

1.1. КАРЬЕР КАК ОБЪЕКТ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Как объект проектирования карьер представляет собой сложную техническую систему с развитой иерархической структурой, большим числом элементов и внутренних связей. В составе любого карьера можно выделить ряд функциональных подсистем, определяющих в совокупности его характеристики. Это подсистемы подготовки горных пород к выемке, выемки и погрузки, транспортирования, отвалообразования, переработки полезного ископаемого, энергоснабжения, материального обеспечения и т.д. Каждая из таких подсистем, в свою очередь, может состоять из простых и сложных систем и отдельных элементов. Представление карьера в виде подсистем, удобное для изучения и анализа, вовсе не означает, что они автономны. Напротив, все подсистемы (системы) карьера взаимосвязаны и взаимообусловлены.

С другой стороны, карьер сам по себе — это технический объект, бесполезный вне действия, вне производства. И только как элемент более сложной системы, включающей в себя потребителей продукции, технические средства производства, персонал, карьер способен выполнять определенные задачи. Следовательно, карьер является подсистемой сложной системы более высокого иерархического уровня — природно-технологического комплекса, представляющего собой органичное сочетание людских и материальных ресурсов и действиями которого вырабатывается определенный полезный для общества эффект при добыче и переработке минерального сырья.

Главная задача проектирования нового или реконструкции действующего карьера состоит в определении рациональных значений ряда технических и экономических параметров, описывающих его создание и функционирование. Среди них: запасы и качество полезных ископаемых, вовлекаемых в разработку, границы и глубина карьера, производительность, календарный план разработки, вскрытие, система и технология разработки, средства механизации, объем горно-капитальных работ, срок строительства, размер капитальных вложений, себестоимость продукции, производительность труда, прибыль, рентабельность, фондоотдача, чис-

тый дисконтированный доход, индекс доходности, внутренняя норма доходности, срок окупаемости, экологические характеристики. Очевидно, что решение этой основной задачи требует решения ряда составляющих ее задач. Их условно можно расположить по ряду иерархических уровней: глобальному, общественным групп, систем, объектов (предприятий), подсистем объектов.

Выделим прежде всего **уровень предприятия (объекта)**. Целью проектирования на этом уровне является определение ряда параметров, которые характеризуют карьер именно как объект. К ним относятся запасы полезного ископаемого, кондиции, производительность и границы карьера, режим горных работ, вскрытие, система разработки, технология и механизация работ, технология обогащения полезных ископаемых, оказываемое воздействие на окружающую среду, экономические показатели, характеризующие деятельность предприятия, а также другие показатели.

Более низкий уровень — **уровень подсистем объектов**. На нем осуществляют детализацию решений, принятых на предыдущем уровне: выполняют расчет технологических процессов и схем, их взаимную увязку, рассчитывают параметры трасс и транспортных коммуникаций, элементы системы разработки, конструируют рабочие площадки, выбирают модели оборудования и количественную комплектацию парка машин, определяют экономические показатели, характеризующие эффективность решений на этом уровне.

Выше уровня объектов выделим следующие: уровень систем, уровень общественных групп и глобальный уровень.

На **уровне систем** предполагается установление и учет связей и отношений между системами, т.е. между данным горным предприятием и другими горными предприятиями, добывающими аналогичные полезные ископаемые, потребителями продукции, а также с транспортной, энергетической, экономической, машиностроительной и другими системами, социальной и природной окружающей средой. Решение вопросов на уровне систем по сравнению с уровнем объектов и компонентов существенно сложнее, что связано с необходимостью увязки технических, экономических, организационных и других видов решений за пределами структуры горного предприятия в рамках взаимодействия с другими объектами и системами.

На **уровне общественных групп** выявляют региональные и социальные требования, а также требования различных групп граждан, общественных объединений к развитию социально-бытовой инфраструктуры, размещению объектов предприятия, его технико-экономическим, экологическим и другим характеристикам, оценивают их правомерность, возможность и пути реализации в принимаемых проектных решениях.

На самом высоком из иерархических уровней — **глобальном** — должны рассматриваться взаимосвязи горного предприятия в межгосударственном, мировом масштабе, а также устанавливаться его допустимое влияние на природу и человечество исходя из требований мирового сообщества в технической, экологической, экономической, правовой, социальной и других областях.

вить следующим образом. От некоторого объективно существующего положения или положения, достигнутого на предыдущем этапе проектирования, вычерчивают последовательные варианты решений, элементы которых рассчитывают аналитически. Все это делают с учетом единого образа объекта, представляемого в воображении проектировщика. Основным критерием для оценки различных вариантов служит достижение определенных результирующих показателей проекта.

Далее отыскивают пути достижения этих обобщающих показателей. Чертежный метод проектирования позволяет прорабатывать существенно отличающиеся варианты объекта проектирования. Следовательно, чертеж можно рассматривать как достаточно просто видоизменяемую модель. Благодаря тому, что она легко поддается пониманию и изменению и способна хранить промежуточные решения, существует возможность анализировать задачи значительной сложности.

При увязке объекта с внешними условиями чертеж становится бесполезным и основное значение приобретает опыт, воображение проектировщика и в меньшей степени ориентировка на расчет и оптимизацию тех параметров, которые признаются наиболее важными.

Проанализируем теперь проблемы, возникающие при проведении проектных работ, начиная с уровня систем и выше и на уровне объектов и компонентов. Как было показано ранее, чертежный метод не может служить основным инструментом проектирования и практически непригоден при работе уже на уровне систем, когда при разработке объекта и составляющих его компонентов локальный, частный подход к решению проектных задач должен уступить место более широкому — системному подходу, т.е. полному учету связей проектируемого объекта с другими объектами и системами. Проектирование, начиная с уровня систем, существенно сложнее, что вызвано необходимостью:

- определения круга объектов и систем, связанных с проектируемым карьером, учета и оценки их взаимного влияния;
- разработки выбора и обоснования критериев оценки технических решений, принимаемых на различных иерархических уровнях, влияния этих решений друг на друга и на окончательные решения по карьере;
- разработки принципов согласования начальных условий проектирования и принимаемых решений и т.д.

Пониманию и решению перечисленных задач способствует раскрытие процесса инженерного проектирования, целью которого являются разработка и создание новых, ранее не существовавших объектов, процессов или систем. Хотя эта цель может быть достигнута на основе использования известных элементов или принципов, всегда требуется творческий поиск такого сочетания этих элементов и процессов новым, оригинальным способом, который бы приводил к достижению новых качественных либо количественных результатов.

Принятие того, что проектирование — процесс, являющийся началом изменений в существующих системах, означает расширение его содержания и включения в него всех этапов создания объекта, в том числе выполнение расчетов и разработку чертежей.

Создание чертежей в определенном масштабе на основе выполняемых расчетов есть не что иное, как метод проектирования. Его характерная черта состоит в том, что в нем поиск решений отделен от производства и выбор наилучшего варианта осуществляется не на самом объекте. Это значит, что творческая составляющая, связанная с разработкой и созданием нового объекта, не лежит в производственной сфере, а является областью профессиональной деятельности проектировщиков. Сведение геометрических размеров в чертеж дает проектировщику достаточно большое поле представлений. Чертеж позволяет прорабатывать различные варианты проектируемого объекта, вносить любые изменения, оценивать влияние любого из них на весь проект. Достижению тонкого равновесия отдельных составляющих, закрепляемого в окончательном варианте проекта, сопутствует весьма трудоемкая переработка проектных решений, вызванных отдельными изменениями. Это заставляет в поисках новых решений работать только над одним проектом, отодвигая на второй план разработку и сопоставление между собой несколько различных вариантов. Схематично чертежный метод проектирования можно предста-

Проектирование карьера предполагает решение ряда взаимосвязанных задач: установление производительности и границ карьера, режима горных работ, грузопотоков, производительности и парка оборудования и т.д. Очевидно, что эти задачи должны быть решены в некоторой последовательности. При этом области, которые затрагиваются решением каждой задачи, до конца не определены. Логично исследовать их в какой-либо очередности, т.е. по определенному маршруту, а не вслепую шаг за шагом. Этот маршрут не существует до момента поиска и поэтому проектировщик создает его до начала исследования или в процессе исследования в зависимости от имеющейся информации.

Последовательность разработки разделов проекта (решения задач) будем называть **общей схемой разработки проекта (общей стратегией проектирования)**, а последовательность действий при решении каждой задачи — **частной стратегией проектирования**. В общем виде **стратегия проектирования** — это определенная последовательность действий, выбираемая при проектировании, для преобразования исходного задания в готовый проект (решение).

Стратегии проектирования являются инструментом для фиксирования как самого маршрута, так и для контроля за ходом продвижения по нему. Цель фиксирования маршрута состоит в том, чтобы возможно полнее использовать каждый источник дополнительной информации для прокладывания маршрута. Это особенно важно в связи с тем, что область, в которой действует проектировщик, не определена и существует лишь в его воображении; она изменяется в зависимости от тех допущений, которые он делает, а также в зависимости от наличия возможностей, необходимых для реализации его предложений.

Этот процесс в определенной степени совершается интуитивно, но, без сомнения, он основан на научных знаниях.

Дальнейшее изложение будет построено с использованием единого термина — «стратегия проектирования». Высказываемые положения могут без труда адаптироваться к конкретным случаям построения общих и частных стратегий проектирования.

Решение о том, какие действия должны быть включены в стратегию проектирования, может быть принято с самого начала или может меняться в зависимости от результатов, полученных после выполнения предыдущих действий. Содержание каждого действия проектировщика определяет сам проектировщик: некоторые действия могут быть основаны на новых методах, другие — базироваться на традиционных приемах, таких как изготовление эскизов, чертежей, третьи — могут представлять собой новые процедуры, изобретенные проектировщиком.

Целесообразно классифицировать стратегии проектирования по двум показателям: степень заданности, схема поиска.

В процессе проектирования должна быть доказана техническая возможность, экономическая эффективность, промышленная и экологическая безопасность сооружения нового или реконструируемого карьера, определены его главные параметры, характеризующие карьер как промышленный объект, детально разработаны технологические схемы и процессы производства работ в период строительства (реконструкции) и эксплуатации, а также выработаны технические и организационные решения, обеспечивающие работу карьера с запроектированными техническими характеристиками.

Проектирование карьера весьма условно можно разделить на ряд стадий (этапов), в определенном смысле отражающих технологию этого процесса. Подчеркнем при этом, что эти стадии неразрывно связаны и только в комплексе они представляют процесс проектирования как единое целое. Рассмотрим более подробно стадии проектирования и определим задачи, решаемые на каждой из них.

Работы, выполняемые при проектировании, включают в себя две последовательные стадии:

- разработку комплексных предпроектных технико-экономических обоснований (предпроектная стадия);
- разработку собственно проекта горного предприятия (стадия разработки проекта).

На первой стадии должна быть выполнена сравнительная комплексная геолого-экономическая оценка, определяющая техническую возможность и целесообразность разработки данного месторождения, а также доказана целесообразность инвестирования средств в создание горного предприятия на данном месторождении.

Эту стадию проектирования оформляют в виде документа «Технико-экономическое обоснование проекта» (ТЭО).

На стадии ТЭО разрабатывают наиболее общие, исходные положения для последующей более детальной проработки проекта, касающиеся целесообразности его осуществления в целом. Для этого:

- определяют конкретные цели осуществления проекта;

- разрабатывают прогноз «внешних условий» его реализации;
- разрабатывают технико-экономическое обоснование кондиций, т.е. совокупность требований к качеству и количеству полезных ископаемых, горно-техническим и иным условиям разработки (см. подразд. 4.2.2);
- разрабатывают ТЭО инвестиций (см. подразд. 4.1);
- выявляют возможные ограничения и пути их преодоления;
- разрабатывают возможные варианты проектных решений;
- дают оценку их сравнительной экономической эффективности;
- оценивают социальные и экологические последствия осуществления проекта;
- дают суммарную, комплексную его оценку;
- оценивают присущую проекту степень инвестиционного риска и надежность полученных оценок.

Конкретные значения прогнозных показателей на стадии ТЭО не могут быть определены абсолютно достоверно. Так, любые прогнозы изменения окружения на длительную перспективу не вполне надежны и практически их нельзя спрогнозировать однозначно. Таким образом, целесообразно проанализировать наиболее вероятные их значения и факторы, вызывающие наибольшее колебание оценок. Такого рода расчетам на стадии ТЭО должно быть уделено значительное внимание. В конечном итоге именно они дают возможность наиболее осмотрительно сориентировать проект на будущее. С этой целью разработки на стадии ТЭО проводят применительно не к одной, а к нескольким наиболее вероятным гипотезам развития окружения. Так, например, могут быть отдельно рассмотрены ситуации, которые характеризуются разными уровнями потребностей в данной продукции, появлением новых либо неподтверждением ожидавшихся источников удовлетворения этих потребностей, ограниченностью финансовых, материально-энергетических и трудовых ресурсов, изменениями цен мирового рынка, разной степенью жесткости социальных и экологических требований и т.д.

Каждой отдельной гипотезе о развитии внешних условий может с той или иной эффективностью отвечать целая группа альтернативных вариантов проекта. Они могут отличаться объемами производства, номенклатурой выпускаемой продукции, технико-технологическими решениями, организационно-управленческими формами, объемом мер социально-экологического характера, продолжительностью реализации проекта и т.д. Наибольшее внимание необходимо уделять поискам нетрадиционных — «прорывных» — вариантов.

Следует подчеркнуть, что принимаемые в ТЭО решения имеют принципиальный — стратегический — характер. Они определяют общий облик и динамику развития объекта проектирования в целом, а также выбор техники и технологии. Эти решения вырабатываются по укрупненным показателям и должны охватывать все аспекты функционирования объекта.

Выработку вариантов проекта осуществляют на основе результатов геологоразведочных работ, исследования конъюнктуры рынка соответствующей продукции, анализа региональных особенностей района мес-

торождения, работы и перспектив развития близкопрофильных горных предприятий, возможного взаимодействия нового объекта с существующими смежными системами. При этом выполняют системотехнические исследования, многовариантные расчеты и оптимизацию основных технико-экономических показателей.

Все варианты проекта оценивают по ряду экономических, социальных, экологических, технико-технологических, а нередко и международных аспектов. Наиболее удачный вариант проектных решений принимают к осуществлению и утверждают в виде Технического задания на разработку проекта (ТЗ).

Техническое задание разрабатывают совместно с заказчиком исходя из его интересов и возможностей. ТЗ является одним из основных исходных документов для осуществления проектирования, обязательным для всех организаций, которые принимают участие в проектировании данного объекта. Показатели разработки месторождения, устанавливаемые техническим заданием, не должны выходить за пределы условий заказчика и в то же время полностью соответствовать действующим нормативным документам и правилам. В ТЗ наряду с другими приводят следующие сведения:

- основание для проектирования;
- стадийность проектирования;
- сведения о потребителях продукции и их требования к качеству, ритмичности и надежности поставок;
- сроки строительства и очередности ввода объектов в эксплуатацию;
- режим работы предприятия;
- допустимые экономические, коммерческие, финансовые и другие показатели проекта;
- основные источники снабжения энергией, водой, топливом и др.;
- сведения о возможной и желательной хозяйственной кооперации.

