглубоких месторождений с горизонтальным или пологим залеганием пластов малой и средней мощности.

Вскрытие месторождений *групповыми внешними траншеями* применяют в карьерах, разрабатывающих месторождения с горизонтальным или пологим залеганием пластов большой мощности. Сущность этого способа вскрытия заключается в том, что группы смежных уступов карьера (группа вскрышных и группа добычных уступов) вскрывают независимыми друг от друга траншеями. Грузопотоки рассредоточены и имеют независимый выход на поверхность. Это позволяет применять различные виды транспорта для верхних и нижних горизонтов карьера. Данный способ по сравнению со вскрытием отдельными траншеями отличается меньшим объемом горно-капитальных работ.

Ступенчатая форма внешних групповых траншей, значительно сокращая их объем, допускает применение их для вскрытия сравнительно глубоких месторождений.

Вскрытие месторождений *общими внешними траншеями* характеризуется вскрытием всех горизонтов одной траншеей. Его применяют для вскрытия горизонтальных, пологих и наклонных пластов значительной мощности, верхних горизонтов крутых пластов, а также при разработке нагорных месторождений.

Внешнее заложение общих траншей применяют при разработке месторождений с пологим и

наклонным залеганием пластов на глубину не более 40-60 м. Траншеи обычно располагают на флангах карьерного поля, реже в центре, разделяя карьерное поле на два крыла. Достоинством таких траншей является создание благоприятных условий для работы транспорта; недостатком - большой объем горных работ при их проведении. Однако при вскрытии нагорных месторождений проведение общих траншей внешнего заложения не требует большого объема горных работ, так как выработки приобретают форму полутраншей.

### ***Вскрытие месторождений внешними парными траншеями.***

При вскрытии *двумя взаимосвязанными фланговыми траншеями* создаются сквозной фронт и поточное движение, благодаря чему возрастает пропускная способность транспортных коммуникаций и улучшается обеспеченность забоя порожняком. Вскрытие парными траншеями обычно применяется при большом числе экскаваторов на уступе и относительно небольшой длине карьера.

**Вскрытие двумя самостоятельными фланговыми траншеями** создающими тупиковый фронт и возвратное движение, обычно применяется в следующих случаях:

- при большой длине карьерного поля, когда для уменьшения дальности транспортирования его необходимо разделить на два крыла. Каждое крыло вскрывается самостоятельными траншеями; когда целесообразно рассредоточить грузопотоки вскрыши и полезного ископаемого по разным направлениям: пустые породы направить через траншею, расположенную вблизи к отвалам, а полезное ископаемое - через другую траншею;
- когда траншеи находятся в эксплуатации попеременно, что вызывается, например, требованиями безопасности при бестранспортной системе разработки и при вывозке полезного ископаемого в автосамосвалах.

**Расположение траншеи на одном фланге карьера** целесообразно:

- при разработке месторождений с небольшими запасами, когда затраты на проходку двух траншей экономически не оправдываются;
- при небольшой производительности карьера, когда в двух траншеях нет необходимости;
- при значительной глубине залегания пласта, когда объем двух траншей получается слишком большим.

**Центральное расположение траншей** также позволяет сократить дальность транспортирования. Однако этот вариант реже применяется в практике, так как при нем затруднено вскрытие нескольких горизонтов. Если при этом фланговом расположении траншей транспортные коммуникации в карьере располагаются на его бортах, то при центральном они должны размещаться в выработанном пространстве, где необходимо для этой цели оставлять целики, ведущие к потерям полезного ископаемого, или строить тоннели в теле отвала

При большой длине карьера применяют вскрытие центральной траншеей в комбинации с фланговыми. Это позволяет разделить карьер на два участка и обеспечивает независимую работу на каждом из них при перевалке породы в выработанное пространство.

На двух флангах располагают обычно отдельные и групповые траншеи, а на одном фланге и в центре - общие траншеи.

**Вскрытие месторождений внутренними траншеями.**

Внутренними называются траншеи, расположенные в пределах конечных контуров карьера. Вскрытие *отдельными внутренними траншеями* характеризуется наличием траншей для вскрытия каждого уступа. Все уступы при этом способе имеют независимую транспортную связь с поверхностью, что позволяет рассредоточить грузопоток массы из карьера, улучшить организацию эксплуатационных работ. Однако при большом числе уступов значительно возрастает объем работ по проведению капитальных траншей.

