

Лекция 11

**6.4. Проектирование установок кучного выщелачивания и
определение эксплуатационных и капитальных затрат**

6.4.1. Общие положения

Процесс проектирования начинается с набора данных, которые накапливают постепенно. Собирают данные о геологии залежи, горной добыче руды, по технологии ее переработки. Получают сведения, связанные со статусом получения разрешения на осуществление проекта. После накопления необходимых данных проектирование осуществляют в три этапа:

1. Предварительная предпроектная проработка для обоснования приобретения обнаруженной залежи.
2. Разработка концептуальной организации производства и технико-экономический выбор технологии для проектируемого участка
3. Составление рабочего проекта на сооружение участка и его эксплуатацию.

Решение о возможности реализации проекта может быть принято на любой стадии каждого из этапов проектирования. Переход от выявления руды до создания проекта детальной технологии должен осуществляться через хорошо продуманную программу интегральных исследований, осуществляемых комплексной группой опытных исследователей и проектантов-специалистов разных специальностей.

Проектирование проводят на базе системного подхода, включающего стадии планирования и проектирования. Системный подход к проектированию позволяет существенно сократить затраты в сравнении с неформализованным проектированием установки кучного выщелачивания.

Общий вид постепенной разработки проекта создания предприятия для переработки минерального сырья представлен на рис. 5.10., 5.11. После открытия и приобретения рудной залежи составляют первоначальную

программу для сбора данных по геологии, гидрогеологии, горной добыче и предполагаемой технологии, необходимые для проекта. В конце этой начальной программы оценивают направление работ. Работы по проекту прекратить или отложить, доразведать рудную залежь и начать добычу руды, или же накапливать дополнительные сведения в надежде улучшить экономическую надежность и показатели, закладываемые в проект. Процесс сбора продолжается до получения надежного решения на рентабельность переработки минерального сырья или до решения отложить разработку проекта в надежде на повышение цен на извлекаемый металл или на создание нового поколения технологических процессов, обеспечивающих эффективную переработку данного минерального сырья.

Концепция системного поэтапного проектирования требует детализации соответствующей разрабатываемой стадии проекта. Фактически каждая последующая детализация проекта упирается в экономику, потому что только она одна определяет качество проектного решения: можно ли считать проект «проходным» или он «проходной» при его дальнейшей доработке или же проект получается нерентабельным

Концепция системного поэтапного проектирования требует детализации соответствующей разрабатываемой стадии проекта. Фактически каждая последующая детализация проекта упирается в экономику, потому что только она одна определяет качество проектного решения: можно ли считать проект «проходным» или он «проходной» при его дальнейшей доработке или же проект получается нерентабельным («не проходной»). Три решающих стадии проекта — это первая оценка проекта, вторая оценка проекта и возможное обоснование. Первая оценка проекта включает информацию о залежи (рис. 6.9.). Все оценки связаны с достоверностью определения затрат, которая составляет +35—40% для первой оценки, +25-30% для второй оценки и +15-20% для третьей оценки. Эти пределы могут быть вполне приемлемы для заказчиков на строительство предприятия с валовым доходом более 500 млн. USD в год и они могут быть неприемлемы для заказчика на строительство

малых предприятий с доходом менее 50 млн. USD в год. и они могут быть неприемлемы для заказчика на строительство малых предприятий с доходом менее 50 млн. USD в год. Таким образом, чем более детализирована закладываемая в проект информация, тем достовернее получается проектное решение. И обратно, нельзя принимать для составления проекта величины отличающиеся в 2 раза, например, запроектировать установку по сорбционной переработке продуктивных растворов производительностью 2-4 м³/мин, так как в этом случае оценка капитальных затрат не может иметь достоверность ниже 50%.

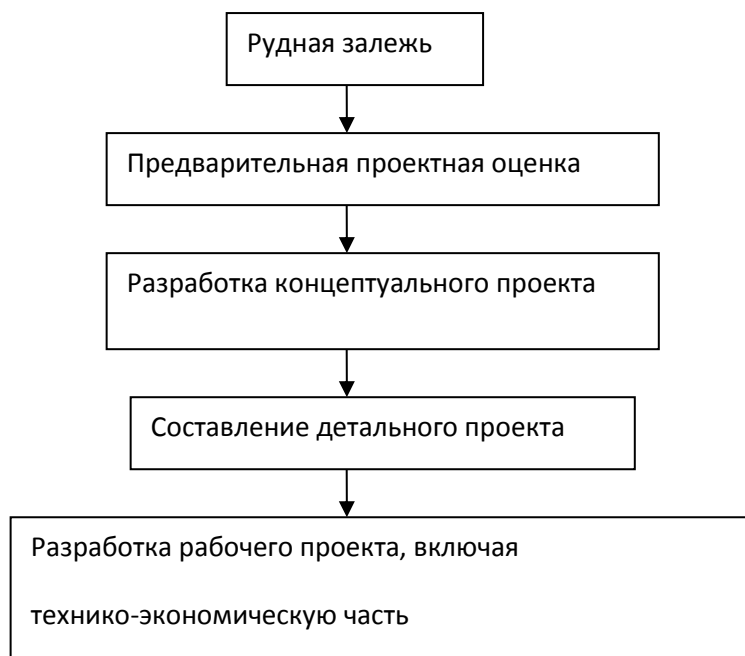


Рис. 6.9. Схема системного проектирования предприятия для переработки минерального

Число стадий проектирования для любого проекта зависит от разных специфичных факторов и в этом случае трехфазная оценка проекта представляет собой каркас для экономической оценки проекта на трех различных уровнях разработки технических показателей.