Стадия разработки проекта также условно может быть разделена на два этапа:

- проектирование карьера как объекта горно-добывающего комплекса;
- проектирование технологических схем и процессов производства горных работ и вспомогательных систем карьера.

Цель этапа — **проектирование карьера как объекта горно-добывающего комплекса** заключается в конкретизации общей схемы разработки месторождения и формировании наивыгоднейшей динамики развития рабочей зоны карьера, а также соответствующих этой динамике показателей (глубины, контуров, производительности карьера, режима горных работ, календарного плана, вскрытия, системы разработки, грузопотоков, скоростей перемещения фронтов уступов, темпа углубления и т.д.) и принципиальных технологических решений (технологии разработки, типов оборудования по отдельным производственным процессам,

общих схем транспортных коммуникаций и т.д.), для того чтобы обеспечить выполнение требований ТЗ либо обосновать необходимость их корректирования.

Решения, принимаемые на этом этапе, формируют на основе анализа ТЗ, теории и практики открытых горных работ, идей руководителя проекта, опыта проектной организации.

Это этап синтеза облика карьера и определения его основных технических характеристик, в процессе которого связывают воедино различные аспекты проектирования карьера, касающиеся исследования его общих характеристик и отдельных звеньев.

При выработке предложений на этой стадии также достаточно сложно точно прогнозировать будущие ситуации, что значительно затрудняет оценку приемлемости предлагаемых решений. Акцент здесь должен быть сделан на широкий охват проблемы, поиск и использование всей возможной информации, интуицию, знание фундаментальных научных положений и профессиональных решений, здравый смысл.

Следующий этап — **проектирование технологических схем и процессов производства горных работ и вспомогательных систем карьера**. На этом этапе определяют способы технической реализации (достижения) общих показателей, найденных на предыдущем этапе, и формируют конкретные технологические решения. Здесь разрабатывают схемы отработки уступов с необходимой интенсивностью, транспортного обеспечения, определяют элементы системы разработки, выбирают модели оборудования, рассчитывают основные схемы и параметры его работы, рациональные зоны и этапы действия различных технологических схем и отдельных машин, обосновывают выбор и рассчитывают показатели вспомогательных систем (электрообеспечение, водоотлив и т.д.).

На этой стадии проектирования степень неопределенности несравненно меньше. Здесь выработка решений должна осуществляться на базе соответствующих теоретических положений и аналитических зависимостей расчета параметров процессов и технологий. На основании этой работы может возникнуть необходимость внесения изменений в ранее определенные общие показатели.

Итог этого этапа — информация об уточненных характеристиках карьера как предприятия, а также об основных технологических решениях.

На этом же этапе выпускают техническую документацию, необходимую для строительства (реконструкции) и эксплуатации карьера. Информация, полученная на этом этапе, позволяет уточнить данные о проекте и внести соответствующие коррективы в решения, принятые на предыдущих этапах.

Приведенная схема показывает, что проектирование — сложный, многоэтапный процесс. Существенным является то, что этот процесс итерационный, причем итерации осуществляются не только между отдельными этапами проектирования, но и внутри каждого из них. Укрупненная схема процесса разработки проекта карьера представлена на рис. 1.5.

Экономические показатели используют, для того чтобы характеризовать эффективность производственных, коммерческих и инвестиционных решений. Эффективность — понятие многогранное, поэтому в хозяйственной деятельности горных предприятий используют систему понятий и показателей, каждый из которых характеризует одну из сторон производственного процесса и по-своему необходим для принятия всесторонне обоснованных решений. Важнейшие из этих понятий следующие: природный и производственный потенциалы, продукция, производительность труда и трудоемкость, фондоотдача и фондоемкость, себестоимость продукции, прибыль и рентабельность.

ПРИРОДНЫЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ПОТЕНЦИАЛЫ

Понятие «потенциал» означает совокупность имеющихся средств, обеспечивающих деятельность предприятия. В отраслях минерально-сырьевого профиля выделяют два слагаемых этого понятия — природный и производственный потенциалы.

Природный потенциал — совокупность природных минеральных ресурсов, пригодных для эффективного использования человеком. Количественно он характеризуется объемом минеральных ресурсов (МР), а с качественной стороны — степенью информированности о МР и уровнем их экономической значимости.

Производственный потенциал характеризует систему накопления ресурсов, совместно обеспечивающих выпуск определенных объемов продукции. Он включает в себя мощностную и трудоресурсную составляющие. Его количественные характеристики — показатели производственной мощности, вложенного капитала, стоимости созданных производственных фондов и численности персонала. Качественной характеристикой производственного потенциала является его соответствие современному научно-техническому уровню.

Наличие соответствующего потенциала предприятия — основа его производственной деятельности. Полнота и эффективность использования имеющегося у предприятия потенциала определяет результат этой деятельности.

В процессе проектирования количественно определяют потенциал предприятия, а также разрабатывают меры по его поддержанию и раз-

виту (воспроизводству). В процессе строительства предприятия создают потенциал, а в процессе эксплуатации его используют, поддерживают и развивают.

Эффективное использование имеющегося потенциала означает более полное и комплексное извлечение полезных ископаемых месторождения, повышение капиталотдачи и производительности труда. Это достигается поддержанием баланса и пропорциональности всех взаимодействующих ресурсов.

Такое соответствие необходимо соблюдать и в количественном, и в качественном отношении. Так, звенья механизации нужно комплектовать рекомендованными сочетаниями взаимодействующих машин, соответствующих друг другу по производительности, геометрическим параметрам и находящимся на одном передовом техническом уровне. Разные количественные или качественные характеристики отдельных элементов потенциала, заложенные в проектные решения, неизбежно приведут к его недоиспользованию в целом в процессе эксплуатации.

Основная задача управления потенциалом в динамике сводится к своевременному и эффективному его воспроизводству. В процессе функционирования потенциал изнашивается физически, устаревает морально, выбывает и требует обновления. Так, при эксплуатации карьера отрабатывают вскрытые запасы минеральных ресурсов месторождения. Мощностной потенциал карьера падает по мере отработки запасов отдельных горизонтов. Для его воспроизводства выполняют вскрышные работы и вскрытие новых горизонтов. Воспроизводство изношенного и устаревшего оборудования осуществляют посредством его ремонта и замены. По исчерпанию запасов одних месторождений прекращают работу разрабатывающие их горные предприятия, а поддержание необходимого уровня добычи определенных полезных ископаемых осуществляют за счет создания новых горных предприятий на других месторождениях. Эти замены производят, как правило, с сохранением или приростом объемов производства (простое и расширенное воспроизводство потенциала). Простое воспроизводство обеспечивается путем ремонта или замены изношенных объектов новыми. Расширенное воспроизводство потенциала может происходить посредством простого расширения ресурсов старого типа или их заменой на новой, технически более совершенной основе.

ПРОДУКЦИЯ

Понятие «продукция» в отраслях минерально-сырьевого комплекса (МСК) имеет своеобразную специфику. Материальная ее основа в готовом виде создана природой, поэтому само понятие «продукция» здесь несколько условно. Ведь в процессе геолого-разведочных работ месторождения не создают, а лишь открывают, описывают и оценивают. В ходе разработки месторождения минеральные ресурсы перемещают из

мест их залегания в недрах к пунктам отгрузки потребителям, при этом стремятся улучшить природные качества МР и довести их до уровня требуемых конечных кондиций. Каждый из этих процессов происходит с последовательным отбором лучшей части МР.

Продукция отдельных процессов цикла промышленного освоения МР является промежуточной по отношению к конечной продукции МСК. Функции отдельных процессов и их «вклад» в формирование конечной продукции цикла различны.

Содержание понятия «продукция отраслей МСК» существенно изменяется от начальных этапов освоения запасов минерального сырья к последующим. Функция поисковых работ — отыскание залежей (концентраций) полезных ископаемых. Их «продукцией» являются обнаруженные МР. Функция геолого-разведочных работ — уточнение и описание МР, а на этой базе — отбор эффективной части запасов. «Продукцией» этих работ является перевод МР в более высокие классы надежности, разведанности и эффективности, т.е. повышение степени их готовности к дальнейшему промышленному освоению. Этап строительства горного предприятия имеет целью создание производственного мощностного потенциала и инфраструктуры. Продукция этого этапа — введенные мощности. Функцией построенного, действующего карьера является извлечение запасов из недр. Соответственно, их продукция характеризуется количеством и качеством добытого сырья, которое может быть представлено исходным сырьем (т.е. рудой в массиве), сырой рудой (т.е. рудой, подаваемой на обогатительную фабрику), концентратом (т.е. продуктом обогащения сырой руды), конечным продуктом, получаемым в результате обработки концентрата (в черной металлургии — агломерат, окатыши), и т.д. Функция обогащения и переработки состоит в повышении качества добытого сырья, их продукция — полученные продукты переработки.

ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ТРУДА И ТРУДОЕМКОСТЬ

Производительность труда — один из важных показателей эффективности производства. Он непосредственно отражает степень «отдачи» труда, вложенного в производство продукта.

Само понятие «вложенный труд» можно трактовать по-разному. Применяемый на практике и в официальной статистике показатель производительности труда существенно отличается от теоретического. Это отличие заключается в том, что при расчете теоретического показателя производительности общественного труда результат общественного производства сопоставляют с полными затратами труда обществом, которые складываются из: затрат живого труда $ЖТ$ на данном предприятии; предшествовавших затрат труда, ранее осуществленных на предприятиях, поставляющих карьеру материалы, энергию, оборудование и пр., они могут быть представлены либо как затраты труда прошлого, овеществленного, либо как затраты живого труда, но только осуществленного на других предприятиях и раньше по времени. По отношению к рассматриваемому предприятию они выглядят как затраты труда овеществленного, а не живого.

На практике под производительностью труда понимают производительность именно живого труда («выработка»). Такая трактовка отличается от рассмотренной тем, что в состав учитываемых затрат включают только живой труд работников непосредственно рассматриваемого предприятия:

$$ПТ = Q/ЖТ.$$

Выпуск продукции Q (валовой, товарной и реализованной) выражают в натуральных показателях (т, м³, м и т.п.) или денежных единицах измерения.

Затраты живого труда $ЖТ$ исчисляют в отработанных человеко-сменах или человеко-часах; в этом случае речь идет о сменной или часовой производительности труда. Часто рассчитывают среднемесячную производительность труда посредством деления месячных объемов добычи предприятия на среднесписочную численность персонала предприятия в данном месяце. Любой из этих показателей можно рассчитать по каждому отдельному работнику предприятия, в среднем по группе работников определенной профессии, по всем работникам участка, предприятия в целом либо по группе предприятий объединения или по отрасли.

Среднемесячная производительность труда рабочего по добыче угля на угольных шахтах не превышает 50 т/чел., а на разрезах — значительно выше — 175 т/чел.

Примененные термины «валовая» и «товарная продукция» трактуются следующим образом.

Валовая продукция — показатель, характеризующий, как правило, в денежном выражении общий объем произведенной продукции отдельными предприятиями, объединениями и отраслями.

В стоимость валовой продукции горных предприятий, производимой за определенный календарный период, включают:

- стоимость готовой продукции, отвечающей установленным техническим условиям, стандартам и произведенной за рассматриваемый период времени в основных, вспомогательных и других участках и цехах предприятия;
- стоимость полуфабрикатов собственного изготовления;
- стоимость услуг промышленного характера;
- изменение стоимости остатков незавершенного производства.

Объем валовой продукции

$$Q_v = Q_{в.т} C_c + Q_{п.ф} + Y \pm \Delta Q_{н.п},$$

где $Q_{в.т}$ — объем добычи полезного ископаемого в единицу времени, т;
 C_c — сопоставимая цена 1 т конкретного полезного ископаемого, руб.;
 $Q_{п.ф}$ — стоимость произведенных полуфабрикатов в единицу времени, руб.;
 Y — стоимость услуг в единицу времени, руб.; $\Delta Q_{н.п}$ — изменение стоимости остатков незавершенного производства (при увеличении — со знаком плюс, при уменьшении — со знаком минус) в единицу времени, руб.

По показателю валовой продукции можно сопоставить уровни выпуска продукции за различные календарные периоды и определить тенденции изменения объема производства.

Товарная продукция — это продукция, отвечающая требованиям технических условий и стандартов, полученная в результате производственной деятельности предприятия и предназначенная для реализации потребителям. Она включает в себя стоимость готовой продукции, произведенной предприятием за определенный период, за исключением стоимости продукции, потребленной предприятием на производственные потребности, и стоимость услуг промышленного характера.

В отличие от валовой товарная продукция не учитывает изменения стоимости остатков незавершенного производства.

ОСНОВНЫЕ ФОНДЫ И ОБОРОТНЫЙ КАПИТАЛ ПРЕДПРИЯТИЯ

Производственные фонды предприятия являются материальным воплощением капитала, вложенного в его создание. Этот капитал направляют на различные цели и вкладывают в разные объекты. Все множество этих целей и объектов разделяют на две большие группы: основные фонды и оборотные средства предприятия. Соответственно используют понятия основного и оборотного капиталов предприятия.

Основные фонды. К таким фондам предприятия относят здания и сооружения, земельные участки, оборудование и прочие объекты с длительным сроком службы, измеряемым годами. Термины «основной капитал» и «основные фонды» в отечественной литературе не имеют принципиальных смысловых отличий. Чаще всего термин «капитал» употребляют при рассмотрении финансовых аспектов проблемы, а понятие «основные фонды» используют при анализе производственной деятельности действующих предприятий.

Основные фонды предприятия подразделяют на две группы — *производственные* и *непроизводственные*. Первые непосредственно связаны с процессами производства продукции. Вторые включают в себя здания и сооружения жилищно-бытового хозяйства предприятия и социально-бытовой инфраструктуры за его пределами.

Земля — один из основных видов недвижимости. Ранее недвижимостью предприятия считались лишь здания и сооружения. Землю, как «общенародную» собственность, предприятия получали в бесплатное и бессрочное пользование. Реально, земля — это, конечно, капитал, а не просто место, где расположено предприятие. Во всем мире земля имеет цену, вовлечена в промышленный оборот и приносит прибыль. Вопрос о правах собственности на землю в российском законодательстве к настоящему времени не решен. Таким образом, предприятия реально могут получать лишь права на хозяйственное распоряжение, пользование и долгосрочную аренду земельных участков под горные отводы. Условием получения земельного участка является обязательство применять на нем только экологически безопасные технологии земле- и недропользования.

Под *первоначальной* подразумевают *фактическую стоимость* строительства или приобретения объекта в ценах того года, когда он был введен в эксплуатацию.

