

ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ТЕХНИЧЕСКИХ
ТЕОРЕТИЧЕСКИХ

ИЗДАТЕЛЬСТВО ТГТУ

УДК 66.013.5(075)
ББК Л10-4-02я73-2
П791

Рекомендовано Редакционно-издательским советом университета

Рецензенты:

Кандидат технических наук, профессор ТГТУ

А.Г. Ткачев

Кандидат технических наук, главный инженер ОАО «НИИРТмаш»

В.В. Бастрыгин

Составители:

П.С. Беляев, Г.С. Кормильцин, И.В. Шашков, А.М. Воробьев

П791 Проектирование химических предприятий : метод. разработки / сост. : П.С. Беляев, Г.С. Кормильцин, И.В. Шашков, А.М. Воробьев. – Тамбов : Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2008. – 32 с. – 100 экз.

Представлен перечень основных стадий разработки проекта с необходимыми пояснениями.

Предназначены для студентов 5–6 курсов специальности 240801 заочной и дневной форм обучения по дисциплинам «Проектирование химических производств», «Проектирование производств по переработке полимерных материалов», а также для магистрантов 5 курса, обучающихся по программе 150400.26 «Технологические процессы, машины и оборудование комплексной химической переработки растительных полимеров».

УДК 66.013.5(075)
ББК Л10-4-02я73-2

© ГОУ ВПО «Тамбовский государственный
технический университет» (ТГТУ), 2008

Министерство образования и науки Российской Федерации
ГОУ ВПО "Тамбовский государственный технический университет"

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Методические разработки
для студентов 5–6 курсов специальности 240801
дневной и заочной форм обучения



Тамбов
◆ Издательство ТГТУ ◆
2008

Учебное издание

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Методические разработки

Составители:

БЕЛЯЕВ Павел Серафимович,
КОРМИЛЬЦИН Геннадий Сергеевич,
ШАШКОВ Иван Владимирович,
ВОРОБЬЕВ Александр Михайлович

Редактор Ю.В. Ш и м а н о в а
Инженер по компьютерному макетированию М.А. Филатова

Подписано в печать 3.09.2008.
Формат 60 × 84/16. 1,86 усл. печ. л. Тираж 100 экз. Заказ № 360.

Издательско-полиграфический центр
Тамбовского государственного технического университета
392000, Тамбов, Советская, 106, к. 14

ВВЕДЕНИЕ

Проектирование предприятий как самостоятельная отрасль инженерного труда относительно молода и насчитывает около семидесяти лет своей деятельности. До 30-х годов прошлого столетия разработкой новых производств занимались инженеры в КБ заводов, проектных отделах и конструкторских бюро исследовательских институтов. В таких небольших организациях работали инженеры различных специальностей. В дальнейшем развитие промышленности и увеличение объёма проектных работ вызвали специализацию отдельных групп инженеров: технологов, строителей, сантехников и т.д. Затем были созданы организации по строительному проектированию, конструированию технологического оборудования, ведущие проектные институты по разработке крупных предприятий, и появились проектно-строительные объединения.

С развитием науки и техники совершенствовались и методы проектирования. Так, с внедрением в инженерную практику ЭВМ стала развиваться машинная разработка проектов промышленных объектов, и началось создание систем автоматизированного проектирования.

Что понимают под проектом? *Проект* – комплекс технической документации или информации, необходимой для сооружения объекта. Термин *проект* означает *замысел, план*. В проект входят: пояснительные записки, чертежи, сметы расходов на все сооружения, данные о себестоимости продукции, сведения о поставке сырья и удаления отходов производства, методы контроля процессов, инструкции по монтажу и пуску всех производственных объектов.

Лекции составлены на основе литературных источников, список которых приведен в конце конспекта.

1. ОСНОВНЫЕ ПОНЯТИЯ, ПОРЯДОК РАЗРАБОТКИ И СОГЛАСОВАНИЯ ПРОЕКТНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Проектная документация предназначена для так называемого *заказчика*. В качестве заказчика могут выступать промышленное предприятие, министерство и частное лицо, т.е. организации и лица, заинтересованные в выпуске продукции будущим производством.

Проектная документация разрабатывается *проектировщиком*. Это или самостоятельная организация, или подразделение проектно-строительного объединения. Проектировщиком считается организация, имеющая лицензию на проектную деятельность.