Эти три фазы составления оценок проекта требуют специфические виды геологической, технологической и экономической информации, включая постановку целей для проектирования.

5.4.2. Постановка задачи (Задание на проектирование)

Заказчик может разделить эту задачу введения предприятия в производство на несколько стадий, фаз или ступеней. Заказчик может осуществить эффективность проекта с точки зрения конечной цели путем последовательной детализации, проводя цикл работ на каждой стадии. Для каждой стадии существует набор исходных данных, необходимых для завершения конкретного этапа, которые, как правило, разрабатывает отдельно специализированная исследовательская организация.

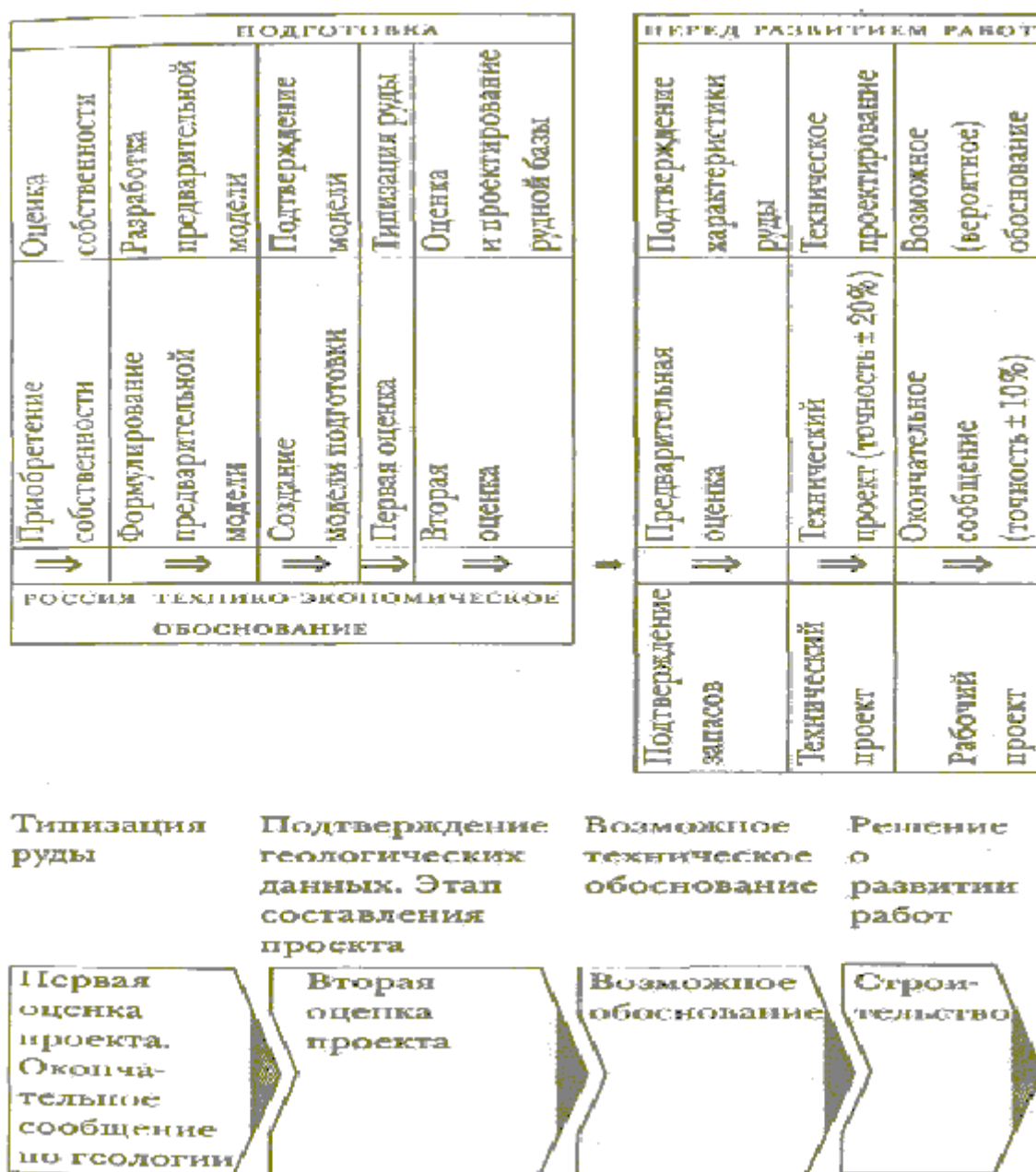


Рис. 6.10. Основные этапы разработки проекта

Определение общей цели проекта может привести к разработке общей, так называемой «дорожной карты» (сетевого графика) проекта.

