

К.А. Разумов

**Проектирование
обогатительных фабрик**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 62-63
ББК 30.6
К11

K11 **К.А. Разумов**
Проектирование обогатительных фабрик / К.А. Разумов — М.: Книга по Требованию, 2019. — 520 с.

ISBN 978-5-458-32142-6

Изложены требования, предъявляемые к содержанию и объему проектно-сметной документации проектов обогатительных фабрик. Рассмотрены методы выбора и технологического расчета схем обогащения и обогатительного оборудования. Освещены основные положения по проектированию генплана фабрики, размещения оборудования. Приведены технические характеристики обогатительного оборудования и укрупненные технико-экономические показатели для обогатительных фабрик. Четвертое издание (3-е изд. — 1970) дополнено новейшими материалами по проектированию обогатительных фабрик.

ISBN 978-5-458-32142-6

© Издание на русском языке, оформление

«YOYO Media», 2019

© Издание на русском языке, оцифровка,

«Книга по Требованию», 2019

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, кляксы, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

лицам помогут преподавателю изобразить схемы на доске при чтении лекций.

Иллюстрирующие примеры в большей части обновлены чертежами новых отечественных и зарубежных фабрик. Эти рисунки хорошо использовать при курсовом и дипломном проектировании.

Все указания по строительной части даны по действующим «Строительным нормам и правилам».

В приложениях приведена методика ориентировочного расчета капитальных и эксплуатационных затрат по флотационным и магнитообогатительным фабрикам по укрупненным показателям. Приложена таблица технико-экономических показателей по проектам фабрик.

Автор выражает благодарность д-ру техн. наук Ю. И. Еропкину и канд. техн. наук В. К. Захваткину за ценные указания в рецензии; чл.-корр. АН СССР В. И. Ревнивцеву и канд. техн. наук Л. М. Глумову за предоставленную возможность привести в книге отдельные проектно-компоновочные решения по обогатительным фабрикам, выполненные в институте Механобр; инж. М. В. Ушакову за помощь в переработке VI и VII глав и подборе иллюстраций; инж. Ю. А. Маковскому и П. Г. Назарову за переработку параграфа «Процессы и схемы обогащения углей»; канд. техн. наук В. К. Захваткину за некоторые материалы, относящиеся к практике обогащения за рубежом; канд. экон. наук М. А. Родионовой и инж. Г. И. Адамову, А. А. Наймарк и Л. В. Шадской за переработку методики определения экономических показателей фабрик по укрупненным показателям.

ГЛАВА I ОБЩАЯ ЧАСТЬ

§ 1. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ ПРОЕКТА ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

В создании материально-технической базы коммунизма в нашей стране первое место принадлежит капитальному строительству, вводу в действие новых производственных предприятий. В СССР капитальное строительство ведется в огромных масштабах. В годы 10-й пятилетки (1976—1980) капитальные вложения в народное хозяйство составили 635 млрд. руб.

По действующему законодательству капитальное строительство финансируется только по утвержденным проектам и сметам. Поэтому проектно-изыскательские работы в капитальном строительстве играют весьма важную роль.

Проектирование промышленных предприятий находится под наблюдением Государственного комитета Совета Министров СССР по делам строительства (Госстрой СССР). Госстрой СССР издает руководящие и нормативные материалы, обязательные для всех проектных организаций.

Инструкция по разработке проектов и смет для промышленного строительства (СН-202—76) [17] устанавливает содержание, состав, порядок разработок, согласования и утверждения проектов и смет для строительства новых и расширяемых, а также реконструируемых действующих промышленных предприятий.

Проектом обогатительной фабрики называется комплекс технических документов, необходимых для осуществления строительства, монтажа и эксплуатации будущей фабрики. Проекты обогатительных фабрик выполняются проектными институтами и специализированными конторами. Проектные организации должны разрабатывать в проектах передовую технологию производства, высокую экономическую эффективность реконструируемых предприятий «путем максимального использования новейших достижений науки и техники с тем, чтобы строящиеся и реконструируемые предприятия ко времени ввода их в действие были технически передовыми и имели высокие показатели по производительности труда и качеству продукции, низкую себестоимость ее, а по условиям труда отвечали современным требованиям» [17].