Такая оценка хотя и необходима, но недостаточна, потому что реальная стоимость любого объекта изменяется со временем по причине физического износа, морального снашивания (старения) и вследствие инфляционных явлений. Физическому износу подвержен любой объект основных фондов, будь то машина, здание или горно-капитальная выработка. Реальная стоимость объекта при этом непрерывно снижается.

Способы формирования амортизационных отчислений. На предприятиях горно-добывающих отраслей в настоящее время применяют следующие способы формирования амортизационных отчислений:

- по временным нормам;
- пропорционально интенсивности эксплуатации объекта;
- по потонным ставкам.

Каждый из этих способов используют применительно к определенной группе объектов основных фондов.

Временные нормы амортизации N_a . Нормы данного вида устанавливают в процентах годовых амортизационных отчислений к балансовой стоимости объектов. При расчете норм предполагают, что 1) объект функционирует в течение нормативного срока своей службы; 2) объект изнашивается равномерно по всем годам этого срока и 3) на момент завершения эксплуатации объект еще обладает некоторой остаточной стоимостью, по которой он может быть реализован на рынке. Расчет выполняют по формуле

$$N_a = \frac{\Phi_{\text{ин}} - \Phi_{\text{л}}}{T_{\text{н}} \Phi_{\text{ин}}} 100,$$

где $\Phi_{\text{ин}}$ — первоначальная (балансовая) стоимость объекта, руб.; $\Phi_{\text{л}}$ — остаточная рыночная стоимость объекта на момент его ликвидации за вычетом расходов по самой ликвидации, руб.; $T_{\text{н}}$ — нормативный срок службы объекта, годы.

Разработку временных норм амортизации и нормативных сроков службы ранее осуществляли централизованно и оформляли в виде Сборников норм амортизации.

Расчеты амортизационных отчислений выполняли по ним ежемесячно по каждому объекту. Полученные результаты суммировали по всем объектам основных фондов предприятия.

В зарубежной практике широко применяют методы ускоренного начисления амортизации. Идея этих методов заключается в том, что размеры амортизационных отчислений в первые годы эксплуатации объекта принимают большими, а далее происходит их последовательное снижение. Данные методы лишь частично связаны с закономерностями физического износа объектов. Основная их цель — уменьшить размер «недобора» амортизационных отчислений в случае, если из-за каких-то причин объект выбывает раньше, чем предполагали.

Западные фирмы отдают предпочтение методам ускоренного начисления амортизации в связи с тем, что часть денежных поступлений предприятия переводят из статьи «прибыль» в статью «амортизационные отчисления», не облагаемые налогом.

ФОНДООТДАЧА И ФОНДОЕМКОСТЬ

Фондоотдача и фондоемкость являются главными характеристиками использования основных производственных фондов предприятия.

Фондоотдача характеризует количество продукции, выпускаемой на 1 рубль стоимости основных производственных фондов предприятия:

$$FO = Q/\Phi_{\text{осн}},$$

где Q — годовой объем выпускаемой продукции, руб. или натуральные единицы ее измерения; $\Phi_{\text{осн}}$ — среднегодовая стоимость основных производственных фондов предприятия, руб.

Обратный по отношению к фондоотдаче показатель именуется **фондоемкостью**. Он отражает величину основных производственных фондов, заделживаемых на выпуск каждой единицы продукции. Фондоемкость рассчитывают по формуле

$$FE = 1/FO = \Phi_{\text{осн}}/Q.$$

Нетрудно видеть, что фондоотдача и производительность труда (фондоемкость и трудоемкость) в определенной мере — парные показатели. Первая из этих пар определяется как «результаты с единицы затрат» (R/Z), вторая — в виде обратной величины (Z/R).

При этом под результатом R понимают объем выпускаемой продукции. Смысл понятия «затраты» в показателях $ПТ$ и $ФО$ различен. Под затратами Z в первом случае понимают затраты живого труда на предприятии,

а во втором случае — стоимость задалживаемых основных фондов. Хотя нельзя приписывать получение одного и того же результата один раз только затратам труда, а другой раз только использованию основных фондов, результат достигается в итоге их совместного использования. Таким образом, производительность труда и фондоотдача должны использоваться не изолированно один от другого, а только совместно, дополняя друг друга.

По своему экономическому содержанию фондоотдача является отличным показателем полноты использования (загрузки) действующих основных фондов. Эту сторону понятия «эффективность» она характеризует достаточно четко. Высокая фондоотдача свидетельствует о том, что производство развивается интенсивным способом, а ее низкий уровень говорит об экстенсивном развитии.

Однако фондоотдачу нельзя использовать в качестве общего критерия эффективности по ряду причин.

Так, по критерию «максимальная фондоотдача» не одобрялись бы как «невыгодные» проекты освоения новой техники, стоимость которой велика, но окупается снижением эксплуатационных затрат. По показателю фондоотдачи надо было бы признать «наивыгоднейшим» вариант с применением только ручного труда, который имеет «нулевую» стоимость основных фондов и, следовательно, характеризуется максимальной фондоотдачей.

Далее, значение показателя «фондоотдача» существенно сужено в связи с тем, что в качестве «фондов» в расчетах участвуют только основные фонды предприятия, а «отдача» сведена лишь к объему выпускаемой продукции. В действительности основные фонды — всего лишь один (хотя и важный) фактор производства, и было бы правильнее соизмерять отдачу не только с этим фактором производственного процесса, а с их совокупностью. Понятие «результат» производства в действительности тоже гораздо многообразнее, чем просто объем продукции. Поэтому частные сопоставления экономических показателей тоже вполне допустимы, но надо учитывать, что каждый из них освещает отдельный узкий аспект многогранной проблемы оценки эффективности производства.

Термин «фондоемкость» гораздо точнее, чем «фондоотдача», и отражает действительное экономическое содержание описываемого им понятия. Он является одним из показателей частной ресурсоемкости производства — таких, как трудо-, материало-, энергоемкость и др. Каждый из них характеризует свой ракурс задач лучшего использования производственных ресурсов того или иного вида. Ввод новой техники или другое техническое мероприятие может увеличить затраты по одному виду ресурсов, но снизить их по другому (например, увеличить фондоемкость процесса, но обеспечить снижение трудоемкости его выполнения). Конечную оценку того, насколько эффективна такая техническая мера, дает только совокупность соответствующих показателей частной ресурсоемкости рассматриваемого процесса.

Например, делать вывод о том, что рост количества продукции с 1 руб. имеющихся основных производственных фондов — это всегда хорошо, а снижение фондоотдачи — это всегда плохо, потому что на единицу продукции задалживается больше основных фондов, не следует. В таких суждениях еще нет окончательной оценки того, эффективно ли вызвавшее эти изменения мероприятие, так как остались неучтенными следующие обстоятельства.

Техническое перевооружение и реконструкция действующих горных предприятий не всегда приводят к увеличению показателя фондоотдачи. Стоимость новой техники на единицу продукции хотя и выше, но эксплуатационные расходы значительно ниже, так что в целом такая техника эффективнее старой. В таком (довольно типичном) случае падение фондоотдачи объективно оправдано и не свидетельствует о неэффективности приобретения техники.

Фондоотдача в рассматриваемых случаях может возрасти лишь тогда, когда вводимые технические средства стоят дешевле, чем выбывающие старые, что бывает крайне редко, или если получаемый прирост продукции обгоняет удорожание стоимости вводимых технических средств.

Снижение фондоотдачи может происходить и по ряду других объективно необходимых или неизбежных причин. Так, она снижается при увеличении затрат на мероприятия по обеспечению безопасности работ. В этом случае рост фондоемкости — сознательная «плата» за достижение определенных социальных требований и целей.

Падение фондоотдачи на действующих карьерах во многом связано с углублением горных работ. Это обстоятельство вызывает необходимость сооружения новых траншей, перегрузочных пунктов, удлинения трасс транспортных коммуникаций. Соответственно нарастает и стоимость основных производственных фондов предприятия.

Что касается объемов добычи полезного ископаемого, то при углублении горных работ они не только не увеличиваются, но имеют тенденцию к снижению и требуют дополнительных затрат для поддержания производительности на запланированном уровне.

Таким образом, общей закономерностью для горных предприятий является, к сожалению, постепенное падение фондоотдачи по мере перехода на более глубокие горизонты. Перекрыть эту негативную тенденцию можно только одновременным проведением технических мер, увеличивающих фондоотдачу.

СЕБЕСТОИМОСТЬ ПРОДУКЦИИ

Себестоимость продукции — это показатель, выражающий суммарные затраты предприятия, связанные с выпуском производимой продукции либо оказанием услуг. Помимо затрат на производство, себестоимость включает в себя также и некоторую часть затрат по реализации выпускаемой продукции (по определенному их перечню — в той мере, в ко-

торой реализация продукции осуществляется самим предприятием). Для многопрофильных предприятий себестоимость исчисляют по каждому виду выпускаемой продукции в отдельности.

Себестоимость отдельных видов продукции определяют путем составления калькуляций, т.е. исчисления в денежной форме затрат на производство и реализацию единицы продукции или выполнение конкретных работ и услуг.

Себестоимость калькулируется на единицу продукции и в виде суммарных месячных затрат по себестоимости, именуемых иногда эксплуатационными затратами.

На карьерах горно-добывающих отраслей себестоимость рассчитывают в рублях на 1 т добываемой продукции, 1 т металла в руде, 1 т концентрата (для обогащательных фабрик), 1 м³ вскрыши (по затратам на проведение собственно вскрышных работ на карьерах). Себестоимость на единицу каждого из этих видов продукции определяют посредством деления общей суммы соответствующих затрат на количество произведенной в данном периоде продукции.

Себестоимость рассчитывают на месяц, квартал и год.

В зависимости от состава учитываемых в себестоимости затрат различают участковую себестоимость и себестоимость продукции предприятия — производственную и полную (коммерческую), включающую в себя расходы как на производство, так и на реализацию произведенной продукции.

Помимо общей калькуляции себестоимости продукции горного предприятия, отдельно калькулируется себестоимость по некоторым вспомогательным цехам предприятия: для парокотельной — на 1 т пара; для компрессорной — на 1 м³ сжатого воздуха; для автотранспорта — на 1 т-км перевезенного груза и т.п. Распределение затрат на услуги этих цехов внутрипроизводственным и внешним потребителям осуществляют исходя из количества потребленных единиц этой продукции и их себестоимости.

Участковую себестоимость рассчитывают по каждому из основных участков предприятия (вскрышных и добычных) как сумму его прямых и косвенных расходов. *Прямые расходы* — затраты участка по выпуску его продукции. *Косвенные затраты* участка — это относимые на его счет расходы вспомогательных цехов и служб общекарьерного характера (внутрипроизводственного транспорта, административно-управленческие и тому подобные расходы). Затраты по этим службам распределяют в виде «косвенных расходов» между обслуживаемыми основными участками пропорционально объемам оказываемых услуг.

Аналогичные расчеты осуществляют и на предприятиях, выпускающих несколько видов разнородной продукции (например, добывающих не один, а несколько видов или сортов полезных ископаемых). Себестоимость в этом случае рассчитывают по каждому виду продукции в отдельности и складывают из двух частей: а) прямых затрат на выпуск

данной продукции и б) определенной доли затрат общекарьерного характера, относимых на данную продукцию (вскрышные, дренажные работы, водоотлив, содержание общекарьерного управленческого персонала и т.п.).

В связи с тем, что разработка комплексных месторождений, добыча и переработка минерального сырья сложного состава представляет собой единый технологический процесс, отнесение общих затрат непосредственно на себестоимость отдельных видов продукции связано с определенными трудностями.

Существует несколько разных способов разнесения общекарьерных затрат между отдельными видами продукции. Они могут быть объединены в следующие три группы.

1. Способ косвенного распределения затрат. В этом случае общекарьерные затраты распределяют пропорционально долям каждого вида продукции в общих прямых затратах карьера в целом. При этом себестоимость каждого из них рассчитывают пропорционально экономическим или физическим показателям добываемых полезных компонентов.

В полную себестоимость продукции включают сверх рассмотренных ранее затрат так называемые «внепроизводственные расходы». В их состав входят расходы на доставку продукции до станции отправления, отчисления в специальные внебюджетные фонды и прочие расходы, связанные со сбытом продукции.

Затраты, произведенные предприятием в иностранной валюте и подлежащие включению в себестоимость, пересчитывают по курсу Центрального банка РФ на дату совершения операции.

Этот способ применяют, когда при комплексной переработке минерального сырья получают два и более практически равноценных самостоятельных продукта. В качестве критерия распределения используют цены компонентов в сырье и готовых продуктах, цены эквивалентных заменителей и т.д. В ряде случаев распределение затрат осуществляют пропорционально массе основной и попутной продукции.

Данный способ наиболее распространен.

2. Способ исключения (отключения) затрат на попутную продукцию. Он состоит в том, что один из продуктов выделяют в качестве основного, на который относят сумму общих затрат за вычетом стоимости всех остальных продуктов, по той или иной оценке считающихся попутными.

Этот метод применяют при преобладающей части основного продукта и небольшой доле попутной продукции.

3. Комбинированный способ. Его сущность заключается в сочетании перечисленных ранее методов, а также в использовании различных критериев при распределении отдельных групп затрат. Комбинированный способ применяют в тех случаях, когда при разработке комплексного месторождения и переработке минерального сырья производят несколько видов основных и попутных продуктов.

Например, при обогащении полиметаллических руд, когда получают несколько видов концентратов и попутных продуктов, определение себестоимости отдельных видов концентратов и металлов в них осуществляют методом косвенного распределения затрат, оставшихся после исключения стоимости попутной продукции. В качестве критерия распределения используют стоимость металла в концентратах.

Выбор конкретного метода распределения зависит от характера производства, его технологии и экономических условий функционирования предприятия.

Производственная (общекарьерная) себестоимость выражает сумму всех затрат предприятия, производимых для выпуска продукции.

На карьерах производственная себестоимость включает в себя участковые себестоимости всех участков, добывающих полезное ископаемое, и общепроизводственные расходы, учитывающие затраты на ведение подготовительных, вскрышных работ, транспорт, водоотлив, вентиляцию, административно-управленческие расходы и пр.

Если проектируемое мероприятие затрагивает какую-либо определенную часть производственного процесса, то затраты рассчитывают только по тому процессу, где проводят данное мероприятие. В этом случае наряду с затратами по этому конкретному процессу должны быть также учтены и косвенные последствия для прочих затрат производства на предприятии, которые могут возникнуть при реализации данного мероприятия (изменение полных затрат производства в связи с изменением объема выпуска продукции, ростом производительности труда, увеличением фондоотдачи и т.п.). В числе текущих затрат по процессу должны быть учтены также затраты, имеющие место в составе общепроизводственных расходов (доплаты, премии и начисления к заработной плате работников, стоимость электроэнергии, расходуемой в этом процессе, и т.п.), а также услуги, оказываемые другими подразделениями предприятия.