Вскрытие *групповыми внутренними траншеями* применяют в глубоких карьерах, разрабатывающих месторождения с горизонтальным и пологим залеганием пластов большой мощности. При этом способе отдельные группы уступов карьера вскрывают независимыми друг от друга траншеями, расположенными в разных частях карьерного поля. Обычно одна траншея вскрывает вскрышные уступы, другая - добычные. Грузопоток из карьера разделен на две самостоятельные ветви, что дает возможность применять различные виды транспорта для вскрышных и добычных работ.

Вскрытие групповыми траншеями по сравнению со вскрытием отдельными траншеями отличается меньшим объемом горных работ.

Вскрытие *общими внутренними траншеями* характеризуется тем, что все уступы карьера вскрывают одной общей траншеей. Общие траншеи внутреннего заложения применяют для вскрытия глубоких (глубиной до 400м и более) месторождений с любыми условиями залегания. Внутреннее заложение траншей возможно при достаточной устойчивости бортов.

Форма трасс *общих внутренних траншей может быть простой, тупиковой, петлевой и спиральной.*

### **Вскрытие тупиковыми съездами.**

*Вскрытие тупиковыми съездами* является наиболее распространенным при разработке наклонных и крутых месторождений с большой глубиной залегания. Вскрытие общими внутренними траншеями тупиковой формы применяют при железнодорожном транспорте в различных условиях залегания полезного ископаемого и его широко используют на глубоких карьерах.

Сущность вскрытия общими внутренними траншеями тупиковой формы заключается в следующем. Первоначально с земной поверхности или с определенного горизонта карьера, вскрытого ранее другим способом, проводят наклонную траншею до вскрываемого рабочего горизонта. На этом горизонте устраивают горизонтальную тупиковую площадку. Площадку оборудуют маневровыми путями для разминки груженных и порожних составов и перемены направления их движения. По мере развития работ на данном горизонте с тупиковой площадки первой траншеи проводят (в обратном направлении) новую траншею, вскрывающую следующий горизонт карьера, где снова устраивают тупиковую площадку, в т.д.

При вскрытии тупиковыми траншеями наклонного пласта со значительным простиранием тупиковые площадки устраивают не на каждом рабочем горизонте, а через несколько (3-5), в зависимости от длины карьера. В этом случае уменьшаются число горизонтальных тупиковых площадок и объем маневровых работ при движении поездов, благодаря чему увеличивается пропускная способность траншей.

Грузонапряженность на различных участках съезда неодинакова - она возрастает по мере приближения к поверхности. Для увеличения пропускной способности карьерных железнодорожных путей при вскрытии месторождений общими внутренними траншеями тупиковой трассой применяют различные путевые схемы, позволяющие организовать одновременное выполнение операций по приему и отправлению поездов.

При этом способе наклонные съезды, вскрывающие отдельные горизонты, располагают на одном из бортов карьера во взаимно обратных направлениях. Съезды оканчиваются горизонтальными тупиковыми площадками, которые служат для перемены направления движения поездов и примыкания путей рабочих горизонтов. Чаще всего тупиковые съезды располагают со стороны лежащего бока месторождения, так как это позволяет быстрее начать добычу полезного ископаемого на вскрываемом горизонте, поскольку расстояние от предельного положения борта до лежащего бока меньше, чем до висячего.

Тупиковые съезды могут быть *стационарными и скользящими*. Подготовка нового горизонта состоит в проведении наклонной и разрезной траншей. Проведение наклонной траншеи начинается с горизонтальной площадки верхнего горизонта и заканчивается на нижнем горизонте, разрезная траншея чаще проводится в лежащем боку пласта. Иногда, чтобы быстрее подойти к полезному ископаемому и начать работу на новом горизонте, проводят соединительную диагональную траншею от лежащего бока залежи к висячему. Кроме диагональной проводят разрезные траншеи по породам висячего и лежащего боков, которые позволяют вести параллельно работы по добыче и вскрыше как в висячем, так и в лежащем боку карьера.

Чтобы избежать разубоживания полезного ископаемого пустыми породами, выемку полезного ископаемого иногда ведут от висячего к лежащему боку залежи.

Минимальная длина карьерного поля, при которой возможно применение простых тупиковых съездов, составляет 700-800 м, а при сложных схемах путевого развития- 1500-1900м.