К проектам обогатительных фабрик предъявляются следующие основные требования:

1) рациональное и комплексное использование минеральных ресурсов; для повышения рентабельности проектируемой обога-

тительной фабрики необходимо изыскать пути использования отходов производства (безотходная технология);

2) обеспечение высокой производительности труда, достигаемой интенсификацией технологических процессов, применением высокопроизводительного оборудования, комплексной механизацией производственных процессов, автоматизацией контроля и управления производством;

3) экономическое использование земли и эффективные способы защиты окружающей среды от загрязнений. Рациональные системы оборотного водоснабжения, уменьшение количества стоков и бессточная технология. Рекультивация хвостовых и породных отвалов. Эффективная очистка газов, выбрасываемых в атмосферу;

4) использование типового оборудования и строительных конструкций, типовых проектов отдельных компоновочных узлов и цехов, а при переработке однотипного сырья — типовых проектов обогатительных фабрик в целом;

5) использование возможностей кооперирования проектируемой фабрики с другими предприятиями района при решении вопросов о снабжении фабрики электроэнергией, водой, об устройстве жилых поселков, канализации, транспорта, противопожарной охраны, обслуживания оборудования фабрики ремонтом и т. д.;

6) изыскание наиболее экономичного решения генерального плана проектируемой фабрики путем компактного размещения ее цехов на промышленной площадке, а при возможности — размещения цехов в общих корпусах;

7) не допускать излишеств в объемах и площадях производственных, кабинетских и бытовых помещений, а также во внешнем и внутреннем их оформлении;

8) обеспечение безопасных условий труда на фабрике.

Обогатительная фабрика является промежуточным звеном между рудником и металлургическим заводом или предприятием, перерабатывающим фабричные концентраты и другие продукты обогащения. Поэтому проект фабрики должен быть тесно увязан с проектами рудника и металлургического завода в отношении их производительности, кондиций на качество подаваемого на фабрику сырья и выпускаемых ею концентратов, графика их подачи, рода применяемого транспорта и т. д.

Согласно инструкции [17] для строительства предприятий, зданий и сооружений следует разрабатывать техно-рабочие проекты. Для крупных и сложных объектов, к которым относится большая часть обогатительных фабрик, допускается проектирование в две стадии — технический проект и рабочие чертежи. Решение о стадиальности проектирования принимается инстанцией, утверждающей технико-экономическое обоснование на строительство предприятия (ТЭО).

Технико-экономическое обоснование (ТЭО). Проектированию обогатительной фабрики должна предшествовать разработка технико-экономического обоснования целесообразности ее строительства или расширения. ТЭО разрабатывается на основе перспективного плана развития отрасли промышленности, в которую войдет фабрика.

В ТЭО рассматриваются следующие вопросы: роль проектируемой фабрики в увеличении производительности отрасли промышленности; обоснование выбора производительности и района строительства фабрики; соображения о производственном и хозяйственном кооперировании; влияние проектируемой фабрики на другие отрасли промышленности, требования к другим отраслям промышленности; соображения о величине капитальных вложений и себестоимости продукции; сопоставление ожидаемых технико-экономических показателей с показателями аналогичных отечественных и зарубежных фабрик; соображения о необходимости дополнительных исследовательских работ перед разработкой проекта фабрики.

Для крупных предприятий ТЭО разрабатывается проектирующей организацией, а для небольших — главным управлением министерства. ТЭО рассматривается и утверждается министерством. Задание на проектирование обогатительной фабрики составляет заказчик в соответствии с решениями утвержденного ТЭО.

Технический проект разрабатывается на основе утвержденных заданий на проектирование и ТЭО и имеет назначение: найти наиболее экономичный способ обогащения полезного ископаемого, обеспечивающий получение высоких технологических показателей при наименьших эксплуатационных расходах и наибольшей эффективности капитальных вложений; установить возможность осуществления строительства обогатительной фабрики в намеченные сроки; определить ее сметную стоимость и установить основные технико-экономические показатели.

Технический проект, как правило, должен содержать следующие части: общая пояснительная записка с кратким изложением содержания проекта; технико-экономическая; генеральный план, транспорт и восстановление (рекультивация) нарушенных земель; технология производства, обеспечение энергоресурсами и защита окружающей среды; организация труда и система управления предприятием; строительная; организация строительства; организация подготовки к освоению проектных мощностей и освоение проектных мощностей в нормативные сроки; сметная часть; жилищно-гражданское строительство.

Материалы по энергоснабжению включаются в технологическую часть, а материалы по водоснабжению, канализации, хвостовому хозяйству, отоплению и вентиляции — в строительную часть. При проектировании крупных обогатительных фабрик эти материалы могут быть выделены в самостоятельные части. Наоборот, при проектировании фабрик небольшой производи-

тельности номенклатура частей технического проекта может быть уменьшена включением материалов по генеральному плану и транспорту в строительную часть.