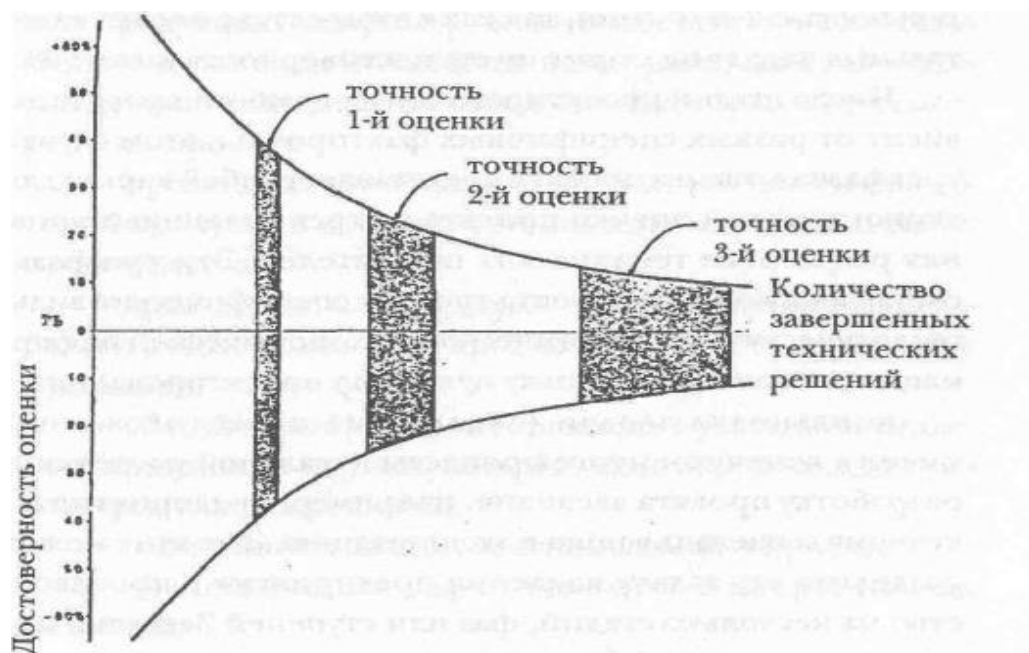


Рис. 6.11. Достоверность оценки затрат в зависимости от количества завершённых технических решений

Например, общая проектная цель могла бы привести к завершению строительства запроектированного предприятия по добыче золота, молибдена, вольфрама, меди или другого ценного компонента к 1 марта 1999 года при капитальных затратах 10 млн. USD и ожидаемых эксплуатационных расходов не более 5 USD/г. золота. Когда заказчик определит, где он хочет строить предприятие, он установит ряд этапов проектирования, связанных с достижением цели. Эти этапы действуют как контрольные вехи для получения проекта предприятия, например кучного выщелачивания, к вводу в эксплуатацию.

6.4.3. Исходные данные

Исходные данные по геологическим факторам включают в себя следующую информацию:

- общее положение залежи и гидрогеологическую обстановку в регионе;
- общие размеры, геометрию и содержание ценных компонентов в залежи;
- преобладающие минералы и их относительные содержания, размеры частиц, характеристику минералогической комплексности и специфику рудовмещающих пород;
- тип руд и направление распространения залежи (минералогия рудного тела, определение типа добываемых руд, уточнение водоупоров и водных горизонтов, а также карту отбора проб для технологических испытаний, указание точности опробования и паспорта на руду в отобранных пробах;
- рекомендации по выбору оптимальной крупности дробления руды;
- указание на содержание глин или тонкоизмельченных минералов, способных вызывать кольятацию пластов, определение необходимости агломерации рудного материала и выбор метода агломерации; — описание географических и общих факторов, обуславливающих привязку проектируемого производства к выбранной промышленной площадке (проектные трудности, связанные с рельефом местности);
- число разведочных скважин и их размещение;
- интервалы опробования и их последовательность;
- бортовое содержания извлекаемого компонента, например, золота или меди, для подсчета запасов залежи;
- запасы руды и среднее содержание извлекаемого компонента в залежи;
- первоначальный концептуальный план;
- предполагаемое разубоживание добываемых руд;
- продолжительность отработки залежи или отработки месторождения;
- методику погашения отработанных запасов и их приращивания.

Геологическая информация помогает выбрать метод горной отработки месторождения или залежи, определить факторы разубоживания минеральной сырья, например, золотосодержащего, уточнить среднее содержание извлекаемого компонента в перерабатываемых рудах

Исходные данные по технологии, включая технику проведения работ:

- характеристика технологии извлечения ценных компонентов из минерального сырья, описание системы кучного выщелачивания, включая сооружение площадки, карт, системы трубопроводов и разбрызгивателей, коллекторов, канавок, определение высоты штабеля, числа этажей (слоев), системы отсыпки штабелей и т.д.;

- описание процесса извлечения ценного компонента, например, золота или меди, из продуктивных растворов методами сорбции на активированных углях или ионообменных смолах, цементации или химического осаждения и рекомендации по многократному использованию полученных маточников для орошения рудного материала в эксплуатируемых штабелях (водооборот в процессе кучного выщелачивания);

- указание типа используемого старого процесса (перенесение опыта действующих эксплуатируемых процессов) или создание нового процесса имеющего «ноу-хау» с разработкой нестандартного оборудования;

- величина извлечения ценного компонента при кучном выщелачивании минерального сырья в сравнении с чановым выщелачиванием;

- описание технологии переработки продуктивных растворов кучного выщелачивания с описанием процессов выделения из них ценных компонентов, качества полученной готовой продукции;

- характеристика основного типа инфраструктуры для включения в проект (дороги, линии электропередачи, мосты и т.д.);

- существенные вопросы охраны окружающей среды и специальные разрешающие документы, необходимые для организации производства;

- указания проблем в обеспечении производства водой, получение прав на использование воды.

Технологическая информация определяет вид используемого процесса и извлечения ценного компонента.