В разработке и реализации проекта, кроме проектной организации (*генеральный подрядчик*) принимают участие специализированные предприятия: строительные, монтажные, пусконаладочные и т.п., которые именуются *субподрядчиками*.

Отношения между заказчиками и подрядчиками регламентируются инструкциями о порядке разработки, согласовании, утверждении и составе проектной документации на строительство предприятий, например, Строительные Нормы и Правила СНиП 1.01–95.

Отправным пунктом разработки проектной документации является утверждённое *обоснование инвестиций* в строительство предприятия. Это экономическое доказательство необходимости сооружения объекта (здесь же аспекты: технические, экологические, социальные). Обоснование инвестиций делает заказчик, а точнее, служба маркетинга организации-заказчика.

Проектная документация разрабатывается после утверждения инвестиций, как правило, на конкурсной основе через торги подряда (*тендер*). В проекте детализируются принятые в обосновании решения и уточняются основные технико-экономические показатели. Проектировщик в своей деятельности должен руководствоваться законодательными и нормативными актами Российской Федерации и её субъектов.

После конкурсных торгов заказчик и проектировщик заключают *договор* (контракт), регулирующий правовые и финансовые отношения, взаимные обязательства и ответственность сторон. Неотъемлемой частью договора являются *задание на проектирование и исходные материалы*. Предварительно заказчик с проектировщиком и другими заинтересованными организациями выбирают *площадку строительства*, т.е. место расположения будущего предприятия. При этом следует учитывать решения, принятые в схемах и проектах районной планировки, проектах планировки промышленных зон.

Проектная документация на строительство промышленных предприятий может разрабатываться в одну или две стадии. Для технически несложных, а также строящихся по проектам массового и повторного применения объектов, документация разрабатывается в одну стадию – *рабочий проект*. Для технически сложных объектов с целью исключения ошибок и улучшения качества документации используют двухстадийное проектирование. На первой стадии разрабатывается *проект*, а затем на его основе *рабочая документация* для строительства объекта.

Проект удостоверяется подписью главного инженера проектной организации, подвергается *государственной экспертизе* и согласовывается с другими заинтересованными организациями. На основании утвержденного проекта подготавливается при необходимости тендерная документация и проводятся торги подряда на строительство объекта. Затем заключается договор, открывается финансирование строительства, и разрабатывается рабочая документация.

1.1. ВЫБОР ПЛОЩАДКИ СТРОИТЕЛЬСТВА

Организационные работы по выбору площадки производит заказчик. Он при этом создаёт комиссию, в состав которой входят представители генерального проектировщика, местной администрации, территориальной проектной организации Госстроя России, изыскательских организаций, территориальных и местных органов государственного надзора, штабов военных округов, штабов МЧС и других заинтересованных организаций.

Комиссия в своей работе руководствуется Основами земельного, водного законодательства РФ и учитывает также проекты районной планировки.

Для оптимального выбора района строительства нового промышленного объекта необходимо иметь следующую исходную информацию:

а) ориентировочная потребность в сырьё;

- б) месторасположение источников сырья;
- в) размещение рынков сбыта готового продукта;
- г) потребность в энергии (тепловой и электрической);
- д) количество и качество технологической воды;
- е) ориентировочные размеры строительной площадки с учётом перспективы расширения объекта;
- ж) потребность в рабочей силе (по квалификациям);
- з) количество и состав отходов, подлежащих удалению, и способ их обезвреживания.

Территориальное размещение производства является важным фактором, определяющим его экономические и социальные показатели [1]. Например, расходы на перевозку сырья и готовой продукции. Так, производство удобрений стараются разместить ближе к заводам, выпускающим минеральные кислоты, а производство сахара ближе к районам выращивающих сахарную свеклу.

При этом надо помнить, что затраты на перевозку сырья и готовой продукции для малотоннажных производств, не являются определяющим фактором, влияющим на экономические показатели.

Важное значение при выборе площадки строительства имеет кадровый вопрос. Например, химическое предприятие должно быть обеспечено высококвалифицированными кадрами, так как производство часто связано с эксплуатацией сложного оборудования, токсичными и взрывоопасными материалами.

Немаловажным фактором при выборе района расположения предприятия является наличие источников воды. Например, химические производства потребляют большое количество воды как для технологических нужд, так и для организации процессов охлаждения.