В отдельных частях технического проекта обогатительной фабрики разрабатываются следующие вопросы.

I. Общая пояснительная записка. Основание для разработки проекта, производительность по сырью и концентратам, основные проектные решения, технико-экономические показатели, капитальные вложения, очередность строительства и сроки ввода в эксплуатацию.

II. Технико-экономическая часть. Обоснование выбора места строительства, производительности и очередности строительства обогатительной фабрики. Характеристика сырьевой базы фабрики по запасам и сортам полезного ископаемого. Способ доставки полезного ископаемого на фабрику. Источники и способы снабжения фабрики водой, энергией, материалами. Режим работы фабрики и отдельных ее цехов. Производственные связи проектируемой фабрики с другими предприятиями. Кооперирование со смежными предприятиями. Определение потребности в основных категориях рабочих, ИТР и уровне заработной платы. Производительность труда, уровень механизации и автоматизации производства, энергоооруженности. Жилищное строительство — объем и стоимость, местонахождение рабочего поселка, характеристика зданий в отношении этажности, материалов, инженерного оборудования. Развитие строительной базы, необходимое в связи со строительством, и затраты на это развитие. Анализ капитальных вложений и основных средств предприятия, стоимость обогащения тонны сырья и себестоимость концентратов. Основные технико-экономические показатели и сравнение их с аналогичными показателями действующих передовых отечественных и зарубежных обогатительных фабрик и с ранее разработанными проектами. Анализ экономической эффективности строительства. Требования к отраслям народного хозяйства, возникающие в связи со строительством обогатительной фабрики, данные о проведении необходимых научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ.

III. Генеральный план, транспорт и восстановление (рекультивация) нарушенных земель. Расположение зданий, цехов, сооружений, складов, железнодорожных путей, безрельсовых дорог и других коммуникаций на промышленной площадке обогатительной фабрики*. Планировочные решения, вертикальная планировка и благоустройство территории. Мероприятия по гражданской обороне. Основные показатели генплана. Решения по рекультивации земель.

* Подробнее о генеральном плане обогатительной фабрики см. главу VI.

IV. Технология производства, обеспечение энергоресурсами и защита окружающей среды. Характеристика сырья в отношении его вещественного состава, содержания полезных компонентов, минералогического состава, характера вкрапленности полезных минералов, влажности, наличия глинистых примесей или разрушенной пустой породы, прочности и насыпной плотности, гранулометрического состава. Анализ результатов исследований по обогащению и материалов работы действующих обогатительных фабрик, перерабатывающих аналогичное сырье. Выбор качественной схемы обогащения с обоснованием запроектированных технологических показателей. Количественная и шламовая схема обогащения и балансы по полезным компонентам и воде. Выбор типа, размеров и количества основного оборудования; сравнение и выбор вариантов размещения основного оборудования в отдельных цехах. Сравнение и выбор вариантов внутрицехового транспорта, определение емкостей бункеров, складов, выбор транспортного оборудования. Производственный дренаж смывных вод фабрики. Опробование, контроль и автоматизация технологического процесса. Реагентное хозяйство (для флотационных фабрик). Организация ремонта оборудования и ремонтное хозяйство фабрики, включая выбор подъемно-транспортных приспособлений. Выбор схемы электроснабжения фабрики и электрооборудования, расчеты установленной и потребной мощности трансформаторных подстанций, годовое потребление электроэнергии и расход ее на 1 т сырья. Компрессорная, воздуховодная и вакуумнасосная станции. Потребность в топливе, реагентах и материалах. Мероприятия по охране атмосферного воздуха от загрязнений. Очистка газов сушильных печей.

V. Организация труда и система управления производством. Режим труда и отдыха, штаты трудящихся, мероприятия по технике безопасности. Организация управления производством с современным техническим оснащением.

VI. Строительная часть. Планы и разрезы основных зданий и сооружений первой очереди строительства, если они строятся по индивидуальным проектам. Характеристика основных зданий и сооружений, подлежащих строительству по типовым проектам, с указанием площадей, объемов и размеров зданий и сооружений, типа конструкций и материалов. Описание решений по бытовому обслуживанию трудящихся обогатительной фабрики. Определение расходов воды. Выбор источников водоснабжения. Выбор площадки для хвостохранилища и метода укладки хвостов, выбор способа очистки сточных фабричных вод. Система обратного водоснабжения. Выбор схемы водоснабжения, канализации и санитарного оборудования. Определение количества тепла и энергии для отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. Выбор систем и основного оборудования для отопления, вентиляции, аспирации и пылеулавливания.