Исходные данные, связанные с экономикой и рынком:

— информация по колебанию цен на полученную готовую продукцию, например, золото и серебро, цементную медь, чистые соли молибдена, вольфрама, скандия и других ценных компонентов, извлечение которых предусмотрено по проекту;

— предельная величина себестоимости получения готовой продукции и проектируемая прибыль создаваемого производства;

— продолжительность отработки рудника, рудоперерабатывающего комплекса, продолжительность износа оборудования;

— общий фактор дисконтирования с указанием недисконтированного периода возврата капитала по каждому из альтернативных решений;

— величины пошлины, закладываемой в проект;

— экономическая характеристика альтернативных решений.

Практика

6.4.4. Оценка проекта

Завершение первоначальной экономической оценки помогает установить капитальные и эксплуатационные затраты для разных альтернативных решений, предусматривает создание экономической калькуляции «чувствительности» для цены получаемого металла таких операций, как горная добыча, технологическое извлечение ценных компонентов, капитальных и эксплуатационных затрат. Примеры расчетов «чувствительности» показаны на рис. 5.12. Важными факторами в оценке нормы прибыли (ROR) и чистой цены для текущего периода (NPV) является цена и содержание извлекаемого компонента в минеральном сырье, величины извлечения ценных металлов, хотя они и не показаны на рис. 5.15. столь же важны, как цена и содержания. Эти три фактора в совокупности определяют чистый доход, т.е. поступление «живых» денег при отработке залежи.

При определении первоначальной экономической оценки проекта важным является составление календарного плана («сетового графика»), определяющего начало производства на запроектированном предприятии. Каждый дополнительный год до начала производства увеличивает влияние степени дисконтирования (возврата затраченного капитала) на чистые текущие цены. Когда заказчиками являются маленькие или небольшие горные компании приходится обеспечивать быстрый возврат «живых» денег от новых проектов для одновременного осуществления других необходимых мероприятий типа разведки или доразведки рудных площадей или на приобретение новых площадей.

При разработке первой оценки проекта важно определить ключевые проблемы проекта. Важно сохранить приоритеты проекта и ограничить затраты капитала. Цель заказчика — наименьшая затрата капитала с наибольшей целесообразностью этой затраты. Например, зачем надо тратить миллионы долларов на бурение в полном объеме, если ключевой проблемой является технологическое извлечение, определяемое типом добываемой руды? Или зачем осуществлять полный цикл бурения, если есть серьезные сомнения в наличии воды в пределах экономически разумного расстояния? При недостаточно предсказуемых оценках эффективности процесса на ранних стадиях проекта заказчик должен учиться регулировать состав проекта по ходу его освоения, вырабатывая свой собственный опыт и видение решения проектируемого производства.

При обсуждении результатов первой оценки проекта заказчику приходится учитывать фактор риска, который заказчик может взять на себя, вернее вправе взять на себя. Насколько точно заказчик хочет оценить запасы руд, провести технологические исследования, включая опытно-промышленные, довести проектирование до своего логического завершения.

Если заказчик желает взять на себя больше риска, тогда легче и дешевле достичь решения об организации производства уже к концу составления первой оценки. Если заказчик желает меньше риска, тогда ему придется

понести расходы, связанные с осуществлением еще одной (второй) оценочной стадии, на проведение доразведки залежи и дополнительных исследовательских работ. Более «рисковыми» заказчиками могут быть приняты положительные решения об организации запроектированного производства, в то время как «осторожные» компании продолжают разработку и уточнение подобного типа проектов по ряду соображений.