Надо также учитывать, что при сбросе сточных вод и отработанных газов, которые могут иметь вредные вещества, окружающая среда загрязняется. Это обстоятельство может оказаться решающим при выборе площадки строительства.

Как правило, производства связаны с энергоёмкими процессами. Подсчитано, что на две такие стадии как выпарка и сушка расходуется до 20 % затрат топлива и электроэнергии в химической промышленности. Поэтому важным условием при выборе площадки строительства является процесс теплоснабжения, газоснабжения и электроснабжения. Если вопрос электроснабжения решается порой просто подключением к электросетям, то для теплоснабжения необходимо иметь пар соответствующих параметров и количества, что приводит к строительству новой ТЭЦ. Для предприятия с небольшим потреблением тепла при выборе площадки можно предусмотреть строительство собственной котельной, которая будет снабжать завод паром для технологических нужд, горячей водой для отопления и вентиляции.

2. ЗАДАНИЕ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Неотъемлемой частью контракта является задание на проектирование. В этом задании рекомендуется давать следующий перечень основных требований:

- наименование и место расположения объекта;
- обоснование для проектирования;
- вид строительства;
- стадийность проектирования;
- требования по вариантной и конкурсной разработке;
- особые условия строительства;
- основные технико-экономические показатели объекта, в том числе мощность, производственная программа;
- требования к качеству, конкурентным способностям и экологическим параметрам продукции;
- требования к технологии, режиму предприятия;
- требования к архитектурно-строительным, объёмно-планировочным и конструктивным решениям;
- выделение очередей и пусковых комплексов, требования по перспективному расширению предприятия;
- требования и условия к разработке природоохранных мер и мероприятий;
- требования к режиму безопасности и гигиене труда;
- требования по ассимиляции производства;
- требования по разработке инженерно-технических мероприятий гражданской обороны и мероприятий по предупреждению чрезвычайных ситуаций;
- требования по выполнению опытно-конструкторских и научно-исследовательских работ;
- состав демонстрационных материалов.

2.1. ИСХОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Заказчик также выдаёт проектной организации вместе с заданием *исходные материалы* для проектирования, основными из которых являются:

- а) обоснования инвестиций строительства объекта;
- б) акт выбора земельного участка для строительства объекта;
- в) технические условия на присоединение проектируемого объекта к источникам снабжения, инженерным сетям и коммуникациям;
- г) исходные данные по оборудованию, в том числе индивидуального изготовления;
- д) необходимые данные по выполненным научно-исследовательским и опытно-конструкторским работам, связанным с созданием технологических процессов и оборудования;
- е) технические характеристики продукции будущего предприятия;
- ж) другие необходимые материалы.

Задание на проектирование и исходные материалы готовит заказчик с привлечением проектировщика и отраслевого научно-исследовательского института. Это задание составляется на базе утвержденных обоснований инвестиций с учетом схем развития районов, где будет строиться проектируемый объект.

Приведённые выше списки требований в задании и исходных материалах показывают, что составление их по существу является первым этапом выполнения проекта.

Задание ориентирует проектную организацию на разработку документации с учётом последних достижений науки и техники с тем, чтобы будущее предприятие было технически передовым, выпускало продукцию высокого качества при научно обоснованных нормах затрат труда, сырья, материалов и топливо-энергетических ресурсов.

На данном этапе выполнения работ, как и в течение всего процесса проектирования, используется внутренняя и внешняя информация.

Составными частями *внутренней информации* являются материалы технического архива и библиотеки проектной организации, а также опыт и квалификация самих проектировщиков.

Слагаемыми *внешней информации* являются: исходные данные, получаемые от заказчика и исследовательских институтов; регламенты предприятий-аналогов и другие сведения по проектируемому объекту, поступающие извне (электронная почта, интернет). Конечным результатом переработки внутренней и внешней информации является проект предприятия. Рассмотрим основные вопросы, решаемые проектантами на стадии подготовки задания на проектирование. Необходимо отметить, что некоторые из этих вопросов рассматриваются для крупных и технически сложных объектов при разработке обоснований инвестиций.