Полная себестоимость включает в себя, помимо производственных затрат, еще и внепроизводственные маркетинговые расходы и затраты по управлению вышестоящих уровней (корпорации), распределяемые по предприятиям.

Итак, в состав себестоимости входит основная часть эксплуатационных затрат предприятия и не входят в прямом виде инвестиционные затраты данного месяца.

В состав себестоимости включают затраты некапитального характера, связанные с совершенствованием технологии и организации производства, но не учитывают затраты на более крупную модернизацию и реконструкцию предприятия.

Платежи за предельно допустимые выбросы (сбросы) загрязняющих веществ в природную среду осуществляют за счет себестоимости продукции, а платежи за их превышение — за счет прибыли, остающейся в распоряжении природопользователей.

Не планируют, но отражают в фактической себестоимости продукции потери от брака и простоев по внутривыпускным причинам, а также выплаты работникам, высвобождаемым с предприятий в связи с сокращением численности.

Часть затрат предприятия не включают в состав себестоимости, а возмещают из прибыли, фондов экономического стимулирования и государственного бюджета.

Себестоимость исчисляют по следующим семи элементам затрат:

- затраты материальных ресурсов $MЗ$;
- топливные затраты $TЗ$;
- энергетические затраты $ЭЗ$;
- амортизация основных фондов A ;
- оплата труда работников (заработная плата) $ЗП$;
- отчисления на социальные нужды $СН$;
- прочие денежные расходы $ПДР$.

В общем виде себестоимость c , руб./единица продукции, выражается формулой

$$c = (MЗ + TЗ + ЭЗ + A + ЗП + СН + ПДР)/Q.$$

Более детально структура затрат по отдельным элементам себестоимости следующая.

Затраты материальных ресурсов. Они складываются из денежных затрат на всевозможные материалы, потребляемые в ходе эксплуатационной деятельности предприятия. Принято выделять материалы следующих основных групп: сырье, основные материалы и вспомогательные материалы.

Сырьем называют исходный материал, начальный полуфабрикат, поступающий на предприятие для технологической переработки. Горнодобывающие предприятия и цеха практически не потребляют сырья на производство своей продукции. Они сами добывают полезные ископаемые из недр и сами же в той или иной мере их перерабатывают. Эти предприятия, находясь в самом начале промышленной технологической цепочки, обеспечивают сырьем ее последующие звенья. Сырьем обогатительных фабрик служит поступающая на них добытая руда или уголь.

Основные материалы — это та часть материалов, которая после всех переработок остается физической основой производимой конечной продукции предприятия (например, глина для гончарного производства). Таких материалов горнодобывающие предприятия также практически не потребляют.

Вспомогательными называют все остальные материалы, которые не входят в физический состав выпускаемой продукции, но необходимы для ее производства.

Таким образом, карьеры преимущественно потребляют вспомогательные материалы. Их доля в себестоимости угля составляет 14–28%.

По своей природе горно-добывающее производство не является материалоёмким (по промышленности в целом на материалы приходится около 2/3 всей себестоимости).

Большую часть материалов списывают на себестоимость того месяца, в котором они были выданы со склада.

Однако значительную часть расходуемых горными предприятиями материалов составляют так называемые «материалы длительного пользования». К ним относят секции конвейеров, транспортную ленту, рельсы, гибкий кабель и т.п., расходуемые в порядке замены изношенных на действующем оборудовании.

Стоимость потребляемых предприятием материалов длительного пользования относят на себестоимость не того месяца, когда их действительно списали на производство, а рассредотачивают на полный нормативный срок их службы помесечно равными долями. Поэтому перечисленные ранее виды материальных затрат обычно именуют расходами будущих периодов. Что касается аналогичных видов материалов, которые используют при проведении горных выработок, финансируемых за счет капитальных вложений, то их стоимость списывают не на себестоимость, а на капитальные затраты и рассматривают как объекты основных фондов, подверженных амортизации.

Стоимость материальных ресурсов, отражаемую в себестоимости по элементу «материальные затраты», определяют исходя из цен их приобретения. При этом, помимо основной цены, учитывают транспортно-заготовительные расходы предприятия, оплаченные другим организациям. Погрузочно-разгрузочные работы, осуществляемые работниками самого предприятия, также подлежат учету в себестоимости, но не по элементу «материалы», а по соответствующим элементам затрат (зарботная плата и т.д.).

Топливные затраты. В себестоимость включают затраты только на то топливо, которое расходуют на производственные нужды карьера, например дизельное топливо для автотранспорта.

Топливо, расходуемое непромышленными подразделениями карьера (медпункты, жилищно-коммунальное хозяйство и т.п.), списывают по элементу затрат «прочие денежные расходы».

Энергетические затраты. Горные предприятия расходуют электрическую и в ряде случаев пневматическую энергию. По данному элементу затрат в себестоимость продукции включают только стоимость полученной извне и израсходованной на технологические нужды энергии.

Стоимость потребляемой энергии, которую вырабатывает само горное предприятие, не включают в состав затрат по элементу «энергия». Не входит также в состав затрат по этому элементу и энергия, расходуемая непромышленными подразделениями карьера (например, энергия на освещение поселков). Затраты на энергию в обоих случаях попадают в себестоимость по элементу «прочие денежные расходы».

Электроэнергия, расходуемая на технологические нужды горного предприятия, оплачивается по двуставочному тарифу: за каждый киловатт установленной энергетической мощности и за каждый киловатт-час израсходованной электроэнергии. Расчеты осуществляют раз в месяц по формуле

$$C_{\text{эл}} = \omega_{\text{ус}} W_{\text{ус}} + \omega_{\text{пот}} W_{\text{пот}},$$

где $\omega_{\text{ус}}$ — установленная плата за 1 кВт установленной энергетической мощности, руб/кВт; $W_{\text{ус}}$ — установленная энергетическая мощность, кВт; $\omega_{\text{пот}}$ — плата за каждый потребленный киловатт-час активной электроэнергии, учтенный счетчиком, руб/(кВт·ч); $W_{\text{пот}}$ — количество электроэнергии, потребленной за месяц, кВт·ч.

Амортизация основных фондов. По этому элементу в себестоимость продукции включают денежную оценку непрерывно происходящего снашивания объектов основных производственных фондов предприятия.

Амортизационные отчисления производят, начиная с первого числа месяца, следующего за вводом объекта в эксплуатацию, как по собственным, так и по арендованным основным фондам. Амортизацию не начисляют во время проведения реконструкции и технического перевооружения основных фондов с полной их остановкой, а также в случаях консервации объектов.

При наличии инфляционных процессов выполняют регулярную индексацию амортизационных отчислений, т.е. их пересчет в сторону увеличения пропорционально происходящему удорожанию стоимости основных фондов каждой группы.

Оплата труда работников (заработная плата). В состав затрат на оплату труда работников включают:

- выплаты заработной платы за фактически выполненную работу в соответствии с принятыми на предприятии формами и системами оплаты труда;
- премии, надбавки к тарифным ставкам и окладам;
- надбавки, связанные с режимом работы и условиями труда (за работу в ночное время, сверхурочную работу, работу в многосменном режиме, за совмещение профессий, за работу в особо тяжелых и вредных условиях и т.п.);
- стоимость бесплатно предоставляемых работникам коммунальных услуг, питания, компенсации за непредоставление установленного законодательством бесплатного жилья и пр.;
- оплату отпусков, льготных часов подростков и т.п.;
- доплаты за нормативное время передвижения по карьере до места работы и обратно;
- выплаты работникам, высвобождаемым с предприятия в связи с реорганизацией, сокращением численности и штатов;
- единовременные вознаграждения за выслугу лет;

- выплаты за работу в районах Крайнего Севера, в пустынных, безводных и высокогорных местностях согласно действующему законодательству;

- оплату труда работников, не состоящих в штате предприятия, за выполнение ими работ по заключенным трудовым договорам.

Все перечисленные виды оплаты труда касаются только работников, относящихся к промышленно-производственному персоналу предприятия. Затраты по оплате труда работников непромышленных хозяйств (жилищно-коммунальные хозяйства, детские учреждения, клубы и профилактории) учитывают по элементу себестоимости «прочие денежные расходы».

Отчисления на социальные нужды. В состав затрат по этому элементу входят обязательные отчисления (по установленным законодательством нормам) органам государственного социального страхования, пенсионного фонда, государственного фонда занятости и медицинского страхования.

Прочие денежные расходы. Они складываются из многочисленных затрат, относимых на себестоимость, но не учитываемых в ранее рассмотренных ее элементах.

К этим затратам относят следующие:

- налоги, сборы, платежи, отчисления в страховые фонды и другие обязательные отчисления, производимые предприятием в соответствии с установленным законодательством порядком;

- платежи за предельно допустимые выбросы (сбросы) загрязняющих веществ;

- затраты на оплату процентов по полученным кредитам;

- затраты на командировки, подъемные;

- плату сторонним организациям за пожарную и сторожевую охрану, подготовку и переподготовку кадров;

- затраты на организованный набор работников;

- затраты на гарантийный ремонт и обслуживание;

- оплату услуг связи, вычислительных центров и банков;

- плату за аренду отдельных объектов основных фондов;

- отчисления на содержание военизированных горно-спасательных частей;

- расходы по отводу земель, связанных с ведением горных работ, включая выплаты собственникам за снос садов, домов и сооружений, попадающих в пределы горного отвода;

- погашение стоимости вскрышных работ прошлых лет на карьерах в соответствии с методикой отнесения на себестоимость затрат на вскрышные работы, принятой в данной отрасли;

- расходы на содержание учебных пунктов предприятия;

- оплату правовых, консультационных, информационных, методических, аудиторских и других услуг, предоставленных предприятию;

- пособия в связи с потерей трудоспособности работников из-за производственных травм;
- представительские расходы, связанные с коммерческой деятельностью предприятия;
- расходы на производственно-техническое водоснабжение;
- расходы по очистке сточных вод и др.

Предприятия, образующие ремонтный фонд для обеспечения в течение ряда лет равномерного включения затрат на проведение всех видов ремонта основных производственных фондов в себестоимость продукции, в элементе «прочие денежные затраты» отражают также отчисления в этот ремонтный фонд. Если такой ремонтный фонд предприятие не образует, то затраты на проведение всех видов ремонтов включаются в себестоимость по каждому соответствующему элементу затрат (зарплата ремонтников — в элемент «оплата труда», израсходованные запасные части — в элемент «материалы» и т.д.).

Себестоимость продукции — один из важнейших показателей, по которому могут сопоставляться альтернативные варианты решений.

По своему составу это более емкий показатель по сравнению с другими показателями частной ресурсоемкости (трудоемкость, материало- и энергоемкость, топливо- и фондоемкость). Каждый из этих показателей, взятый в отдельности, характеризует лишь одну грань многоаспектного понятия «эффективность производства». А себестоимость включает в себя всю совокупность этих частных показателей. При этом оценку каждого из компонентов ведут в денежной форме, а не в натуральном измерении. Это позволяет точнее сравнить значимость отдельных элементов затрат. Так, затраты живого труда ЖТ отражаются в расчете и производительности труда, и себестоимости. Однако в расчете производительности труда их учитывают в своем «натуральном» измерении (сумма отработанных человеко-смен), что не позволяет оценить квалификационное содержание этих человеко-смен. А в составе себестоимости затраты живого труда отражаются с учетом различий в заработках отдельных профессий и т.д.

В себестоимость входят все затраты живого труда на предприятии, включая работников непромышленной группы, а в расчетах производительности труда затраты ЖТ учитывают только по промышленно-производственной группе работников.

Важнейшее преимущество себестоимости как показателя эффективности производства состоит в том, что в нем отражены не только затраты живого труда, но и все другие расходы предприятия, которые можно назвать трудом овеществленным. Они составляют большую часть всех затрат горного предприятия.

Порой сокращение затрат живого труда достигают посредством проведения столь дорогостоящих мероприятий, что затраты труда овеществленного значительно возрастают. Нередко, превосходя экономию ЖТ, они становятся невыгодными. В себестоимости отразится подобная си-

туация, а использование производительности труда в качестве показателя приведет к неправильному выводу.

Однако и себестоимость не является таким результирующим показателем, который исчерпывающе отражает и оценивает все стороны экономической деятельности предприятия. Основной его недостаток заключается в том, что он не отражает качество выпускаемой продукции. Плохое качество снижает спрос на выпускаемую продукцию и ее цену. Себестоимость может даже снизиться, если «экономить» на затратах по повышению качества продукции. Таким образом, при выработке рыночной стратегии предприятия нельзя ориентироваться только на себестоимость.

ПРИБЫЛЬ

Основной целью деятельности предприятия является получение прибыли.

Прибыль (убыток) Π от реализации продукции (работ, услуг) предприятия определяют как разницу между выручкой B от их реализации в действующих ценах (без учета налога на добавленную стоимость и акцизов) и затратами на их производство и реализацию (себестоимость) c :

$$\Pi = B - c = \sum (u_i - c_i) Q_i,$$

где u_i — цена реализуемой продукции или услуг i -го вида, руб./единицу продукции; c_i — себестоимость единицы реализуемой продукции или услуг i -го вида, руб./единицу продукции; Q_i — объем реализованной продукции или услуг i -го вида, единица продукции/год.

Прибыль можно выразить различными показателями.

В зависимости от целей анализа используют **валовую (полную)** или **чистую прибыль**, оставляемую в распоряжении предприятия после изъятия из нее налогов и прочих видов обязательных платежей.

В категории «продукция, работа, услуги» входят основные добываемые карьером полезные ископаемые, побочная продукция (щебень, песок, глина, мел и др.), эксплуатация автопарка, находящегося на балансе предприятия, продукция подсобных хозяйств, отпуск другим потребителям тепла, энергии, воды и др.

Метод определения выручки от реализации продукции устанавливается предприятием (организацией) на длительный срок, исходя из условий хозяйствования и заключаемых договоров.

В состав внереализационных доходов включают:

- доходы от долевого участия в деятельности других организаций, дивиденды по акциям и доходы по облигациям и другим ценным бумагам, принадлежащим организации;
- доходы предприятия от сдачи имущества в аренду;

- присужденные или признанные должником штрафы, пени, неустойки и другие санкции за нарушение условий хозяйственных договоров;
- другие доходы от операций, непосредственно не связанных с производством и реализацией продукции (работ, услуг).

В состав внереализационных расходов включают:

- затраты по аннулированным производственным заказам и затраты на производство, не давшее продукции;
- затраты на содержание законсервированных производственных мощностей;
- присужденные или признанные предприятием штрафы, пени, неустойки и другие виды санкций;
- некомпенсируемые предприятию убытки от стихийных бедствий, пожаров, аварий и др. (например, уничтожение и порча производственных запасов, готовых изделий и других материальных ценностей);
- расходы по оплате отдельных видов налогов и сборов, производимой в соответствии с установленным законодательством.