**Достоинства:** вскрытия тупиковыми съездами: возможность вскрытия месторождений с различными условиями залегания; высокая надежность в эксплуатации; при достаточной

ширине карьерного поля возможность одновременного ведения горных работ на многих горизонтах и достижения высокой производственной мощности карьера; возможность размещения капитальных траншей по борту карьера с наиболее устойчивыми породами.

Недостатки: наличие большого числа наклонных траншей, проходка, оборудование и поддержание которых требуют значительных затрат; большие затраты времени на маневры подвижного состава на тупиковых площадках и как следствие уменьшение пропускной и провозной способности траншей.

### ***Вскрытие петлевыми съездами***

При вскрытии месторождений общими внутренними траншеями с *петлевой формой трассы* (петлевые съезды) вместо тупиковых площадок устраивают закругления путей в виде петли, которая позволяет изменять направление движения подвижного состава на угол  $180^\circ$ . Преимущество петлевых съездов заключается в сохранении непрерывности движения поездов при изменении направления их движения.

Петлевые съезды располагают в лежащем боку месторождения стационарно, с предварительным устройством на месте петли искусственной горизонтальной площадки соответствующих размеров. Ширина горизонтальной площадки должна быть не меньше двух радиусов кривых, величина которых зависит от ширины колес и типа подвижного состава. При железнодорожном транспорте нормальной колеи ширина площадки составляет 200-400 м, при автомобильном - 40-60 м. Искусственная горизонтальная площадка может быть создана отсыпкой пород вскрыши, доставленных из породных забоев карьера. При пологих бортах петлевое закругление устраивают в полувыемке - полунасыпи.

Объемы горных работ по сооружению насыпи для устройства транспортной петли пропорциональны ее радиусу в третьей степени и могут достигать при железнодорожном транспорте нескольких миллионов кубических метров, при автомобильном транспорте этот объем невелик. Вскрытие траншеями с петлевыми съездами при железнодорожном транспорте применяют в глубоких карьерах с углом падения пласта или наклона борта карьера до  $30^\circ$ .

Вскрытие общими траншеями петлевой формы широко практикуется при разработке нагорных месторождений по транспортной системе с применением автомобильного транспорта. Съезды устраивают на склоне горы, за контурами карьера

Достоинства способа: высокая пропускная способность траншеи, обусловленная поточностью движения поездов; возможность вскрытия глубоких горизонтов месторождения при сравнительно небольших объемах работ; возможность увеличения глубины карьера без его реконструкции и нарушения нормального режима эксплуатационных работ. Недостатком петлевых съездов является потребность в создании искусственной горизонтальной площадки для размещения железнодорожной или автомобильной петли, объемы работ и стоимость сооружения которой достигают значительной величины.

Способу вскрытия петлевыми съездами следует отдавать предпочтение перед способом вскрытия тупиковыми траншеями только в том случае, если тупиковые съезды не обеспечивают необходимой производительности карьерного транспорта. Петли, соединяющие прямые отрезки трассы, могут иметь форму круговой кривой или серпантина с внешней кривой. На карьерах обычно используются круговые кривые, имеющие меньшую длину (50-90 м), тогда как длина серпантина составляет 120-150 м.

При автомобильном транспорте петлевые съезды широко распространены, они заменяют соответствующие им при железнодорожном транспорте тупиковые съезды. Основным достоинством петлевой трассы является ее хорошая приспособляемость для вписывания в сложный рельеф местности и на бортах сложной формы.

### ***Вскрытие комбинированными траншеями.***

Вскрытие *комбинированными траншеями* наиболее распространено при разработке месторождений, так как перечисленные ранее траншейные способы вскрытия в чистом виде

встречаются редко.

Внешними траншеями вскрывают верхние, а внутренними - нижние горизонты карьера. Эту комбинацию применяют при наличии естественного понижения местности (балки, овраги) для уменьшения объема горно-строительных работ.

Часто встречается вскрытие комбинацией простой и сложной форм трассы траншей и др.

Достоинство вскрытия комбинированными траншеями заключается в использовании отдельных преимуществ различных способов траншейного вскрытия.

Комбинированное вскрытие представляет собой сочетание двух или нескольких способов вскрытия, рассмотренных выше. Применение комбинированных способов позволяет в наибольшее мере учесть конкретные условия залегания и размеры месторождения.

Варианты комбинированного вскрытия месторождений весьма разнообразны. Наиболее распространенными из них являются: вскрытие верхних горизонтов, имеющих наибольший объем пустых пород внешними траншеями, а нижних горизонтов - спиральными, петлевыми или тупиковыми съездами и др.