2.2. ОБОСНОВАНИЕ МОЩНОСТИ ПРОЕКТИРУЕМОГО ПРОИЗВОДСТВА

Объём производства и ассортимент продуктов будущего предприятия предусматривается обоснованием инвестиций. Генеральный проектировщик должен при составлении задания анализировать ассортимент продуктов и мощность производства. Мощность нового предприятия определяется потребностью народного хозяйства не менее чем на пять лет вперед с возможностью расширения производства. Для определения потребности народного хозяйства в проектируемых продуктах используют балансовый и статистический методы.

Балансовый метод исходит из конечных показателей развития народного хозяйства на планируемый период. Например, потребность в синтетических каучуках выявляется, исходя из планируемого производства резиновых изделий (шины, технические и бытовые изделия, обувь и т.д.). Объём их производства в свою очередь зависит от темпов развития, авто-, авиа-, тракторостроения. По выявленной потребности в синтетических каучуках определяется потребность в исходных углеводородах для синтеза каучуков (бутадиен, изопрен, стиролы и др.), в химикатах – добавках для резин и в других продуктах. По общей потребности в химикатах – добавках для резин выявляют потребность в исходных промежуточных продуктах для их производства (анилин, нитробензол, дифениламин и др.).

Статистический метод предполагает изучение рынков сбыта и построение так называемой *S* кривой прогнозирования их развития (рис. 1).

Различают четыре характерные стадии развития рынков сбыта:

I – инкубационная стадия (постепенное расширение рынка);

II – стадия роста (экспоненциальное расширение рынка);

III – стабилизация;

IV – сокращение рынка.

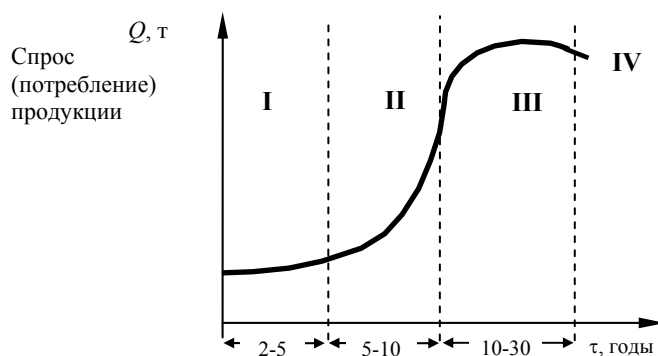


Рис. 1. Кривая прогнозирования

Анализ статистики потребления продуктов позволяет определить: относится ли спрос на них к периоду роста или стабилизации.

Одним из статистических методов контроля потребности в продуктах широкого потребления является сравнение предполагаемой динамики их выработки со статистикой роста производства этих продуктов в наиболее технически развитых странах.

Для выявления объёма выпуска продукции рекомендуется использовать и балансовый, и статистический методы. По балансовому методу рассчитывают максимальное потребление продукта, а статистический метод дает возможность прогнозировать темпы роста производства данного продукта и установить очередность ввода мощностей.

2.3. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ. РАЗРАБОТКА ЭСКИЗНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

На данном этапе проектирования изучают различные методы получения продукции, которую будет выпускать проектируемый объект. При этом учитывают новейшие результаты исследований по усовершенствованию технологии производства, анализируют регламенты действующих и опытных производств-аналогов, проверяют нормы расхода сырья, вспомогательных материалов, рекомендации по выбору конструкционных материалов для изготовления оборудования. При рассмотрении

базового регламента, проектировщик намечает пути усовершенствования некоторых технологических узлов с учётом последних достижений науки и техники.

Первоочередной задачей анализа исходных данных является проверка обоснованности рекомендованного метода производства. Если учесть, что один и тот же продукт можно получить различными методами и из различного сырья, то решающим фактором при выборе схемы часто оказывается стоимость сырья. Это объясняется тем, что в промышленности затраты на сырьё составляют значительную долю производственных расходов.

При выборе метода необходимо учитывать ограничивающие параметры, в частности, запрещено использовать в процессе переработки вредные для здоровья вещества. Токсические свойства новых видов сырья должны быть исследованы специализированными организациями. Кроме того, выбирая технологию производства, следует руководствоваться действующими правилами и нормами по технике безопасности, охране окружающей среды.

Сравнивая, с технологической точки зрения, *непрерывный* и *периодический* способы получения одного и того же продукта следует помнить, что эффективное применение непрерывного метода возможно при наличии сырья с постоянными заданными физико-химическими свойствами, надёжного контроля производства с автоматическим поддержанием необходимых параметров процесса, надёжной и бесперебойной работы оборудования. Для периодического производства характерен пооперационный контроль, требования к которому должны быть высокими с целью обеспечения заданного качества продукта.