В формировании показателя прибыли предприятия **цены** на реализуемую им продукцию и услуги играют одну из важнейших ролей.

В настоящее время осуществляют либерализацию цен на минеральное сырье (переход на свободные цены, формируемые рынком).

Вместе с тем в специфических условиях горно-добывающих отраслей полная либерализация цен на выпускаемую ими продукцию трудноосуществима вследствие многих обстоятельств. Известно, что полностью свободные цены на сырье и вообще на массовую однородную продукцию практически не существуют в мире.

Как правило, их упорядочивают. Товаропроизводители осуществляют это регулирование в процессе формирования цены в системе компромисса спрос — предложение, заключая специальные соглашения. Государство также может осуществлять регулирование рыночных цен, идя на определенное, им устанавливаемое снижение свободных цен на то или иное минеральное сырье. Возникающий недостаток денежных средств у худшей части предприятий государство компенсирует посредством предоставления им дотаций. Естественно, что размер этих дотаций сбалансирован с размером произведенного корректирования свободной цены. Конечно, разница в свободных ценах на сопоставимую по качеству продукцию существует, но она невелика. А небольшие ее колебания определяются географическим положением производителей и, следовательно, транспортными тарифами, а также характером сделок (разовые, долгосрочные, на крупные или мелкие объемы поставок, сезонные и т.п.). Информация о текущих ценах на современном мировом сырьевом рынке доступна и отслеживается ежедневно. Это способствует выравниванию уровня свободных цен и их стабильности.

Можно констатировать, что прибыль в качестве показателя эффективности производства дает более полную характеристику рыночной эффективности предприятия и выпускаемой им продукции.

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ

Рентабельность является производным от прибыли показателем эффективности производства. Рентабельность исчисляют в виде отношения прибыли к стоимости тех производственных ресурсов, которые были использованы для ее получения, и выражается в процентах.

В зависимости от того, что конкретно подразумевают под величиной используемых ресурсов, показатель рентабельности может быть рассчитан по-разному. Применяют, в частности, следующие две разновидности показателя рентабельности.

Рентабельность r_{ϕ} по отношению к стоимости используемых производственных фондов предприятия определяют по формуле

$$r_{\phi} = \Pi / (\Phi_{\text{осн}} + \Phi_{\text{об}}) \cdot 100,$$

где Π — годовая прибыль предприятия, руб.; $\Phi_{\text{осн}}$ — среднегодовая стоимость основных производственных фондов предприятия, руб.; $\Phi_{\text{об}}$ — среднегодовая стоимость нормируемых оборотных средств предприятия, руб.

Рентабельность r_c по отношению к себестоимости рассчитывают по формуле

$$r_c = (\Pi / c) \cdot 100,$$

где c — годовые затраты по себестоимости, руб./год.

Показатель рентабельности является еще более емким в оценке эффективности производства, чем прибыль. По критерию рентабельности выгоден лишь тот прирост прибыли, который определяет прирост производственных фондов предприятия.

Например, прибыль предприятия Π составляет 400 млн руб., а стоимость производственных фондов $\Phi = 6$ млрд руб. По проекту технического перевооружения Π возрастает до 440 млн руб. при росте Φ до 10 млрд руб. Если судить по показателю прибыли, то перевооружение представляется выгодным, а по показателю рентабельности — нет, поскольку «плата» за достигаемый прирост прибыли оказывается чрезмерной:

$$r_1 = 400 / 6000 \cdot 100 = 6,7\%, \quad \text{а } r_2 = 440 / 10\,000 \cdot 100 = 4,4\%,$$

т.е. $r_2 < r_1$.

Следует отметить, что для проектов различных карьеров характерен чрезвычайно большой разброс всех экономических показателей. Это объясняется объективными различиями природных условий залегания и качества полезных ископаемых.

Рассмотренные в данном подразделе экономические показатели эффективности позволяют оценить лишь отдельные аспекты сравниваемых вариантов проектных решений. Общую оценку и сравнение проектов следует осуществлять по системе более сложных показателей, критериев и методов оценки, которые подробно рассмотрены в разд. 4.2.

Контрольные вопросы

1. Иерархические уровни задач, решаемых при проектировании карьера.
2. Оценка изменений в различных системах (потребителей продукции, поставщиков оборудования, энергии, материалов и др.), которые будут вызваны вводом проектируемого карьера в эксплуатацию.
3. Стратегии проектирования режима горных работ, вскрытия, системы разработки, технологии и механизации работ.
4. Задачи, решаемые на различных этапах проектирования карьера.
5. Содержание горной (технологической) части проекта.

1. СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

1.1 Введение

Дается обоснование выбора темы, раскрывается ее актуальность.

1.2 Общие сведения о районе месторождения

Раздел включает все основные сведения, необходимые и используемые при последующем проектировании:

1.3 Геологическая часть

В этом разделе дается описание рельефа и гидрографической сети района, геоморфологическое положение месторождения, инженерно-геологическая характеристика месторождения (элементы залегания, форма залежи и т. п.), методы подсчета запасов, оконтуривания рудных тел, кондиции, используемые для оконтуривания рудных тел, а также балансовые и промышленные запасы по категориям разведанности.

1.4 Горная часть

Выбирается и обосновывается режим работы карьера, который определяется следующими показателями:

- количеством рабочих дней карьера в течение года;
- количеством рабочих смен в сутках;
- продолжительностью смены.

Годовой режим работы горного предприятия определяется по формуле:

$$T_{\Gamma} = T - T_{\text{празд}} - T_{\text{вых.}}, \text{ дн.}, \quad (3.1)$$

где, T – календарное число дней в году;

$T_{\text{празд.}}$ – число праздничных дней;

$T_{\text{вых.}}$ – число выходных дней.

Годовой режим работы зависит также от климатических условий и производительности техники, используемой на добыче и на вскрыше.

Варианты сменно-суточных режимов представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сменно-суточные режимы работы предприятий

Количество смен	Продолжительность смены, ч	Продолжительность рабочего времени в сутках, ч
2	7	14
2	8	16
2	10	20
3	7	21
3	7, 7, 8	22
3	8	24

Обосновывается производительность карьера по горнотехническим и экономическим факторам, суточная и сменная производительность по вскрыше и полезному ископаемому.

Срок существования карьера, который устанавливается как сумма периодов строительства карьера и отработки запасов месторождения. Производительность карьера по вскрышным породам устанавливается на основе графиков режима горных работ.

Вскрытие месторождений относится к одним из основных задач проектирования технологии открытых горных работ и должно решаться совместно с проектированием систем разработки.

Подготовка горных пород к выемке и погрузке включает комплекс мероприятий по изменению состояния массива горных пород с целью создания условий для высокопроизводительной работы выемочно-погрузочного и транспортного оборудования. В большинстве случаев подготовка пород к выемке заключается в разрушении массива горных пород

до крупности кусков, необходимой для нормальной работы выемочно-погрузочного оборудования. Как правило, разрушение горных пород производится посредством взрывных работ.

Технология и механизация выемочно-погрузочных работ рассматриваются отдельно для полезного ископаемого и пород вскрыши.

В разделе отвалообразование необходимо рассмотреть:

- выбор и обоснование места расположения отвалов, необходимой площади для размещения отвалов, определение емкости отвала;
- выбор способа отвалообразования;
- выбор типа механизации;
- определение параметров отвалов (длина фронта разгрузки, высота отвала, шаг передвижения отвальных путей, пропускная и приемная способность отвального тупика).

Целью рекультивационных работ является рациональное возвращение в народное хозяйство земель, нарушенных горными работами. Рекультивации подлежат карьеры, отвалы, хвостохранилища, малоплодородные участки земель и другие территории, занимаемые для производственных нужд. Рекультивация земельных площадей разделяется на горно-техническую и биологическую.

1.5 Специальная часть

В специальной части должно быть рассмотрено не менее двух вариантов пригодных для применения технологий разработки месторождения полезного ископаемого или комплексов горно-транспортного оборудования, подлежащих технико-экономическому сравнению. На основании проведенного технико-экономического сравнения выбирается наиболее эффективная и ресурсосберегающая технология или подходящий комплекс горно-транспортного оборудования.

1.6 Экономическая часть

Экономическая часть выпускной квалификационной работы состоит из двух разделов.

В первом разделе приводится расчет капитальных затрат на строительство предприятия, полной себестоимости полезного ископаемого и прочих технико-экономических показателей, характеризующих эффективность работы предприятия.

Второй раздел включает сравнение рассматриваемых вариантов и выбор наиболее оптимального из них.

Второй раздел включает калькулирование себестоимости, при расчете которой необходимо пользоваться действующими прогрессивными нормами и нормативами расходования материалов, топлива, электроэнергии, преysкурантами цен на оборудование; стоимостными параметрами на строительство транспортных коммуникаций, зданий и сооружений, действующими инструкциями по организации заработной платы и другими нормативными материалами.

Все технико-экономические расчеты рекомендуется выполнять в компьютерной программе Microsoft Office Excel 2013 при непосредственной консультации руководителя выпускной квалификационной работы и консультанта по экономической части.

Методика и порядок выполнения разделов экономической части проекта приведены ниже.

Общая величина капиталовложений по объектам строительства и направлением затрат должны быть сведены в таблицу 3.2.

Таблица 3.2 – Общая величина капиталовложений по объектам строительства и направлением затрат

№ п. п.	Наименование	Ед. изм.	Количес тво	Стоимость	Затраты тыс. р.

Производство работ по добыче и переработке руды месторождения, капитальные и средние ремонты основных фондов предусмотрены на базе предприятия. ППР и профилактика оборудования осуществляется на ремонтно-профилактическом пункте участка.

Явочная численность рабочих определяется в соответствии с принятым регламентом, рассчитанными объемами работ, действующими нормами технологического проектирования, нормами обслуживания рабочих мест согласно «Типовым структурам управления, типовым штатам и нормативам численности инженерно-технических работников и служащих производственных объединений и предприятий золотодобывающей промышленности» и должна быть сведена в таблице 3.3.

Списочное количество работников определяется по формуле

$$N_c = N_{\text{я}} \cdot K_c, \text{ чел}, \quad (3.2)$$

где K_c – коэффициент списочного состава рабочих.

Коэффициент списочного состава, зависящий от годового и сменно-суточного режима работа определяется по формуле

$$K_c = \frac{N_z}{(T_p - n_p - n_{\text{вых}} - n_{\text{отп}}) \times 0,96}, \quad (3.3)$$

где N_z – количество дней в году;

T_p – продолжительность промывочного сезона;

n_p – число праздничных дней в году;

$n_{\text{вых}}$ – число выходных дней в году;

$n_{\text{отп}}$ – число рабочих дней отпуска в году.

Явочная численность трудящихся определяется по формуле

$$N_{\text{я}} = M \times H_o \times n_{\text{см}}, \text{ чел}, \quad (3.4)$$

где M – количество машин;

H_o – норма обслуживания машин;

$n_{см}$ – количество смен в сутки.

Заработная плата определяется по формуле

$$З_n = (T + D_n + D_v + D_{вум} + П + П_n + K_p + C + O) \times n_{мес}, \text{ р.}, \quad (3.5)$$

где T – оклад, р.;

D_n – доплата за работу в ночное время, принимается в размере 20 % от T , р.;

D_v – доплата за вахтовый метод работы, р.;

$D_{вум}$ – доплата за вредные условия труда, принимается в размере 5-12 % от T , р.;

$П$ – премия за выполнение плана, р.;

$П_n$ – персональная надбавка, р.;

K_p – районный коэффициент, принимается в размере 30 % T , р.;

C – северная надбавка, р.;

O – отпускные, р.;

$n_{мес}$ – количество месяцев работы в году, мес.

Таблица 3.3 – Численность персонала и фонд заработной платы

№ п. п.	
Наименование профессий	
Явочная численность, чел	
Списочная численность, чел	
Оклад, р.	
Доплата за работу в ночное время, р.	
Доплата за вахтовый метод работы, р.	
Доплата за ВУТ, р.	
Премияльные выплаты, р.	
Персональная надбавка	
Районный коэффициент, р.	
Северная надбавка, р.	
Месячная ЗП, р.	
Отпускные, р.	
Годовая ЗП, тыс. р.	

Затраты на ГСМ должны быть сведены в таблицу 3.4.

Наработка за сезон определяется по формуле

$$T_{нар} = T_z \times n_q, \text{ маш-час,} \quad (3.6)$$

где T_z – количество рабочих дней, с учетом ППР и ТО;

n_q – число часов работы в сутки.

Таблица 3.4 – Затраты на ГСМ

№ п. п.	Марка оборудовани я	Количество единиц техники	Наработка за год одним агрегатом	Норма расхода, кг/м.ч.,	Цена 1 кг ГСМ, р.	Вес ГСМ, кг	Сумма, тыс. р.

Затраты на электроэнергию должны быть сведены в таблицу 3.5.

Общая сумма затрат на электроэнергию определяется по формуле

$$C_{общ} = C_{yc} + C_n, \text{ р.,} \quad (3.7)$$

где C_{yc} – установленная мощность, р./кВт;

C_n – годовой расход электроэнергии, р./кВт·год.

$$C_{yc} = \sum C_{yc} \times b_{yc}, \text{ р.,} \quad (3.8)$$

где $\sum C_{yc}$ – сумма установленных мощностей потребителей, кВт;

$b_{yc} = 4,17$ – тариф за установленную мощность, р.

$$C_n = \sum C_n \times b_n, \text{ р.,} \quad (3.9)$$

где $\sum C_n$ – сумма годового расхода электроэнергии, кВт/год;

$b_n = 4,2$ – тариф за 1 кВт·ч потребленной электроэнергии, р.

Таблица 3.5 – Затраты на электроэнергию

№ п. п.	Наименование оборудования	Установленная мощность, кВт	Потребляемая мощность, кВт	Наработка за год, час	Количество потребляемой эл. энергии, кВт/год	Стоимость установленного/ потребляемого 1 кВт, р.		Сумма затрат, тыс. р.

Амортизационные отчисления должны быть сведены в таблицу 3.6.

Амортизационные отчисления определяются по формуле

$$A_o = \frac{\alpha_n \times C_b}{100}, \text{ тыс. р.}, \quad (3.10)$$

где α_n – годовая норма амортизационных отчислений, %;

C_b – балансовая стоимость основных фондов, тыс. р.

Таблица 3.6 – Амортизационные отчисления

№ п. п.	Наименование оборудования	Количество	Балансовая стоимость, тыс. р.	Норма отчислений, %	Всего отчислений, тыс. р./год

Затраты на текущий ремонт и запасные части (ЗИП) принимаются в размере 50 % от суммы амортизационных отчислений и должны быть сведены в таблицу 3.7.