Часто применяется вскрытие пологого пласта (до 10-12°) верхних горизонтов общей внешней траншеей и следующих горизонтов - наклонной полутраншеей, расположенной непосредственно на породах лежачего бока пласта. На угольных карьерах с относительно неглубоким залеганием горизонтальных или слабонаклонных пластов часто применяют вскрытие вскрышных уступов внешними траншеями, а добычных - скользящими съездами.

Комбинированное вскрытие месторождений внешними траншеями, примыкающими к системе внутренних траншей, широко применяют при разработке месторождений глубинного типа с большой толщиной покрывающих пород. Вскрытие наклонными внешними и внутренними траншеями может быть осуществлено с применением железнодорожного транспорта. Этот вариант комбинированного вскрытия имеет по сравнению с вскрытием только внутренними траншеями следующие преимущества: проходка капитальных траншей, осуществляемая параллельно с форсированным вскрытием и подготовкой к эксплуатации первоочередного участка, позволяет обеспечить переход на основной вид транспорта и постоянные транспортные коммуникации при значительном сокращении срока строительства карьера; внешние капитальные траншеи обычно проходят в направлении обогатительной фабрики или отвала, что позволяет сократить расстояние транспортирования горной массы из карьера до пунктов назначения и за период эксплуатации месторождения получить значительную экономию по транспортным расходам; внешняя траншея позволяет осуществить примыкание путей к горизонтам карьера без дополнительного разноса бортов; трасса внутренних капитальных траншей упрощается и сокращается; при неустойчивых, обводненных покрывающих породах внешнее заложение капитальных траншей наиболее рационально и в большинстве случаев единственно возможно.

### *Образец к 2.1*

*Так как месторождение горизонтальное, глубина карьера 32 метра, размеры карьерного поля - 4800 x 1600 метров, выбираем вскрытие месторождения внешними парными траншеями.*

*Внешними считают траншеи, расположенные за контурами карьера. Внешними траншеями вскрывают горизонтальные или пологие месторождения, расположенные на относительно небольшой глубине, верхние горизонты наклонных и крутых пластов полезных ископаемых, а так же месторождения на косогоре.*

*Вскрытие двумя самостоятельными фланговыми траншеями, создающими тупиковый фронт и возвратное движение, обычно применяется в следующих случаях:*

- при большой длине карьерного поля, когда для уменьшения дальности транспортировки его необходимо разделить на два крыла.*



- Каждое крыло вскрывается самостоятельными траншеями:
- когда целесообразно рассредоточить грузопотоки вскрыши и полезного ископаемого по разным направлениям:
- пустые породы направить через траншею расположенную вблизи к отвалам, а полезное ископаемое - через другую траншею;
- когда траншеи находятся в эксплуатации попеременно, что вызывается, например, требованиями безопасности при бестранспортной системе разработки и при вывозке полезного ископаемого в автосамосвалах.

После выбора способа вскрытия необходимо рассчитать длину трассы капитальных траншей.

## 2.2 Расчет трассы капитальных траншей

*Трассой траншеи* называют линию, определяющую положение оси пути в пространстве. Трасса траншеи характеризуется продольным профилем трассы и планом трассы.

*Продольный профиль трассы* - проекция трассы на вертикальную плоскость.

*План трассы* - проекция трассы на горизонтальную плоскость. Его строят одновременно с установлением продольного профиля трассы в соответствии с размерами карьерного поля, глубиной карьера и элементами профиля.

Форма трассы в плане *простая*, если она имеет одно направление на всем протяжении, и *сложная*, если она состоит из нескольких участков разного направления. В последнем случае отдельные участки трассы соединены между собой петлями, кривыми или тупиками, соответственно с этим траншеи называют *петлевыми, спиральными или тупиковыми*.

Проведение траншеи начинают на поверхности или на предыдущем, ранее вскрытом горизонте и заканчивают на почве вскрываемого уступа. Примыкание капитальных траншей к рабочим горизонтам карьера может быть на руководящем, смягченном подъеме или на горизонтальных площадках.

Схема примыкания капитальных траншей к рабочим горизонтам карьера имеет большое значение, особенно для внутренних траншей.