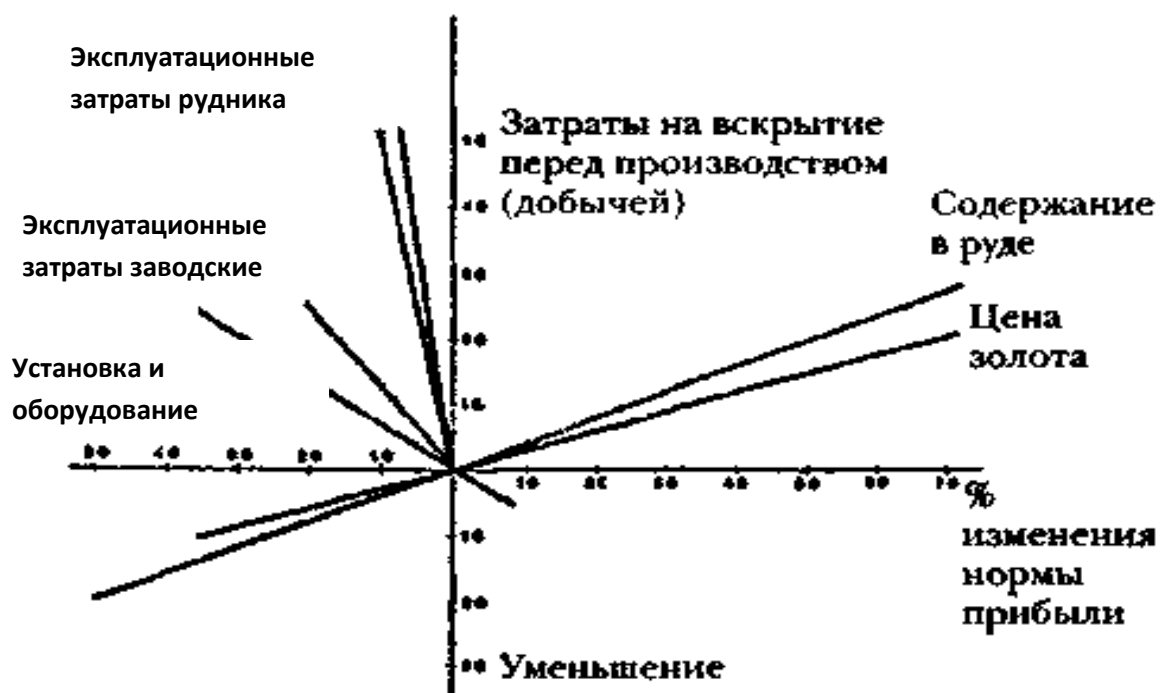


Рис. 6.12. Чувствительность расчетов

Информацию из опубликованных данных или данных, накопленных заказчиком на других производствах, можно использовать для оценки риска, который берет на себя заказчик при принятии решения о строительстве предприятия кучного выщелачивания на стадии первой оценки проекта. Для этого заказчик использует факторы и индексы стоимости в переводе на текущий период. Переводные факторы на другой масштаб производства обычно используют в горном производстве, чтобы перевести известные затраты с данного проекта с одним масштабом производства к другому. Хотя факторы и варьируют, обычно применяемый фактор равен 0,6. Типичными являются факторы от 0,5 до 0,7. Переводные затраты с использованием

масштабных факторов выражаются соотношением: Затраты А = Затраты В. Результирующая оценка будет в денежных единицах старого проекта. Для перевода в текущие цены нужно индексы затрат привести в действующие сегодня цены.

Фирма «АМАЧ» (Engineering and Management Services Co. — АЕМС) в начале 80-х годов обнаружила, что использование любого индивидуального индекса не аппроксимирует затраты в горной промышленности. Поэтому она ввела комплексный индекс, который более достоверно можно применять для проектов в горной и гидрометаллургической промышленности. В определенной степени комплексный индекс учитывает оборудование, химикаты и материалы, трудовые затраты и фактор контроля загрязнения окружающей среды. Комплексный индекс АЕМС в табл. 5.6. сравнивается с другими индексами затрат на строительство предприятий в горной и гидрометаллургической промышленности. Отчасти этот индекс позволяет учитывать наблюдаемые в промышленности инфляционные явления.

ВТОРАЯ ОЦЕНКА ПРОЕКТА начинается при решении о его осуществлении по итогам первой оценки проекта. К завершению второй программы детализации (вторая оценка проекта) должно быть решено несколько принципиальных вопросов:

- подтверждены геологические запасы месторождения;
- уточнены горные и технологические данные и разработаны общестроительные чертежи;
- завершены исследования окружающей среды;
- приобретены права на воду (аренда);
- определена концепция проекта и его экономическая предпочтительность по сравнению с выявленными альтернативами.
- определено количество необходимых подготовительных работ на местности;
- определены положения подъездных путей, приобретение в случае необходимости права на проезд;

- уточнены источники энергии, прокладки линии электропередачи;
- установлено количество типов вспомогательного оборудования, требуемого для производства, включая здание управления, лаборатории, склада готовой продукции, хранилища золота, систему безопасности, размещение твердых хвостов;
- составлен пооперационный план проекта (сетевой график) и утвержден в соответствующих законодательных организациях;
- завершены исследования по состоянию окружающей среды на начало освоения запроектированного предприятия и утверждена необходимая документация у соответствующих законодательных организаций;
- получены разрешения на проведение работ.

К моменту завершения разработки второй оценки должны быть выполнены общие обзорные чертежи. После определения вопросов с использованием стандартного и нестандартного оборудования, а также создания плана горной отработки производят детальную оценку капитальных и эксплуатационных затрат. Детальный перечень оборудования определяют на основе общих обзорных чертежей.

Эксплуатационные затраты рассчитываются легко, так как затраты на кучное выщелачивания определяются затратами на воду, реагенты, уголь или сорбент, электричество и общий расход химикатов и вспомогательных материалов.

Таблица 6.6.

Сравнение комплексного индекса AEMS с другими индексами затрат на строительство предприятий в горной и гидрометаллургической промышленности

Год	Квартал	Оборудование	Материалы	Трудозатраты	комплексный индекс	Фактор контроля биосферы	Модифицированный индекс
1965		100,0	100,0	100,0	100,0		100,0
1966		103,1	102,0	105,7	103,6	1,005	104,0
1967		107,4	103,6	112,8	107,9	1,010	109,0
1968		111,4	105,7	121,7	112,9	,015	114,6
1969		116,0	110,8	113,6	120,1	1,020	122,5
1970		123,8	118,2	150,4	130,8	1,025	134,1

1971		130,9	125,1	170,7	142,2	1,030	146,5
1972		135,3	131,0	186,2	150,8	1,035	156,1
1973		139,8	137,9	200,2	159,3	1,040	165,7
1974		160,7	175,1	213,5	183,1	1,045	191,3
1975		183,9	198,6	232,1	205,1	1,050	215,4
1976		196,9	210,0	250,5	219,1	1,055	231,1
1977		212,3	222,3	265,3	233,3	1,060	247,3
1978		130,2	243,7	282,4	252,1	1,065	268,5
1979		252,4	270,4	301,6	274,8	1,070	294,0
1980		278,6	296,8	326,7	300,7	1,075	323,3
1981		305,9	328,2	358,8	331,0	1,079	357,1
1979	1 кв	244,3	262,4	291,4	266,0	1,066	283,6
	2 кв	250,1	267,6	294,7	270,8	1,068	289,2
	3 кв	255,1	272,7	307,8	278,5	1,071	298,3
	4 кв	260,3	278,7	312,4	283,8	1,072	304,2
1980	1 кв	269,1	288,9	314,3	290,9	1,073	312,0
	2 кв	274,6	296,0	318,3	296,3	1,074	318,2
	3 кв	279,0	296,7	334,0	303,2	1,076	326,2
	4 кв	291,8	305,5	340,4	312,6	1,077	336,7
1981	1 кв	295,6	317,7	342,6	318,7	1,078	343,6
	2 кв	304,5	325,5	349,1	326,4	1,79	352,2
	3 кв	310,3	331,4	364,5	335,4	1,079	361,9
	4 кв	313,0	338,0	379,2 (P)	343,4	1,079	370,5