В целом непрерывные производства имеют значительные преимущества перед периодическими: возможность поэтапной специализации аппаратуры, стабилизация процесса во времени, а, следовательно, постоянное качество продукта, возможность регулировки параметров процесса и полной его автоматизации. Непрерывные схемы предусматриваются, как правило, для крупно- и среднетоннажных производств, а периодические – для малотоннажных, что объясняется в первом случае рентабельностью применения средств автоматизации.

Как отмечалось выше задание на проектирование должно содержать технико-экономические показатели проектируемого предприятия. Эти показатели иногда невозможно получить без наличия хотя бы предварительной технологической схемы проектируемого производства. Поэтому в некоторых случаях на стадии подготовки задания на проектирование разрабатывается структурная (эскизная) технологическая схема. Разработка схемы заключается в создании совокупности процессов, направленных на выпуск продукта заданного количества и качества при минимальной себестоимости. Началом разработки схемы является анализ последовательности стадий выбранного метода и составление материальных балансов по стадиям производства (на основе реакций по выбранному методу) с учетом выходов по стадиям процесса. Затем составляется режим работы оборудования и вычерчивается структурная эскизная схема производства (рис. 2).

Имея данные по выходам на стадиях [2], а также мощность производства, можно выполнить расчёт материального баланса и оборудования, которое будет использовано в проектируемом производстве, расчёт объёма строительных сооружений и перейти к расчёту экономических показателей.

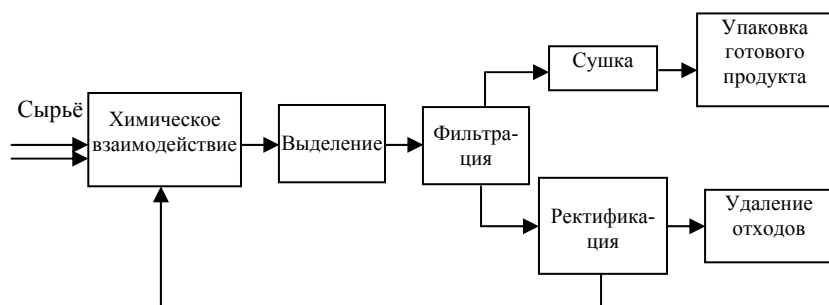


Рис. 2. Эскизная схема производства
2.4. ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Предварительные экономические показатели будущего производства, как правило, берутся из опыта работы завода-аналога или определяются проектировщиком по упрощённым ориентировочным расчетам. Определив: расходы сырья, материалов и энергетики на выпуск единицы товарной продукции; капитальные затраты на строительство зданий и сооружений; приобретение и монтаж оборудования, приборов, коммуникаций; штаты проектируемого объекта, можно оценить себестоимость продукции.

Себестоимость выпускаемого предприятием продукта складывается из следующих частей:

а) затраты на сырьё, из которого получают готовый продукт, затраты на вспомогательные материалы (фильтровальные ткани, упаковочные материалы и т.п.). При расчёте этой статьи себестоимости из затрат вычитают стоимость утилизированных отходов;

б) энергетические затраты на электроэнергию, пар, горячую воду, сжатые газы, высококипящие теплоносители;

в) оплата труда рабочих, обслуживающих технологическое оборудование;

г) цеховые расходы: оплата труда управленческого и вспомогательного производственного персонала, расходы на отопление и вентиляцию, на ремонт и обслуживание оборудования, на мероприятия по охране труда и технике безопасности;

д) общезаводские расходы на обслуживание общезаводского хозяйства, управленческого аппарата;

е) амортизационные расходы.

При проектировании новых предприятий и расширении действующих обычно пользуются технико-экономическими данными заводо-аналогов. В связи с этим интересно сделать анализ влияния увеличения мощности предприятия на себестоимость его продукции и на капитальные затраты.

Такие составные части себестоимости, как затраты на сырьё, практически не зависят от объёма производства.

Увеличение мощности производства обычно связано с ростом объёма реакционной и вспомогательной аппаратуры. Этот рост приводит к снижению удельных расходов электроэнергии, уменьшению теплотерь в окружающую среду.