VII. Организация строительства. План и графики строительства обогатительной фабрики, описание методов производства строительных работ по крупным зданиям и сооружениям. Расчеты объемов основных строительных и монтажных работ, потребности в строительных материалах и механизмах, в электроэнергии, воде и паре, источники удовлетворения этих потребностей. Определение потребности в кадрах для строительства фабрики, мероприятия по обеспечению жильем строителей.

VIII. Организация подготовки к освоению проектных мощностей и освоение проектных мощностей в нормативные сроки. Организационные, технические и другие мероприятия по обеспечению освоения мощностей.

IX. Сметная часть. Сметная документация, устанавливающая стоимость строительства обогатительной фабрики и отдельных ее объектов.

Пояснительная записка техно-рабочего (технического) проекта должна быть ясной и краткой. Не допускаются алгебраические и арифметические выкладки, связанные с технологическими и другими расчетами. Указываются лишь исходные положения и конечные результаты таких расчетов.

Технико-экономические расчеты для сравнения конкурирующих вариантов проекта выполняются на основе типовых или ранее выполненных проектов по укрупненным показателям на единицу объема, площади, длины, массы. Например, стоимость зданий подсчитывается по стоимости 1 м³ объема, стоимость железнодорожных путей — по их длине и стоимости 1 м пути. Допускаются иллюстрации расчетов графиками, схемами и фотографиями.

Графическая часть техно-рабочего (технического) проекта составляется в минимально необходимом объеме и включает: совмещенную качественно-количественную и шламовую схему, схему цепи аппаратов со спецификацией оборудования, конструктивные планы и разрезы производственных цехов с нанесением на них основного оборудования и строительных конструкций, схему электроснабжения, генеральный план обогатительной фабрики, ситуационный план местности с указанием места для хвостохранилища, хвостопровода, места забора воды и привязок фабричных инженерных сетей к государственным. Мероприятия по приведению земельного участка, занятого под хвостовое и отвальное хозяйство, в состояние, пригодное для использования. Масштаб чертежей, изображающих планы и разрезы цехов — 1 : 100 или 1 : 200. Масштаб генерального плана фабрики в зависимости от площади промышленной площадки принимается от 1 : 500 до 1 : 2000.

Согласование и утверждение техно-рабочего (технического) проекта. Документом

О согласовании намечаемых проектных решений является акт о выборе площадки строительства предприятия, составляемый комиссией, создаваемой министерством или ведомством — заказчиком. В состав комиссии включаются представители: заказчика, генеральной проектной организации, территориальной проектной организации; субподрядных специализированных проектных и изыскательских организаций; исполкома местного Совета народных депутатов и выделяемые им представители местных органов; генерального подрядчика; инспекций по энергетическому, санитарному надзору; республиканских органов по использованию и охране водных ресурсов; Главгидрометеослужбы; Министерства геологии СССР.

В необходимых случаях привлекаются другие заинтересованные министерства и органы.

Технический (технический) проект, разработанный в соответствии с действующими нормами и правилами, не подлежит согласованию с органами государственного надзора. При частичном отступлении от действующих норм и правил проектные решения в этой части согласуются с органами, утвердившими нормы и правила.

Смета к проекту до его утверждения согласовывается с подрядными организациями. Рабочие чертежи, разработанные в соответствии с техническим проектом, согласованию не подлежат. Проект организации строительства согласуется со строительной организацией, которая будет вести строительство обогатительной фабрики.

Техно-рабочие (технические) проекты постройкам сметной стоимостью 3 млн. руб. и выше утверждаются министерствами и ведомствами СССР и советами министров союзных республик. Технические проекты наиболее крупных предприятий утверждаются Советом Министров СССР по представлению министерств и ведомств СССР и советом министров союзных республик.

При внесении в проект изменений, обеспечивающих повышение эффективности производства, он подлежит переутверждению.

Техно-рабочий (технический) проект со сводной сметой и объектными сметами после его утверждения является основанием для финансирования строительства обогатительной фабрики, заказа для нее основного оборудования и разработки рабочих чертежей.

Рабочие чертежи разрабатываются на основе утвержденного технического проекта и полученных от заказчика технических данных по заказанному оборудованию.