Также определяют трудовые затраты. Общие статьи расхода типа «Ремонт и обслуживание» можно рассчитать с использованием определенного процента, установленного по опыту работы аналогичных предприятий. Сведения о затратах должны быть столь же достоверны, как геологическая и технологическая информация. Приемлемый уровень точности этой оценки может колебаться в пределах $\pm 20\%$.

Для повышения точности определения экономических показателей проекта на второй стадии проведения работ более широко используют данные внешних источников по стоимостным параметрам, используют накопленный опыт при эксплуатации установок кучного выщелачивания в условиях приближенных к проектируемому предприятию. Накопленный опыт позволяет выяснить специфику оценки рудных запасов, планирования горных работ, разработку схем, оценку извлечения, выделение рудных типов, нестандартности используемого оборудования установки, водоснабжение, получение энергии, вопросы техники безопасности и т.д.

Сопоставление комплексного и индивидуальных индексов на строительство в США предприятий в горной и гидрометаллургической промышленности. Посещение действующих, приближенных к проектируемому, участков

кучного выщелачивания позволяет уяснить пути решения таких вопросов, как использование условий местности, учета плана поверхности, специфику плана горных работ в рудоносных пластах подобной залежи, уяснить многие дискуссионные вопросы, в результате чего точность экономической оценки на втором этапе работ по проектированию составит 10-12%.

В качестве примера Каппес рассчитал типичные эксплуатационные затраты на переработку 2000 т руды в сутки по способу кучного выщелачивания. Общие затраты в 1985 г. составили 8,7 USD/т. При уменьшении производительности установки по руде до 1900 т/сутки общие эксплуатационные затраты возрастают до 8,98 USD/т (табл. 6.7.). В связи с инфляцией эти же затраты в 1987 г. при производительности 1900 т/сутки составляют 9,1 USD/сутки. При переработке этой же руды по стандартной гидрометаллургической схеме, включающей чановое выщелачивание и сорбционную переработку растворов или пульп эксплуатационные затраты примерно в два раза выше, чем при кучном выщелачивании (рис. 6.13.-6.17.).

Компоненты эксплуатационных затрат можно проиллюстрировать на примере кучного выщелачивания золота цианистыми растворами на установке «Ортиз», действовавшей в период 1978-1986 гг. в северной части шт. Нью-Мексико в США.

Там было переработано 7 млн. т руды со средним содержанием золота 1,5 г/т. Добыча руды производилась открытым способом. Затраты на получение руды зависят от величины вскрышных работ и расстояния транспортировки руды, селективности ее добычи, требуемой сортности при подземной добыче и выбора оборудования. Добыча руды может осуществляться подрядчиком и тогда расходы на ее добычу вносятся в калькуляцию эксплуатационных затрат в виде стоимости рудного сырья. Если материал уже «вынут», то есть перерабатывают дамбовые хвосты и горные отвалы, затраты на рудное сырье могут быть небольшими и размер их зависит от метода и расстояния их транспортировки.



Рис. 6.13. Влияние производительности установки кучного выщелачивания на капитальные затраты на



Рис. 6.14. Влияние производительности установки на капитальные затраты при агитационном выщелачивании и

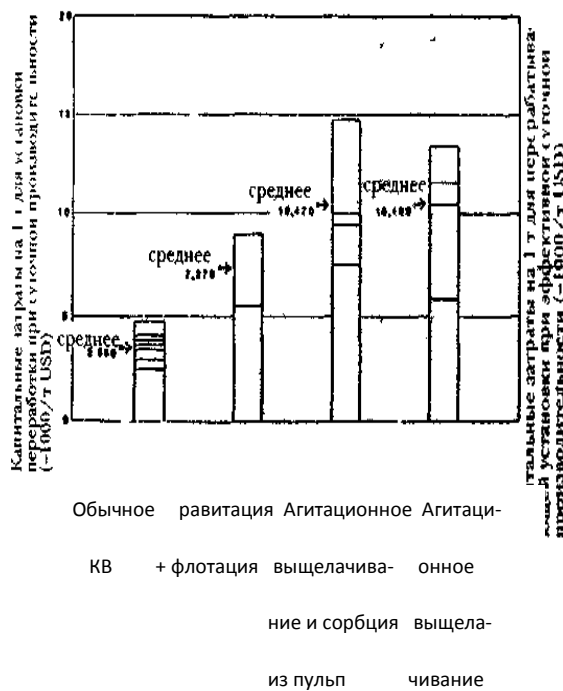


Рис. 6.15. Капитальные

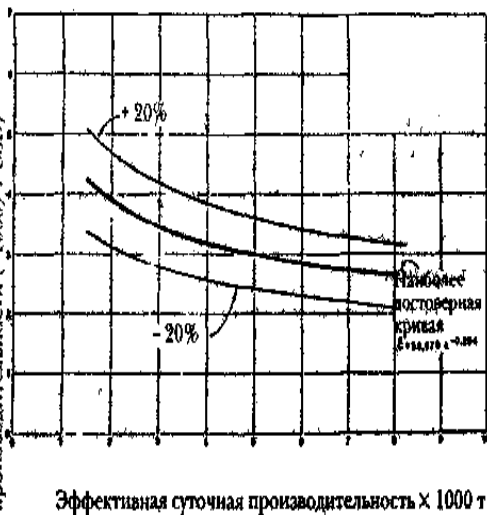


Рис. 6.16. влияние производительности на капитальные затраты для установки кучного

Таблица 6.7.