Траншеи, примыкающие к рабочим горизонтам на *руководящем подъеме*, отличаются наименьшей длиной и объемом. Смягчение встречается лишь в местах укладки стрелочных переводов и на кривых. При таком профиле траншей мощность локомотива должна быть больше, так как трогание поезда может происходить и на руководящем подъеме.

Примыкание траншеи на *смягченном подъеме* обеспечивает трогание груженого поезда, грузоподъемность которого рассчитана из условия равномерного движения на руководящем подъеме.

Длина участка смягченного подъема  $l$  равна 150-250 м и складывается из длины стрелочного перевода и длины поезда с запасом на точность его установки.

Примыкание капитальной траншеи *на площадке* встречается в неглубоких карьерах. Площадки можно использовать для устройства разъездов и для укладки стрелочных переводов. Такое примыкание путей упрощает проведение траншей, но удлиняет трассу, что при глубоких карьерах значительно увеличивает объем строительных работ.

Величина руководящего подъема оказывает значительное влияние на использование горного и транспортного оборудования. При расчете руководящего подъема и весовой нормы поезда исходят из того, что капитальная траншея, являющаяся составной частью ограничивающего перегона, должна обеспечивать перевозку установленного количества грузов. Протяженность ограничивающего перегона обычно складывается из участка пути на поверхности от середины станции до устья капитальной траншеи, длины капитальной траншеи и участка пути от траншеи до забоя.

Трасса в профиле состоит из элементов: подъемов (уклонов), горизонтальных участков, радиусов сопряжения наклонных и горизонтальных участков, пунктов

примыкания транспортных коммуникаций с рабочими горизонтами карьера; в плане - из прямых участков, радиусов закругления, тупиков при железнодорожном транспорте, петлевых соединений отрезков трассы при автотранспорте.

Наибольший подъем, на котором конкретный вид транспорта в грузовом направлении движется со скоростью, соответствующей установившемуся движению, называют руководящим.

Теоретическая длина трассы системы наклонных траншей определяется глубиной ее заложения, величиной ее уклона и выражается формулой:

$$L_{\delta} = \frac{1000 \cdot H}{i_{\delta}} \cdot m \quad (2.1)$$

где  $H$  - глубина карьера, м;

$i_p$  - руководящий подъем, ‰

При выборе руководящего подъема необходимо руководствоваться указанием «Правил технической эксплуатации для предприятий, разрабатывающих месторождения открытым способом». При выборе руководящего уклона на скользких съездах руководствоваться справочной литературой. Максимально допустимые уклоны капитальных траншей в зависимости от вида транспорта составляют:

- при электротяге 40‰;
- при тяговых агрегатах 60‰;
- тепловозы 30‰;
- при автотранспорте 60-120‰;
- при конвейерном транспорте 16-18° (до 45°).

Действительная длина системы наклонных капитальных траншей определяется

$$L_d = K_{уд} \cdot L_T, \text{ м} \quad (2.2)$$

где  $K_{уд}$  - коэффициент удлинения трассы траншеи

Таблица 2.1 - Коэффициент удлинения трассы при железнодорожном транспорте

Траншеи	Коэффициент удлинения трассы
Внешние	1.1-1.2
Внутренние с примыканием к рабочим горизонтам:	
на руководящем подъеме	1.1-1.25
на смягченном подъеме	1.2-1.35
на горизонтальных площадках	1.4-1.6

Таблица 2.2 - Коэффициент удлинения трассы при автомобильных дорогах с односторонним примыканием на площадке уступа

Автодорога	Коэффициент удлинения трассы на уклоне автодороги, ‰			
	40	60	80	120
Простой съезд	1.05	1.1	1.15	1.2
Петлевой съезд с внутренней круговой кривой	1.1	1.15	1.25	1.4
Петлевой съезд с внешней круговой кривой (серпантин)	1.3	1.5	1.8	2.3

Далее необходимо определить длину траншеи.

а) Длину разрезной траншеи чаще принимают равной размеру карьера по простиранию пласта  $L_{TR} = L$ , м (2.3)

б) Длина капитальной траншеи по вскрыше

$$L_{TP} = \frac{1000 \cdot H_T}{i_p} * K_{уд, м} \quad (2.4)$$

где  $H_T$ - глубина траншеи, чаще принимается по мощности вскрыши (наносов), м  
в) Длина съезда:

$$L_C = \frac{1000 \cdot H_T}{i_p} * K_{уд, м} \quad (2.5)$$

где  $H_T$ - глубина траншеи, м