В состав рабочих чертежей входят: чертежи установки технологического, транспортного, энергетического и другого оборудования и связанных с этим оборудованием коммуникаций; чертежи сетей и устройств энергоснабжения, освещения, автоматизации, сигнализации, водоснабжения, отопления, вентиляции, канализации и других сетей; архитектурно-строительные чер-

тежи — планы по этажам, разрезы и фасады зданий, монтажные чертежи строительных конструкций; общие виды и детальные чертежи нетиповых элементов и конструкций — чертежи фундаментов оборудования и зданий в соответствии с уточненными инженерно-геологическими данными; чертежи нестандартного оборудования; чертежи сооружений и устройств, связанных с охраной природы, труда и техникой безопасности.

В составе рабочих чертежей обогатительных фабрик разрабатываются общие (сборные) чертежи, в которых увязываются строительные конструкции с оборудованием, устройствами по электроснабжению, санитарной технике и со всеми видами коммуникаций.

При разработке рабочих чертежей составляются уточненные ведомости объемов строительных и монтажных работ и ведомости на материалы, конструкции, металлопрокат, арматуру, приборы и др.

Количество рабочих чертежей должно быть минимально необходимым для осуществления строительных и монтажных работ.

Типовое проектирование имеет целью обеспечить строительство многоократно повторяющихся однотипных цехов и сооружений готовыми проектами и рабочими чертежами.

При составлении типовых проектов должны предусматриваться применение высокопроизводительного оборудования и наиболее совершенной технологии обогащения полезных ископаемых.

В первую очередь типизируются обогатительные фабрики, предназначенные для переработки однотипного сырья цехи дробления и тонкого измельчения, отдельные компоновочные и конструктивные узлы.

§ 2. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОБОГАТИТЕЛЬНОЙ ФАБРИКИ

Для разработки проекта обогатительной фабрики необходимо иметь: задание на проектирование, топографические и инженерно-геологические данные по промышленной площадке, экономические данные о районе строительства, основные данные по горной части проекта, нормативные материалы, данные о результатах исследовательских работ по установлению вещественного состава и по испытаниям обогатимости полезного ископаемого.

Задание на проектирование обогатительной фабрики составляется министерством или дирекцией предприятия при участии проектной организации в соответствии с утвержденными ТЭО и перспективным планом развития данной отрасли промышленности. Задание утверждается той же инстанцией, которая будет утверждать проект фабрики.

В задании на проектирование фабрики указываются: основание для проектирования (постановление Совета Министров СССР,

приказ по министерству и т. д.); район или пункт строительства фабрики; производительность фабрики по готовой продукции или по руде; источники снабжения сырьем и утвержденные запасы полезного ископаемого в месторождениях, на базе которых строится фабрика; источники снабжения фабрики водой и электроэнергией; намечаемое производственное и хозяйственное кооперирование с другими предприятиями; кондиции на готовую продукцию фабрики и ее потребители; сроки и очередность строительства; ориентировочные размеры капитальных вложений и предельно допустимые удельные затраты на единицу готовой производительности фабрики; ориентировочные показатели стоимости обработки 1 т сырья и себестоимости готовой продукции.

Данные о промышленной площадке: топографический план местности в горизонталях с указанием существующих зданий и сооружений, подъездных путей и растительного покрова; состав и физические свойства грунтов, допустимые на них нагрузки, уровень и состав грунтовых вод, глубина промерзания грунта; направление господствующих ветров, количество осадков, колебания температуры; характеристика местных строительных материалов; источники водоснабжения, их дебит, химический и бактериологический состав воды и механические примеси в ней; источники электроснабжения и их характеристика.

Экономические данные о районе строительства: характер и перспективы промышленного развития района, топливные ресурсы и стоимость местного топлива; условия транспорта; условия получения и отпускные цены на электроэнергию и воду; наличие и стоимость основных материалов, необходимых для эксплуатации проектируемой фабрики; возможность обеспечения фабрики рабочей силой и размещения рабочих в существующих жилых поселках.

Данные геологического изучения месторождения должны содержать характеристику руды в месторождении как объекта обогащения, т. е. типы руд и их вещественный состав с пространственной привязкой в рудном теле. Колебания качества руд по содержанию ценных компонентов, по крупности, по вкрапленности, по твердости, по степени окисления в месторождении и при поступлении на фабрику.

Данные горной части проекта: календарный план развития рудника с указанием сортов полезного ископаемого и производительности по сортам в отдельные периоды эксплуатации рудника; содержание полезных компонентов и вредных примесей в отдельных сортах полезного ископаемого, возможные колебания качества его за период эксплуатации месторождения; характеристика крупности полезного ископаемого и другие физические его свойства, в частности, влажность, содержание глины, плотность и насыпная плотность; график поступл