Затраты на текущий ремонт и запасные части определяются по формуле

$$Z_{всп} = \frac{A_o \times 50}{100}, \text{ тыс. р.}, \quad (3.11)$$

Таблица 3.7 – Затраты на текущий ремонт и запасные части

№ п. п.	Наименование оборудования	Амортизационные отчисления, тыс. р.	Норма отчислений, % от суммы годовой амортизации	Сумма затрат на текущий ремонт, тыс. р.

Затраты на вспомогательные принимаются в размере 10 % от суммы амортизационных отчислений и должны быть сведены в таблицу 3.8.

Затраты на вспомогательные материалы определяются по формуле

$$З_{м.р} = \frac{A_o \times 10}{100}, \text{ тыс. р.}, \quad (3.12)$$

Таблица 3.8 – Затраты на вспомогательные материалы

№ п. п.	Наименование оборудования	Амортизационные отчисления, тыс. р.	Норма отчислений, % от суммы годовой амортизации	Сумма затрат на вспомогательные материалы, тыс. р.

Основные технико-экономические показатели должны быть сведены в таблицу.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 1

**ОПРЕДЕЛИТЬ ГРАФОАНАЛИТИЧЕСКИМ МЕТОДОМ ШИРИНУ
ЗАБОЯ РОТОРНОГО ЭКСКАВАТОРА С НЕВЫДВИЖНОЙ СТРЕЛОЙ
ПРИ ПРОХОДКЕ ТРАНШЕИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩУЮ МАКСИМАЛЬНУЮ
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ЭКСКАВАТОРА**

Толщина снимаемой стружки породы роторным экскаватором с невыдвижной стрелой является переменной величиной и убывает от центра забоя к его углам. Ее величина зависит от угла поворота экскаватора. В свою очередь производительность экскаватора зависит от коэффициента наполнения ковшей, величина которого также зависит от угла поворота экскаватора.

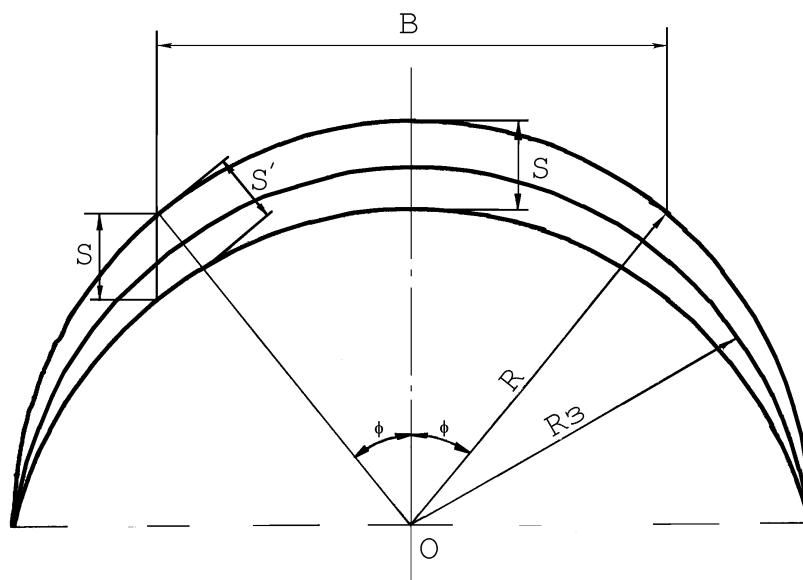


Рис. 1. Схема забоя роторного экскаватора

Толщина стружки S' в любой точке забоя будет составлять

$$S' = S \times \cos \varphi; \quad V = \text{const},$$

где S – толщина стружки в центре забоя ($\varphi = 0$);

V – скорость поворота экскаватора.

$$K_n = \frac{\int_0^\varphi \cos \varphi d\varphi}{\varphi_0 - \varphi},$$

где K_H – коэффициент наполнения ковшей экскаватора;

ϕ_0, ϕ – угол поворота экскаватора в начальный момент и в рассматриваемом сечении соответственно, град.

При симметричной форме забоя после интегрирования получим

$$K_H = \frac{\sin \varphi}{\varphi}. \quad (1)$$

Эксплуатационная часовая производительность экскаватора в плотной массе

$$Q = Q_{\text{техн}} \times K_H = \frac{V}{T} \times K_H = \frac{B \times S \times H}{t_c + t} \times K_H, \quad (2)$$

где $Q_{\text{техн}}$ – техническая производительность экскаватора, м³/ч;

V – объем забойного блока, м³;

K_H – коэффициент использования рабочего времени;

t_c – время чистой работы экскаватора, ч;

t – время простоев (передвижка, подъем стрелы), ч;

B – ширина забоя, м;

S – толщина стружки, м;

H – высота забоя, м.

$$B = 2 \times R_3 \times \sin \varphi, \quad R_3 = R - 0,5 \times S \times \cos \varphi,$$

где R – радиус черпания экскаватора.

$$t_c = \frac{V}{Q} = \frac{B \times S \times H}{0,06 \times g \times n \times K_9 \times \frac{\sin \varphi}{\varphi}} = \frac{2 \times R_3 \times \sin \varphi \times 8 \times H}{0,06 \times g \times n \times K_9 \times \sin \varphi} = \frac{R_3 \times S \times H \times \varphi}{0,03 \times g \times n \times K_9}. \quad (3)$$

Подставим в уравнение (2)

$$Q = \frac{B \times S \times H \times K_H}{\frac{R_3 \times S \times H \times \varphi}{0,03 \times g \times n \times K_9} + t} = \frac{0,03 \times g \times n \times K_9 \times B \times S \times H \times K_H}{R_3 \times S \times H \times \varphi + 0,03 \times g \times n \times K_9 \times t}. \quad (4)$$

Обозначим

$$Q = 0,03 \times g \times n \times K_9 \times s \times H \times K_H;$$

$$R_3 \times S \times H = b;$$

$$0,03 \times g \times n \times K_9 = d;$$

$$R_3 \cong R..$$

Тогда

$$Q = \frac{a \times B}{b \times \arcsin \frac{B}{2R} + d \times t} \quad (5)$$

После дифференцирования по dB и преобразования получим

$$b \times \arcsin \frac{B}{2R} + dt - \frac{b \times B}{\sqrt{4R^2 - B^2}} = 0 \quad \text{или} \quad tg \varphi_H = \frac{d}{b} \times t + \varphi_H,$$

$$\text{или} \quad tg \varphi_H = \frac{0,03 \times g \times n \times K_3}{R \times S \times H} \times t + \varphi_H, \quad (6)$$

где $\frac{0,03 \times g \times n \times K_3}{R \times S \times H} = c$ - техническая характеристика экскаватора, параметров забоя и свойств пород.

Пример расчета

Исходные данные

Экскаватор ЭКГ-1250 $\frac{17}{1,5}$;

$g = 300$ м; $n = 76,5$ мин⁻¹; $S = 0,5$ м; $K_3 = 0,8$; $K_{и} = 0,8$; $R = 24,4$; $H = 10$ м; $t = 6$ мин, 8 мин, 10 мин.

Уравнение (6) решаем графоаналитическим методом:

$$y = tg \varphi_H, \quad y = \frac{0,03 \times g \times n \times K_3}{R \times S \times H} \times t + \varphi_H, \quad y = C \times t + \varphi_H;$$

$$C = \frac{0,03 \times 300 \times 74,5 \times 0,8}{24,4 \times 0,5 \times 10} = 4,52;$$

$$y_2 = 4,52 \times t + \varphi_H$$

Левая часть уравнения

φ , град	10	20	30	40	50	60	70	80
$tg \varphi$	0,18	0,36	0,58	0,84	1,20	1,73	2,74	5,67

Правая часть уравнения

φ, град	10	20	30	40	50	60	70	80
φ, радиан	0,175	0,35	0,524	0,70	0,87	1,05	1,22	1,40
y _{t=6}	0,63	0,8	0,98	1,15	1,32	1,5	1,67	1,85
y _{t=8}	0,78	0,95	1,13	1,30	1,47	1,65	1,82	2,00
y _{t=10}	0,93	1,10	1,28	1,45	1,62	1,80	1,97	2,15

t = 6

$$Q = \frac{0,03 \times g \times n \times K_3 \times 2 \times R_3 \times \sin \varphi \times S \times H \times K_H}{R_3 \times S \times H \times \varphi + 0,03 \times g \times n \times K_3 \times t} =$$

$$= \frac{0,03 \times 300 \times 76,5 \times 0,8 \times 2 \times 24,4 \times 0,5 \times 10 \times 0,8 \times \sin \varphi}{24,4 \times 0,5 \times 10 \times \varphi + 0,03 \times 300 \times 76,5 \times 0,8 \times t} = \frac{107516,16 \times \sin \varphi}{122 \times \varphi + 550,8 \times t}$$

φ, град	10	20	30	40	50	60	70	80
Q _{t=6}	245	377	452	493	509,7	509	495	469
Q _{t=8}	197	317	392	436	458	463	454	434
Q _{t=10}	165	274	345	91	415	424	420	403

$$R_3 = R - 0,5 \times S \times \cos \varphi;$$

$$R_3^1 = 24,4 - 0,5 \times 0,5 \times \cos 54 = 24,25 ;$$

$$R_3^2 = 24,26;$$

$$R_3^3 = 24,27;$$

$$B_1 = 2R_3' \times \sin \varphi_1 = 39 \text{ м};$$

$$B_2 = 41;$$

$$B_3 = 42.$$

На основании расчетных данных строятся графики зависимости производительности экскаватора от величины угла его поворота.

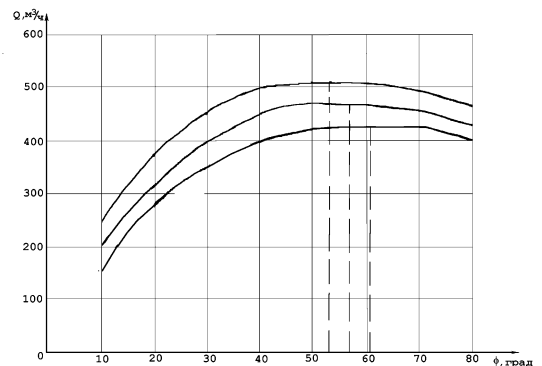
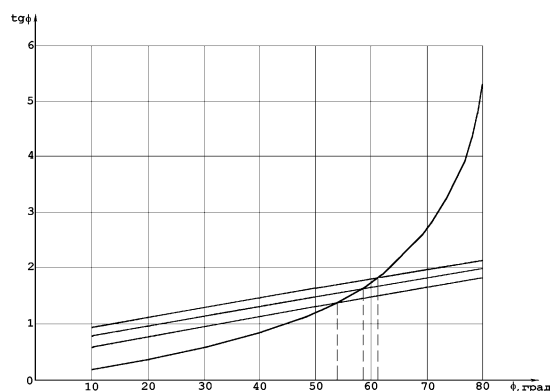


Рис.2. Графики зависимости производительности экскаватора от величины угла его поворота

Таблица 8

Варианты исходных данных для выполнения практической работы № 1

№ вари- анта	Коэф-т разрых- ления, K_p	Коэф-т наполне- ния, K_n	Высота забоя H , м	Время простоев, мин		
				t_1	t_2	t_3
1	1,36	1,1	10	6	7	8
2	1,34	1,05	11	9	10	11
3	1,32	1,0	12	6	7	12
4	1,30	0,95	13	8	9	10
5	1,28	0,90	14	6	11	12
6	1,26	0,85	15	7	8	9
7	1,24	0,8	16	6	7	8
8	1,22	0,87	17	9	10	11
9	1,20	0,88	16,5	10	12	14
10	1,18	0,91	15,5	7	9	12
11	1,21	0,93	14,5	9	11	13
12	1,25	0,95	13,5	6	10	14
13	1,27	0,97	12,5	7	9	11
14	1,29	0,99	11,5	5	8	11
15	1,31	1,07	10,5	6	9	12

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА № 2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КАРЬЕРА ПО ПОЛЕЗНОМУ ИСКОПАЕМОМУ

Задача № 1. Определение производительности карьера по расстановке погрузочного оборудования по рудному фронту (по числу добычных забоев)

По расстановке погрузочного оборудования по рудному фронту (по числу добычных забоев). Метод является ориентировочным для определения производительности карьеров, разрабатывающих крутопадающие залежи, и основным для горизонтальных залежей.

Исходные данные

Отработке подлежит крутопадающая залежь со средней горизонтальной мощностью $m = 170$ м. Угол падения рудного тела $\beta_p = 60^\circ$. Руда скальная. Средняя длина рудной залежи в пределах карьера $L_{фр} = 1630$ м. Высота уступа 12 м, угол откоса рабочего уступа $\alpha = 75^\circ$, ширина рабочей площадки $B = 60$ м.

Подвигание рудного фронта от висячего бока к лежащему. Транспорт - железнодорожный.

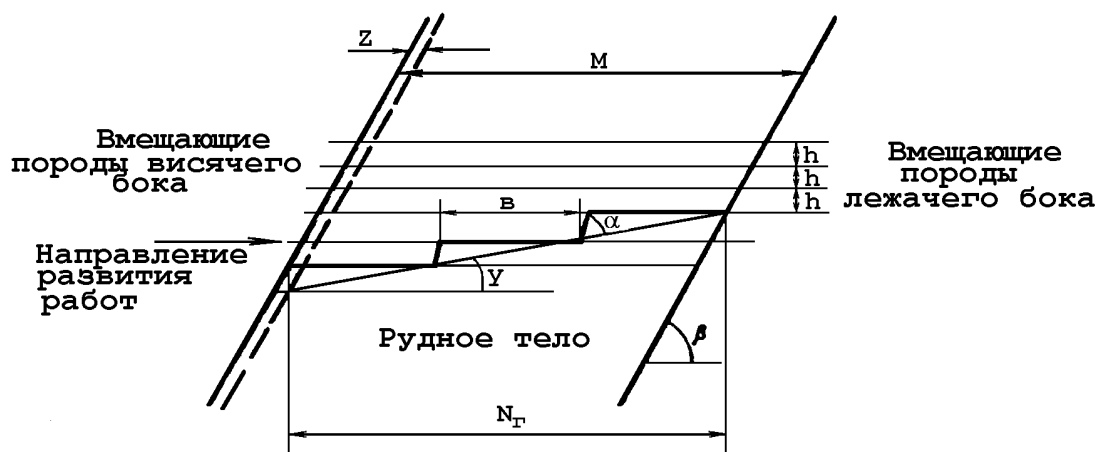


Рис. 5. Схема отработки рудного тела

Производительность карьера по руде будет равна

$$A_p = N_p \times Q,$$

где N_p – количество рудных экскаваторов;

Q – годовая производительность рудного экскаватора.

Тип экскаватора выбирается с учетом допустимой высоты забоя, которая устанавливается правилами безопасности взрывных работ в зависимости от числа взрывааемых рядов скважин (n)

при $n = 1 \dots 2$ $h_3 \leq 1,5h_q$, $h_p \leq h_q$;

$n = 3$ $h_3 \leq h_q$, $h_p \approx h$.