В большей степени от объёма производства зависит себестоимость цеховых и общезаводских расходов. С увеличением мощности эти затраты остаются приблизительно на одном уровне, следовательно, удельные расходы снижаются.

Таким образом, при возрастании объёма производства, снижение себестоимости продукции может произойти за счёт уменьшения энергетических, цеховых и общезаводских расходов.

Влияние мощности производства на капитальные затраты может быть описано следующими выражениями.

Стоимость комплектного оборудования

$$C = C'K^\alpha,$$

где C' – стоимость оборудования для меньшей базовой мощности; K – коэффициент увеличения мощности; α – масштабный фактор, зависящий от типа оборудования и изменяющийся в пределах 0,2...1,0.

Капитальные вложения, необходимые для строительства и монтажа изменяются от мощности по следующей зависимости:

$$Q = Q'K^n,$$

где Q' – капиталовложения для меньшей базовой мощности; n – масштабный фактор, изменяющийся в пределах 0,38...0,98.

Подготовленное задание на проектирование заказчик утверждает в порядке установленном СНиП 11.01–95 для согласования и утверждения проектно-сметной документации.

На основе перечисленных документов и выполняется проект предприятия.

3. ПРОЕКТ

Проектирование крупных и технически сложных объектов, как отмечалось выше, осуществляется в две стадии: первая – проект, вторая – рабочая документация. Основой для выполнения проекта является утвержденное задание на проектирование. На стадии разработки проекта решаются все основные технические, технико-экономические, экологические и другие проблемы проектируемого производства. С учётом новейших достижений науки и техники на данной стадии, рассчитывается и выбирается оборудование, разрабатывается *принципиальная технологическая схема* производства, разрабатываются строительные конструкции предприятия, осуществляется проектное размещение оборудования технологической схемы по этажам здания и на открытых площадках (*компоновка оборудования*). Решаются вопросы энергоснабжения, автоматизации и механизации производства, составляются *сметы* и заказные спецификации на соответствующее оборудование.

Проект должен состоять из следующих основных разделов:

- а) общая пояснительная записка;
- б) генеральный план и транспорт;
- в) технологические решения;
- г) архитектурно-строительные решения;
- д) охрана окружающей среды;
- е) сметная документация;
- ж) эффективность инвестиций.

Рассмотрим некоторые разделы.

Общая пояснительная записка

В разделе содержатся исходные данные для проектирования; характеристика объекта, данные о проектной мощности, номенклатуре, качестве продукции и сырья; сведения о потребностях в трудовых и энергетических ресурсах; решения по организации и кооперированию основного и вспомогательного производства; состав предприятия и очередность строительства; результаты экономических расчётов и оценка технико-экономических показателей объекта; краткая характеристика района и площадки строительства; решения по генеральному плану, внешнему и внутреннему транспорту, инженерным сетям и коммуникациям; мероприятия по гражданской обороне; сведения о мероприятиях по охране окружающей среды, основные показатели по генеральному плану, инженерный состав коммуникаций, мероприятия по инженерной защите территории, сведения об использованных в проекте изобретениях.

Технико-экономические показатели, полученные в результате разработки проекта, сравнивают с показателями утверждённого (одобренного) обоснования инвестиций в строительство объекта и задания на проектирование.

Генеральный план и транспорт

В пояснительной записке раздела даётся краткая характеристика района и площадки строительства; решения и показатели по генеральному плану (с учетом зонирования территории), внутривозрастной и внешнему транспорту, выбор вида транспорта, основные планировочные решения, мероприятия по благоустройству территории; решения по расположению инженерных сетей и коммуникаций; организация охраны предприятия.

К записке этого раздела прилагаются основные чертежи.

Ситуационный план размещения предприятия, зданий, сооружений с указанием на нем объектов существующих и проектируемых, внешних коммуникаций, инженерных сетей, жилых и подсобных территорий, границы санитарно-защитной зоны.

Генеральный план, на котором наносятся существующие и проектируемые (реконструируемые), и подлежащие сносу здания, и сооружения предприятия.

Технологические решения

Они содержат производственную расчётную программу; краткую характеристику и обоснование решений по технологии производства, механизации и автоматизации процессов; состав и оценку прогрессивности выбранного оборудования, показатели его загрузки; обоснование необходимости приобретения оборудования, по импорту и т.д.