Типичные эксплуатационные затраты на установке кучного выщелачивания в США по Каннесу Д. в 1985 г., USD/т

Параметры		2000	1900	1900
		т/сутки	т/сутки	т/сутки
		в 1985 г.	в 1985 г.	в 1985 г.
Горная добыча		4,00	4,13	4,19
Дробление,				
штабелирование		1,00	1,03	1,04
Плошайка				
для выщелачивания		0,80	0,83	0,84
Карты и трубопроводы		0,20	0,21	0,21
Трудовые затраты		0,70	0,72	0,75
Извлечение золота		0,40	0,41	0,45
Цианид и известь		0,60	0,62	0,65
Инфраструктура		1,00	1,03	1,04
Итого		8,7	8,98	9,10

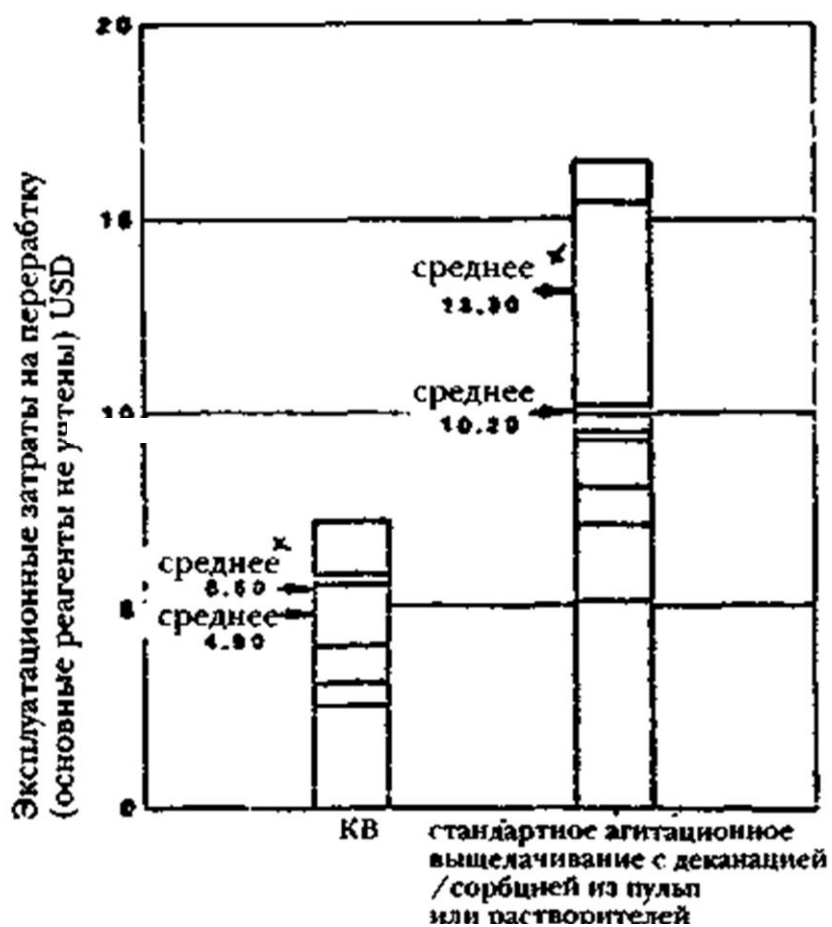


Рис. 6.17. Пределы эксплуатационных затрат при переработке руды по схемам кучного выщелачивания и гидрометаллургии

При наличии агломерации некоторые предприятия расходуют цемент. Удельный расход цемента колеблется от 1,8 до 9 кг/т.

На стадии выщелачивания трудовые затраты зависят от масштаба производства и уменьшаются по мере его увеличения. Среднее потребление энергий при цианировании золотосодержащих руд составляет 5-8 кВт/Т руды. Затраты на энергию зависят от вида источника энергии, Если энергию производят с помощью установленного на месте генератора, эти расходы меньше. Затраты на энергию находятся в пределах 0,08-0,12 USD/кВт. Если используют коммунальную электросеть, они выше. Использование электроэнергии в часы «пик» приводит к удвоению затрат, так как в это время цена увеличивается от 0,04 до 0,08 USD/кВт.

На стадии выщелачивания расходуют химикаты. Удельный расход цианида натрия или калия на разных установках колеблется в пределах 0,5-1,1 кг/т руды. Цена на цианид натрия у различных поставщиков находится в пределах 1,55-2,1 USD/ кг. При цианировании золота для поддержания нужного pH раствора, используют известь с отпускной ценой 0,066-0,22 USD/кг. Удельный расход извести колеблется в зависимости от состава рудовмещающих пород от 1,35 до 4,5 кг/ т руды.