Принимая многорядное взрывание, будем иметь

$$h_q \geq h_p \geq 12 \text{ м.}$$

Тип экскаватора выбираем с учетом h_q ЭКГ-8И с $h_q = 13,2$ м.

Годовая производительность экскаватора составит

$$Q = \frac{3600 \times E \times T_{CM} \times K_H \times N_{CM}}{t_{ц} \times K_P} \times K_{И}.$$

При 3-х сменной работе и непрерывной рабочей недели для средней климатической зоны $N_{cm} = 780$.

K_n, K_p зависит от размера куска и составляет

Е	$d_{cp}, \text{см}$				
	15	35	55	75	95
4	<u>1,15</u>	<u>0,83</u>	<u>0,45</u>	<u>0,1</u>	-
	1,4	1,65	1,05	2,05	
6	<u>1,17</u>	<u>1</u>	<u>0,6</u>	<u>0,25</u>	-
	1,38	1,6	1,86	2,0	
8	<u>1,18</u>	<u>1,08</u>	<u>0,73</u>	<u>0,37</u>	<u>0,16</u>
	1,36	1,53	1,78	1,95	2,02
12,5	<u>1,18</u>	<u>1,09</u>	<u>0,88</u>	<u>0,55</u>	<u>0,38</u>
	1,34	1,46	1,77	1,86	2,0
20	<u>1,19</u>	<u>1,11</u>	<u>1,0</u>	<u>0,8</u>	<u>0,52</u>
	1,32	1,42	1,58	1,78	1,93

для $d_{cp} = 55$ $K_n = 0,73$ коэффициент использования экскаватора во времени

Транспорт	Схема подачи транспортных средств	K_n
Конвейерный	поточная	0,7 – 0,8
Автомобильный	поточная	0,7 – 0,8
	тупиковая	0,6 – 0,7
Железнодорожный	поточная	0,7 – 0,8
	тупиковая	0,4 – 0,6

Для определения возможного количества рудных экскаваторов определим величину горизонтальной проекции участка рабочего борта в рудной зоне

$$N_r = \frac{m - 2 \times Z}{1 \pm \frac{ctg \beta_p}{ctg \alpha}},$$

«+» – от лежащего борта к висячему;

«-» – от висячего борта к лежащему;

Z – величина зоны потерь и разубоживания.

$$Z = h \times \left(\begin{matrix} + & + \\ - & ctg \beta_p + ctg \alpha \\ + & - \end{matrix} \right)$$

где «++» – при направлении работ лежащего бока к висячему;

«-+» – при направлении работ от висячего бока к лежащему при $\alpha < \beta_p$;

«+-» – при направлении работ от висячего бока к лежащему при $\alpha > \beta_p$.

Количество рудных уступов равно

$$K = \frac{N_r}{B + h \times \operatorname{ctg} \alpha} \quad (\text{число не округляем}).$$

Число экскаваторов на уступе будет равно

$$m = \frac{L_{\text{фр}}}{L_B},$$

где L_B – длина экскаваторного блока.

Е	Длина экскаваторного блока					
	Высота уступа					
	рыхлая порода		скальная порода			
	10	12 – 15	до 10	12	15	20
до 2,5	$\frac{300}{150}$	-	$\frac{400}{200}$			
2,5 – 5	$\frac{400}{150}$		$\frac{500}{250}$			
6,3 – 12,5	-	$\frac{400}{150}$		$\frac{500}{250}$	-	$\frac{400}{200}$

в числителе – при железнодорожном транспорте;

в знаменателе – при автомобильном транспорте.

Общее число рудных экскаваторов

$$N_p = m \times K.$$

Производительность карьера по полезному ископаемому

$$A_p = N_p \times Q.$$

Таблица 12

Варианты исходных данных для решения задачи по условию примера 1

Но- мер вари- анта	М, м	β_p , град	$L_{\text{фр}}$, м	h, м	α , град	В, м	Направление подвигания рудного фронта	Вид транспорта
-----------------------------	---------	---------------------	------------------------	---------	--------------------	---------	--	-------------------

1	100	39	1610	12	70	61	От висячего борта	Железнодорожный
---	-----	----	------	----	----	----	-------------------	-----------------

Окончание табл. 12

Но- мер вари- анта	М, м	β_r , град	L _{фр} , м	h, м	α , град	В, м	Направление подвигания рудного фронта	Вид транспорта
2	95	35	2530	10	75	52	От висячего борта	Автомобильный
3	130	63	110	12	75	65	От лежачего борта	Железнодорожный
4	150	85	1070	15	70	53	От висячего борта	Автомобильный
5	145	77	830	15	65	60	От лежачего борта	Железнодорожный
6	170	75	800	15	80	55	От висячего борта	Автомобильный
7	183	65	890	12	80	70	От висячего борта	Железнодорожный
8	126	61	1120	12	80	51	От лежачего борта	Автомобильный
9	110	59	1400	12	70	55	От висячего борта	Железнодорожный
10	80	47	2170	10	65	40	От висячего борта	Автомобильный
11	195	79	740	15	75	71	От лежачего борта	Железнодорожный
12	185	69	1450	15	80	55	От лежачего борта	Автомобильный
13	135	57	1690	12	75	59	От висячего борта	Железнодорожный
14	175	59	1800	12	75	53	От лежачего борта	Автомобильный
15	145	43	1990	15	70	61	От висячего борта	Железнодорожный
16	165	80	2010	15	70	56	От висячего борта	Автомобильный
17	155	79	1760	12	75	65	От лежачего борта	Железнодорожный
18	75	39	2720	10	70	42	От висячего борта	Автомобильный

19	105	44	1360	10	65	60	От лежачего борта	Железнодорожный
----	-----	----	------	----	----	----	-------------------	-----------------

Окончание табл. 12

Но- мер вари- анта	M, м	β_p , град	L _{фр} , м	h, м	α , град	B, м	Направление подвигания рудного фронта	Вид транспорта
20	118	51	1260	10	70	43	От висячего борта	Автомобильный
21	123	55	1170	12	75	62	От лежачего борта	Железнодорожный
22	139	64	990	12	75	45	От висячего борта	Автомобильный
23	89	54	1980	10	80	55	От лежачего борта	Железнодорожный
24	98	57	2090	10	80	40	От висячего борта	Автомобильный
25	141	82	1870	12	70	67	От висячего борта	Железнодорожный

Задача № 2. Определение производительности карьера по транспортным возможностям

Максимально возможная производительность карьера устанавливается по горным возможностям, но она может быть ограничена (а иногда и определяется) транспортными возможностями (провозной способностью транспортных коммуникаций) или экономическими факторами (плановой потребностью в полезном ископаемом, а также сроками амортизации капитальных вложений).

В настоящей работе рассматривается влияние транспорта и экономических факторов на производительность карьера на примере медно-рудного месторождения, отрабатываемого карьером с применением железнодорожного транспорта. Месторождение вскрыто системой поступательных съездов с однопутной железной дорогой. Наиболее напряженным транспортным участком является съезд верхнего горизонта, в котором сосредотачивается весь грузопоток карьера и он является ограничивающим перегоном.

Для расчета примем следующие исходные данные:
уклон съезда $i = 26$ ($i = 2,6\%$), высота уступа $h = 12$ м. Транспортирование полезного ископаемого и пород вскрыши осуществляется составами из 5 думпкаров, грузоподъемностью $g_d = 85$ т, $V = 38$ м³. Скорость движения составов в грузовом направлении $V_{гх} = 15$ км/ч, в порожнем $V_{пх} = 20$ км/ч. Время на связь

между раздельными пунктами $\tau = 5$ мин. Режим работы: 357 дней в год, 3 смены в сутки по 7 ч.

Плотность: руды $\gamma_p = 3,2$ т/м³;

пород вскрыши $\gamma_n = 2,8$ т/м³.

Текущий коэффициент вскрыши $5,3$ м³/м³.

Коэффициент разрыхления руды и породы в думпкарах $K_p = 1,7$, коэффициент наполнения $K_n = 1,1$.

Решение

1. Определяем длину съезда

$$L_c = \frac{h}{i} = \frac{12}{0,026} = 461 \text{ м.}$$

2. Определяем время занятия перегона парой поездов

$$t_{\text{пер}} = t_1 + t_2 + \tau,$$

где $t_1 = \frac{60 \times L_c}{V_{\text{ГХ}}} = \frac{60 \times 0,461}{15} = 1,8$ мин - время занятия перегона поездом в грузовом направлении;

$t_2 = \frac{60 \times L_c}{V_{\text{П}}} = \frac{60 \times 0,461}{20} = 1,4$ мин - время заполнения перегона поездом в порожнем направлении.

$$t_{\text{пер}} = 1,8 + 1,4 + 5 = 8,2 \text{ мин.}$$

3. Определяем суточную пропускную способность перегона

$$N = \frac{60 \times t_{\text{CM}} \times n_{\text{CM}}}{t_{\text{ПЕР}}} = \frac{60 \times 7 \times 3}{8,2} = 153 \text{ пары поездов в сутки.}$$

С учетом того, что по перегону транспортируется руда и порода можно записать:

$$N = N_p + N_n;$$

$$N_n = n_r \times N_p;$$

$$N = N_p \times (1 + n_r);$$

$$N_p = \frac{N}{1 + n_r} = \frac{153}{1 + 5,3} = 24 \text{ пары поездов в сутки;}$$

$$N_n = N - N_p = 153 - 24 = 129 \text{ пар поездов в сутки.}$$

4. Определим массу поезда (нетто) с рудой и породой

$$Q = g \times n = \frac{V \times K_H \times \gamma}{K_P} \times n,$$

где g - масса груза в вагоне, т;
 n - число вагонов в составе;
 V - емкость вагона, м³;
 K_H - коэффициент наполнения вагона, $K_H = 1,15$;
 K_P - коэффициент разрыхления породы в вагоне;
 γ - плотность породы.

$$\text{- с рудой } Q_p = \frac{38 \times 1,15 \times 3,2}{1,7} \times 5 = 410 \text{ т}$$

(проверить по грузоподъемности вагона $Q_p \leq \Phi_v \times n$, $Q_p \leq 85 \times 5$, $Q_p = 425$,
 где Φ - грузоподъемность)

$$Q_n = \frac{38 \times 1,15 \times 2,8}{1,7} \times 5 = 360 \text{ т.}$$

5. Определяем провозную способность ограничивающего перегона

$$W = N_p \times Q_p + N_n \times Q_n = 24 \times 410 + 129 \times 360 = 56280 \text{ т/сут.}$$

6. Определим суточную производительность карьера:

- по горной массе

$$A_{\text{гм}} = \frac{W}{f} = \frac{56280}{1,2} = 46900 \text{ т/сут,}$$

где f - коэффициент неравномерности грузопотока, $f = 1,2$;

- по руде

$$A_p = \frac{A_{\text{гм}}}{1 + n_T \times \frac{\gamma_n}{\gamma_p}} = \frac{46900}{1 + 5,3 \times \frac{2,8}{3,2}} = 8300 \text{ т/сут;}$$

- по вскрышным породам

$$A_n = A_{\text{гм}} - A_p = 46900 - 8300 = 38600 \text{ т/сут, или } A_n = \frac{38600}{2,8} = 13800 \text{ м}^3.$$

7. Годовая производительность соответственно составит:

- по горной массе $A_{\text{гм}}^{\text{г}} = 357 \times 46900 = 16,7 \times 10^6 \text{ т/год;}$

- по руде $A_p^{\text{г}} = 8300 \times 357 = 3,0 \times 10^6 \text{ т/год;}$

- по породе $A_n^{\text{г}} = 16,7 \times 10^6 - 3,0 \times 10^6 = 13,7 \times 10^6 \text{ т/год.}$

Таблица 13

Варианты исходных данных для решения задачи по условию примера 2

№ вар.	i, ‰	h, м	g _в , т	п	V _{гх} , км/ч	V _{пх} , км/ч	γ _р , т/м ³	γ _п , т/м ³	K _т , м ³ /м ³	K _н	K _р
1	26	12	85	6	15	20	2,2	2,1	5,2	1,1	1,4
2	30	10	105	6	15	20	2,4	2,3	3,3	1,15	1,8
3	35	15	60	6	13	18	2,6	2,4	2,4	1,17	1,9
4	40	20	60	6	10	18	2,8	2,8	3,1	1,2	2,0
5	38	15	85	5	10	17	2,9	2,7	3,6	1,19	1,95
6	33	20	105	5	13	18	2,7	2,8	4,2	1,17	1,75
7	30	15	136	5	14	20	3,0	2,8	3,1	1,15	1,6
8	28	12	180	5	15	20	3,3	3,1	2,3	1,13	1,55
9	26	10	136	5	15	20	2,4	2,6	4,4	1,10	1,7
10	39	20	105	6	10	16	2,9	2,6	4,0	1,12	1,85
11	32	10	85	6	13	18	3,2	3,0	3,5	1,15	1,45
12	27	12	60	5	15	19	3,5	3,2	3,7	1,18	1,5
13	37	15	85	6	10	20	3,0	2,8	2,8	1,13	1,6
14	26	12	60	5	15	20	2,2	2,0	2,0	1,1	1,45
15	31	15	85	6	12	18	2,4	2,5	3,1	1,15	1,50

Задача № 3. Определение производительности карьера по экономическим условиям

Определить производительность карьера по руде с учетом проектной потребности в металле и рассчитать запасы руды в контуре карьера, необходимые для обеспечения нормативных сроков амортизации капитальных вложений (т.е. нормативный срок эксплуатации).

Исходные данные

Потребителю требуется $M = 2$ млн т чугуна в год. Содержание железа в руде $\alpha = 25\%$, коэффициент разубоживания $\rho = 0,05$, выход концентрата из руды $\varepsilon_k = 0,08$, содержание компонента в концентрате $\beta_n = 65\%$, выход металла из концентрата $\varepsilon_m = 0,8$, содержание железа в чугуне $\sigma = 0,98\%$.

Определим:

1. Выход металла из концентрата

$$\gamma_m = \frac{\beta_n \times \varepsilon_m}{\sigma} = \frac{0,65 \times 0,8}{0,98} = 0,6.$$

2. Необходимое количество концентрата

$$K = \frac{M}{\gamma_M} = \frac{2 \times 10^6}{0,98} = 3,4 \times 10^6, \text{ т.}$$

3. Содержание железа в сырой руде

$$\alpha' = \alpha \times (1 - \rho) = 0,25 \times (1 - 0,05) = 0,238.$$

4. Выход концентрата из сырой руды

$$\gamma_{KC} = \frac{\alpha' \times \varepsilon_K}{\beta_{II}} = \frac{0,238 \times 0,8}{0,65} = 0,293.$$

5. Необходимую производительность карьера по полезному ископаемому

$$A_p = \frac{K}{\gamma_{KC}} = \frac{3,4 \times 10^6}{0,293} = 11,6 \times 10^6, \text{ т.}$$

Для производства 2 млн т чугуна обогатительная фабрика должна поставлять на металлургический завод 3,4 млн т концентрата, а карьер должен поставить на обогатительную фабрику 11,6 млн т руды с содержанием полезного компонента $\gamma' = 23,8 \%$.