Данный раздел проекта содержит следующие основные чертежи: принципиальные схемы технологических процессов и

механизации производства; технологические компоновки оборудования по этажам; схему грузопотоков; структурную схему комплекса технических средств; схемы автоматизации.

Сметная документация

Для определения сметной стоимости строительства предприятий, зданий и сооружений (или их очередей) составляется сметная документация в соответствии с положениями и формами, приводимыми в нормативно-методических документах Минстроя РФ.

Состав сметной документации, разработанной на стадии проект:

- а) сводные сметные расчёты стоимости строительства;
- б) объектные и локальные сметные расчёты;
- в) сметные расчёты на отдельные виды затрат (в том числе на проектные и изыскательские работы).

В состав сметной документации проектов строительства включается пояснительная записка, в которой приводятся данные, характеризующие применённую сметно-нормативную (нормативно-информационную) базу, уровень цен и другие сведения, отличающие условия данной стройки.

Следует отметить, что в сводном сметном расчёте отдельной строкой предусматривается резерв на непредвиденные работы и затраты, исчисляемые от общей сметной стоимости (в текущем уровне цен) в зависимости от степени проработки и новизны проектных решений.

3.1. СИТУАЦИОННЫЙ И ГЕНЕРАЛЬНЫЙ ПЛАН ПРЕДПРИЯТИЯ

На стадии подготовки обоснования инвестиций дается схема предварительного генерального плана. После выбора района строительства предприятия разрабатываются уточнённые ситуационный и генеральный планы. Эти планы прилагаются к пояснительным запискам проекта, рабочей документации.

Ситуационный план – это часть проекта, где указывают размещение проектируемого предприятия относительно населенного пункта, окружающей территории, а также других объектов, имеющих с ним непосредственные технологические, транспортные и инженерно-технические связи. Этот план изображается в масштабе 1:5000, 1:10000, 1:25000 (рис. 3).

Розу ветров строят в соответствующем масштабе следующим образом. Окружность делят на 8 или 16 равных частей и в результате получают 8 или 16 румбов: С, СВ, В, ЮВ, Ю, ЮЗ, З, СЗ. От центра окружности (начало координат) откладывают в выбранном масштабе процентную повторяемость ветров по соответствующим румбам. Полученные точки соединяют. Наиболее вытянутая сторона полученной фигуры показывает направление господствующих ветров. Промышленные здания рекомендуется по возможности располагать продольной осью по направлению господствующего ветра или под углом 45 градусов к нему (рис. 4.).

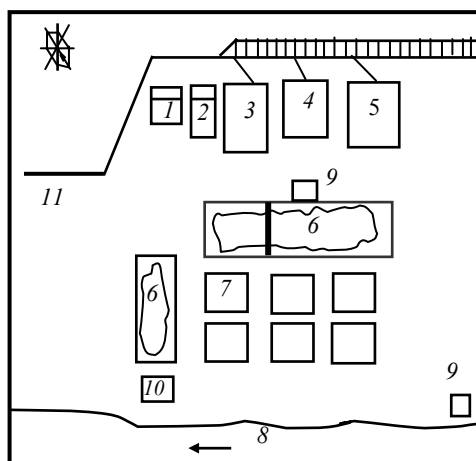
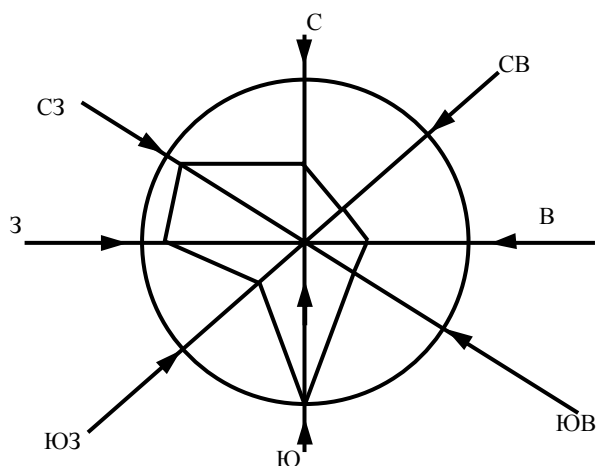


Рис. 3 Ситуационный план:

1 – пассажирский ж.-д. вокзал; 2 – товарная ж.-д. станция; 3 – химический комбинат; 4 – ТЭЦ; 5 – текстильный комбинат; 6 – санитарно-защитная зона; 7 – жилые кварталы; 8 – река; 9 – водозаборный узел; 10 – очистные сооружения; 11 – железная дорога

Рис. 4. Роза повторяемости ветров



Генеральный план – это часть проектной документации, в которой содержатся решения вопросов размещения (планировки) завода или комбината в промышленном узле, а также транспортных коммуникаций и инженерных сетей для этого узла.