На стадии извлечения золота из продуктивных растворов используют процесс цементации и тогда применяют цинковую пыль по цене 1,4 кг/кг. Некоторые предприятия применяют процесс сорбции золота на активированном угле, который покупают по цене 2,7 USD/кг. Регенерация использованного угля для удаления накопленных в нем органических веществ может стоить примерно 1000 USD/т угля.

Стоимость воды зависит от источника и трудно предсказать затраты на ее доставку.

На стадии обезвреживания водных стоков от цианида применяют гипохлорит натрия, отпускная цена на который составляет 220 USD/кг.

Создание площадки для штабелирования рудной массы в кучи для выщелачивания включает укладку полиэтилена высокой плотности (ПВП)

толщиной 30 мм стоимостью 2,9-3,3 USD/м², геотекстиля в количестве 311 м² по цене 1,68 USD/м², битуминозного асфальта по цене 13,6 USD/м². Современная практика эксплуатации показывают, что затраты на создание площадки могут колебаться в пределах 8,6—9,3 USD/м² при использовании 36 мм пленки ПБП и геотекстиля и составлять 7 USD/м². При использовании только пленки из ПБП плюс 3,35 USD/м² для подготовки площадки и закрепления пленки. Эти затраты уменьшаются до 4,3-5,4 USD/м² при использовании пленки из ПБП толщиной 40 мм плюс 2,7-3,2 USD/м² для подготовки площадки и сооружения основания из глины.

Трубы и разбрызгиватели выходят из строя, изнашиваются вентили. Затраты колеблются от 3,26 USD за каждый разбрызгиватель Воблера № 14 до 2,6 USD/м трубы из ПБП диаметром 50 мм и 7,7 USD/м трубы ПБП диаметром 70 мм.

Подготовка проб по коммерческой цене оценивается в 2-3 USD за каждую пробу.

Аналитическое определение по коммерческой цене за каждое определение стоит, USD: для золота — 7,6-9,5; для серебра — 6,0-9,0.

Трудовые затраты определяются ставками. Для штата Невада в США в 1985 г они составляли, USD/час:

- мастера — на 15 % выше обычной стандартной ставки;
- техники-операторы — 12-13;
- разнорабочие — 7-9.

После переработки рудная масса должна быть нейтрализована и обезврежена, рекультивирована по контуру и облагорожена. Средние затраты на рекультивацию для действующих предприятий составляют примерно 0,25 USD/т руды.

На эксплуатационные расходы могут повлиять следующие решения заказчика:

- Будет ли производство непрерывным?
- Должно ли производство функционировать 24 часа в сутки?

— Будет ли текущий ремонт централизованным, стендовым или с использованием рабочей силы на месте?

— Будет ли горная добыча осуществляться собственными силами или руда будет поступать по коммерческой цене?

— Какая часть конструкции площадки будет проходить по капитальным затратам, а какая по статье эксплуатационных затрат?

— Какая будет осуществляться степень защиты окружающей среды?

— Какой объем мероприятий по соблюдению техники безопасности?

Эксплуатационные затраты крайне специфичны, индивидуальны и весьма существенно влияют на прибыль. На примере рудника «Ортиз» эксплуатационные затраты при кучном методе выщелачивания руды составляли 7-8 USD/г золота в готовой продукции.

ПРИМЕР. Расчет эксплуатационных затрат для установки «Ортиз». Добычу руды осуществляла компания «Маунтин Стейтс Кнстракторс» карьерным способом, уступами по 8 м. Руду транспортировали на расстояние около 1 км 50-тонными самосвалами. Горная бригада работала в 2 смены по 10 часов, пять дней в неделю, получая в среднем 7 тыс. тонн отвалов и 3,5 тыс. тонн руды в сутки.

Всего за 1978-1986 гг. было добыто 7 млн. тонн руды с содержанием золота 1,5 г/т.

Поступившая руда дробилась до — 9 мм в трехстадийной установке дробления, состоящей из первичной щековой дробилки размером 1,016 x 1,067 м, стандартной конусной дробилки размером 1,67 м и коротко конусной дробилки размером 1,65 м с промежуточными грохотами. Дробленный продукт передавался конвейером на построенный по заказу передвижной порталый кран и засыпался в штабеля на повторно используемую площадку.

Измельченная известь в виде гальки добавлялась к руде на конвейерной ленте между установкой дробления и порталым мостовым краном с расходом 1,5 кг/т руды. Раствор с содержанием цианида натрия 0,7 г/л,

подщелоченный до pH 10-11 каустической содой разбрызгивался по поверхности рудного штабеля через стандартные брызгала (ступенчатые и качающиеся) в центре 8-ми метрового квадрата. Скорость подачи раствора 250 л/м². Удельный расход цианида натрия 0,5 кг/т руды.

Продолжительность выщелачивания в течение всего периода эксплуатации в среднем составляла 50-60 суток. После выщелачивания периодически в течение трех суток подавалась вода для отмывки рудного остатка от цианидов. Затем штабель выдерживали в течение четырех суток для дренирования порового раствора. После этого остаток рудной массы немедленно удаляли мостовым краном с площадки, чтобы освободить место для закладки нового штабеля. Для этого использовали перегрузочное устройство и два 50-тонных самосвала, которыми перемещали рудные остатки на расстояние 620 м в место постоянного хранения отвалов. Для удаления каждого штабеля величиной в 27 тыс. т требовалось около 4-х суток. Следующий штабель сооружался на освобожденном месте в течение 8-10 дней.

Курсовое проектирование

Выполнить раздел проекта «Охрана труда и промсанитария».