6. Производительность карьера должна увязываться с нормальным сроком эксплуатации, обеспечивающим амортизацию капитальных вложений.

Годовая производительность, млн т	Нормальный срок эксплуатации, $T_э$, лет
До 1 - 2	15 - 20
От 2 - 5	20 - 25
От 5 - 10	Не менее 25 - 35
Более 10	40

Таким образом, запасы руды в карьере должны составлять

$$P = A_p \times T_э = 11,6 \times 10^6 \times 40 = 464 \times 10^6 \text{ т.}$$

Таблица 14

Варианты исходных данных для решения задачи по условию примера 3

№ вар.	M_M	α , %	ρ	ε_K	β_{II}	ε_M	σ
--------	-------	--------------	--------	-----------------	--------------	-----------------	----------

1	2,0	25	0,05	0,8	0,65	0,9	0,98
2	1,9	30	0,03	0,84	0,64	0,85	0,99
3	1,8	27	0,07	0,87	0,63	0,9	0,98
4	1,7	22	0,09	0,81	0,62	0,84	0,97
5	1,6	29	0,04	0,89	0,61	0,89	0,99

Окончание табл. 14

№ вар.	M_m	α , %	ρ	ε_k	β_{Π}	ε_m	σ
6	0,9	35	0,06	0,9	0,60	0,85	0,96
7	1,1	24	0,08	0,75	0,65	0,88	0,99
8	1,5	33	0,03	0,81	0,64	0,84	0,98
9	1,3	26	0,04	0,74	0,63	0,87	0,97
10	1,7	31	0,05	0,82	0,62	0,85	0,95
11	0,8	28	0,09	0,75	0,61	0,86	0,96
12	0,6	21	0,08	0,83	0,60	0,80	0,99
13	0,5	34	0,07	0,76	0,65	0,81	0,98
14	1,1	23	0,03	0,9	0,64	0,82	0,97
15	0,7	32	0,09	0,77	0,63	0,83	0,95

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 3

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ДЛИНЫ ЭКСКАВАТОРНЫХ БЛОКОВ

Длина экскаваторных блоков или фронт работ на уступе, приходящийся на один экскаватор, существенно влияют на интенсивность отработки уступа и производительность экскаватора. При железнодорожном транспорте L_6 изменяется в широких пределах от 250 до 1800 м, при автомобильном - от 50...100 до 200...300 м.

Главными факторами, определяющими L_6 с учетом высокой интенсивности разработки месторождений, является условие расстановки экскаваторов при данном способе транспортирования и условия обеспечения экскаватора взорванной массой на определенный срок бесперебойной работы.

При применении многорядного короткозамедленного взрывания БВР могут вестись с любым опережением независимо от экскаваторных работ, при этом время простоев экскаватора в ожидании массового взрыва сводится к минимуму.

По условиям работы железнодорожного транспорта расстояние между смежными забоями должно быть в 2,5 - 3 раза больше длины поезда, поэтому минимальная L_6 может быть принята 250...300 м для скальных пород при БВР и 150...200 м для нескальных пород без БВР, а для автотранспорта 50...100 м.

По данным института "Гипроруда" рекомендуются следующие значения L_6

Породы	Транспорт	Длина блока, м (при E, м³)		
		1 - 3	3	6
скальные	железнодорожный	200 - 300	400 - 500	500
	автомобильный	200	300	400
нескальные	железнодорожный	150 - 200	300	400
	автомобильный	100 - 150	200	250

Фактическая L_6 определяется в результате расчетов и анализа конкретных условий L_6 , обеспечивающую необходимую скорость углубки карьера h_r можно определить из неравенства

$$L_6 \leq \frac{12 \times Q}{h_r \times h \times (ctg\varphi \pm ctg\beta)},$$

где Q - производительность экскаватора, м³/ч;
 h - высота уступа, м;
 φ - угол рабочего борта карьера, град.;
 β - угол падения рудной залежи, град.;
«+» - от лежащего бока к висячему;
«-» - от висячего бока к лежащему.

Ориентировочно потребное понижение горных работ составляет

$$h_r = \frac{A_p}{S_p}, \text{ м/год},$$

где A_p - производительность карьера по руде, м³/год;
 S_p - средняя горизонтальная площадь рудного тела, м².

Так как $L_6 = \frac{L_\phi}{n}$ (L_ϕ - длина фронта работ на уступе, м; n - число экскаваторных блоков на уступе), то

$$L_\phi \leq \frac{12 \times Q \times S_p \times n}{1000 \times A_p \times h \times (ctg\varphi \pm ctg\beta)}. \quad (1)$$

По обеспеченности экскаватора взорванной горной массой зависимость между L_ϕ и n можно определить с помощью формулы Ф.К. Алексеева

$$L_\phi \geq \frac{K \times Q \times n}{1000 \times a \times h}, \quad (2)$$

где K - коэффициент резерва, мес.;
 Q - ширина взрывающей ленты, м.

Для определения оптимального числа блоков воспользуемся формулой Е.Ф. Шешко, выведенной для условий обеспечения каждого экскаватора независимым железнодорожным путем

$$t_{\Pi} \geq 2 \times (n - 1) \times \left[\frac{L}{V} + \left(1 + \frac{1}{n} \right) \times \frac{0,5 \times L_{\Phi}}{V_{\Phi}} + \tau \right], \text{ ч},$$

где t_{Π} - время погрузки состава, исключаящее простои экскаватора из-за работы других экскаваторов на уступе, ч;

L - расстояние от обменного пункта до забоя, км;

V_{Φ} , V - скорость движения поезда соответственно по забойным и соединительным путям, км/ч;

τ - время на связь, ч.

Первая часть формулы представляет число блоков, на которых производится обмен поездов, а оставшаяся часть - среднее время обмена.

Решим это уравнение относительно L_{Φ} , получим

$$L_{\Phi} \leq \frac{V_{\Phi} \times \left[t_{\Pi} - 2 \times (n - 1) \times \left(\frac{L}{V} + \tau \right) \right]}{n - \frac{1}{n}}, \text{ км}. \quad (3)$$

Решая уравнения (1 – 3), можно определить область оптимальных значений длины фронта работ на уступе в зависимости от числа экскаваторных блоков, а значит, и оптимальное значение L_{Φ} .

Пример

Производительность экскаватора $Q = 40$ тыс. м³/мес.

Производительность карьера по руде $A_p = 2,54$ млн м³/год.

Горизонтальная площадь рудного тела $S_p = 347$ тыс. м².

Высота уступа 12 м.

Угол рабочего борта карьера $8^{\circ}12'$.

Угол падения рудной залежи $\beta = 90^{\circ}$.

Коэффициент резерва 2 мес.

Ширина взрываваемой полосы $a = 24$ м.

Время погрузки состава 0,83 ч.

Расстояние от забоя до обменного пункта $L = 0,5$ км.

Скорость движения поезда:

- по соединительным путям $V = 15$ км/ч;

- по забойным путям $V_{\Phi} = 10$ км/ч.

Время на связь $\tau = 0,03$ ч.

Подставим исходные данные в формулы (1 – 3).

$$L_{\phi} \leq \frac{12 \times Q \times S_p \times n}{1000 \times A_p \times h \times (ctg\varphi \pm ctg\beta)} = \frac{12 \times 40 \times 10^3 \times 347 \times 10^3 \times n}{1000 \times 2540 \times 12 \times (6,9 \pm 0)};$$

$$L_{\phi} \leq 0,8n;$$

$$L_{\phi} \geq \frac{K \times Q \times n}{1000 \times a \times h}, L_{\phi} \geq \frac{2 \times 40 \times 10^3 \times n}{1000 \times 24 \times 12}; L_{\phi} \geq 0,28n;$$

$$L_{\phi} \leq \frac{V_{\phi} \times \left[t_n - 2 \times (n-1) \times \left(\frac{L}{V} + \tau \right) \right]}{n - \frac{1}{n}};$$

$$L_{\phi} \leq \frac{10 \times \left[0,83 - 2 \times (n-1) \times \left(\frac{0,5}{15} + 0,03 \right) \right]}{n - \frac{1}{n}};$$

$$L_{\phi} \leq \frac{8,3 - 1,27 \times (n-1)}{n - \frac{1}{n}}.$$

Зависимость между L_d и n при конкретных значениях L_{ϕ} составит:

1. При обеспечении необходимой скорости углубки карьера $L_{\phi} \leq n$

n	1	2	3	4	5
L_{ϕ} , км	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0

2. При обеспечении взорванной горной массой ($L_{\phi} \geq n$)

n	1	2	3	4	5
L_{ϕ} , км	0,28	0,56	0,84	1,12	1,4

3. При обеспечении забоев порожняком ($L_{\phi} \leq \frac{8,3 - 1,27 \times (n-1)}{n - \frac{1}{n}}$)

n	1	2	3	4	5
L_{ϕ} , км	∞	4,7	2,16	1,2	0,68

После построения графиков видно, что область оптимальных значений ограничена зависимостями 2, 3, характеризующими технологию работ (рыхление и транспортирование), и зависимостью 1, характеризует

интенсивность ведения горных работ (рис. 6). Оптимальное значение будет находиться в центре тяжести треугольника (центр тяжести расположен на пересечении медиан т. О). Если известна длина фронта работ на уступе (принимая $L_{\phi} = 1,5$ км), то получаем число блоков 2 - 3, т.е. длина одного блока должна составлять 500...750 м. Максимально допустимое число блоков 4 при $L_{\phi} = 1,1$ км, т.е.

$$L_{\phi \min} = \frac{1100}{4} = 225 \text{ м.}$$

Максимальная длина фронта работ будет достигнута при $n=3$, $L_{\phi} = 2,2$ км, т.е. $L_{\phi} = \frac{2200}{3} = 730$ м.

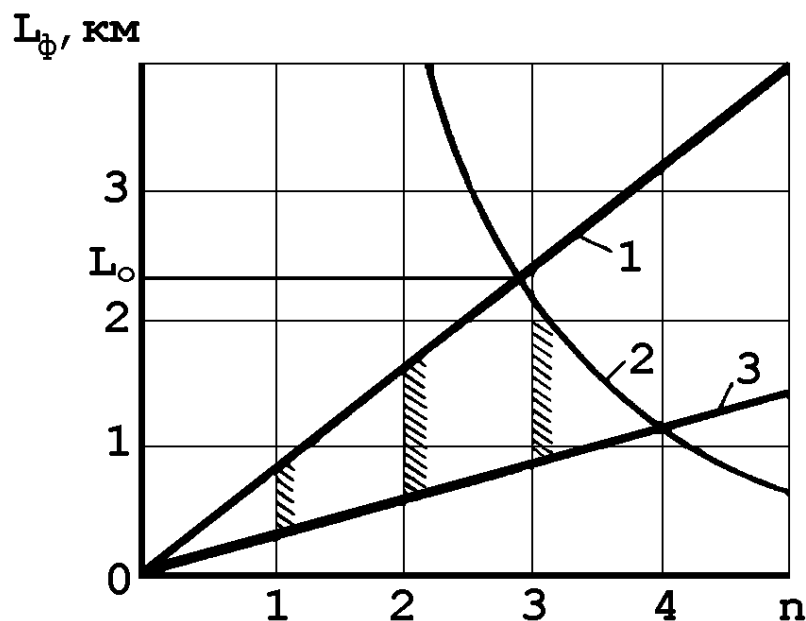


Рис.6. Зависимость между n при конкретных значениях L_{ϕ}

Варианты заданий приведены в табл. 15.

Таблица 15

№ вар.	Q, тыс.м ³ /мес	A _p , млн м ³	S _p , тыс.м ²	h, м	φ, град	β, град	K, мес	a, м	t _п , ч	L, км	V, км/ч	V _ф , км/ч	Исследовать
1	20	1,2	200	8	5	30	0,5	12	0,5	0,3	10	6	Q от 20 до 60
2	22	1,4	210	8,5	5,5	35	0,75	13	0,55	0,35	11	7	A _p от 1 до 4
3	24	1,6	220	9	6	40	1	14	0,6	0,4	12	8	S _p от 200 до 400
4	26	1,8	230	9,5	6,5	45	1,25	15	0,65	0,45	13	9	h от 8 до 17
5	28	2	240	10	7	50	1,5	16	0,7	0,5	14	10	φ от 6 до 12
6	30	2,2	250	10,5	7,5	55	1,75	17	0,75	0,55	15	11	β от 30 до 90
7	32	2,4	260	11	8	60	2,0	18	0,8	0,6	16	12	K от 0,25 до 2,5
8	34	2,6	270	11,5	8,5	65	2,25	19	0,85	0,65	17	13	a от 12 до 30
9	36	2,8	280	12	9	70	2,5	20	0,9	0,7	18	14	t _п от 0,5 до 1,5
10	38	3,0	290	12,5	9,5	75	2,25	21	0,95	0,75	19	15	L от 0,3 до 1
11	40	2,1	300	13	10	80	2,0	22	1,0	0,8	20	14	V от 10 до 20
12	42	2,3	310	13,5	10,5	85	1,75	23	1,05	0,85	19	13	V _ф от 6 до 15
13	44	2,5	320	14	11	90	1,5	24	1,1	0,9	18	12	Q от 20 до 60
14	46	2,7	330	14,5	11,5	85	1,25	25	1,15	0,95	17	11	A _p от 1 до 4
15	48	2,9	340	15	12	80	1,0	26	1,2	1,0	16	10	S _p от 200 до 400
16	50	3,1	350	15,5	11,5	75	0,75	27	1,25	0,95	15	9	h от 8 до 17
17	52	2,2	360	16	11	70	0,5	28	1,3	0,9	14	8	φ от 6 до 12
18	54	2,4	370	16,5	10	65	2	29	1,35	0,8	16	7	β от 25 до 90
19	56	2,6	380	17	10,5	60	1,75	30	1,4	0,85	12	6	K от 0,25 до 2,5
20	58	2,8	390	16,5	9	55	1,5	28	1,45	0,7	11	7	Q от 12 до 30
21	60	3,0	400	16	9,5	50	1,25	26	1,5	0,75	10	8	t _п от 0,5 до 1,5
22	62	3,2	380	15,5	9	45	1,0	24	1,3	0,6	9	9	L от 0,3 до 1
23	64	3,4	360	15	8,5	40	0,75	22	1,2	0,65	8	6	V от 10 до 20
24	66	3,6	340	14,5	8	35	0,5	20	1,1	0,5	7	7	V _ф от 6 до 15
25	0,8	3,8	320	12	6	30	0,25	18	1,0	0,55	10	7	Q от 20 до 60