При этом решаются вопросы размещения цехов, сооружений, транспортных коммуникаций и инженерных сетей внутри территории проектируемого предприятия (рис. 5).

На генеральном плане промышленного предприятия в масштабе 1:500, 1:1000 или 1:5000 изображают:

- а) размещение всех зданий и сооружений;
- б) распределение цехов по группам;
- в) ширину противопожарных и санитарных разрывов между зданиями;

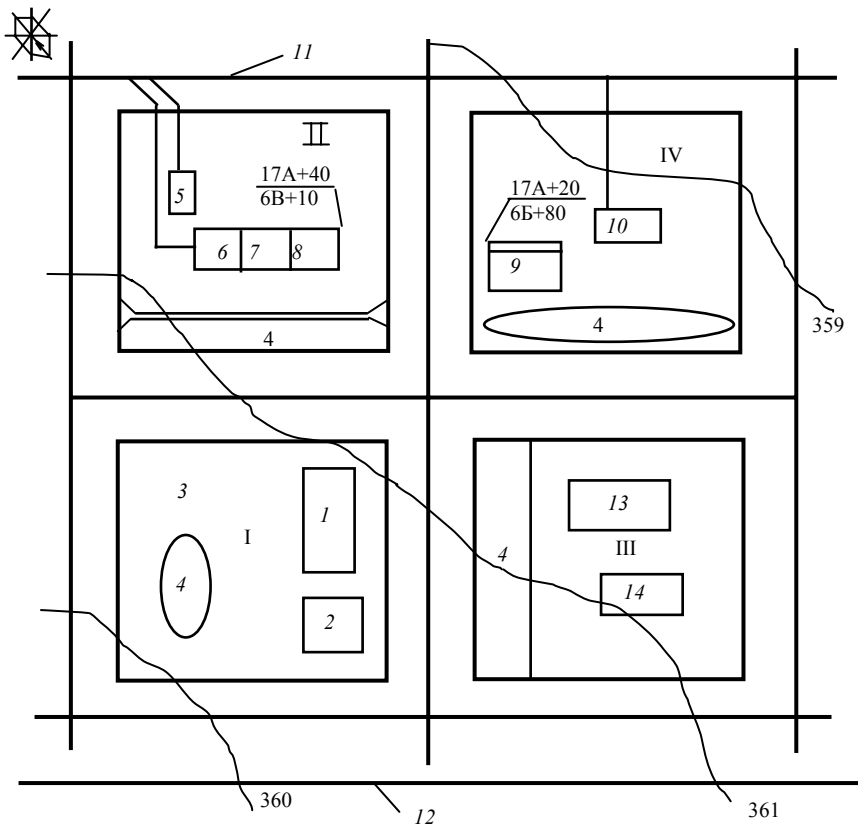


Рис. 5. Схема генерального плана предприятия:

1 – заводоуправление; 2 – столовая; 3 – стоянка автотранспорта; 4 – санитарно-защитная зона; 5 – депо; 6, 7, 8 – блок производственных цехов; 9, 10 – склады; 11 – железная дорога; 12 – автодорога; 13 – ТЭЦ; 14 – АТС

- г) проезды и въезды в цеха, автодороги и железнодорожные пути;
- д) инженерные сети;
- е) ограждение территории с указанием въезда и проходных на территорию завода;
- ж) размещение пожарных гидрантов, зоны озеленения, розу ветров.

При разработке генерального плана, прежде всего, проводят зонирование территории проектируемого предприятия, т.е. деление её на четыре зоны:

I – предзаводская, где располагаются вспомогательные здания (административные корпуса, стоянки пассажирского транспорта);

II – производственная, где находятся основные и вспомогательные цеха;

III – подсобная, предназначенная для энергетических объектов и прокладки инженерных коммуникаций;

IV – складская с сортировочными станциями и депо.

Производства повышенной пожаро- и взрывоопасности необходимо располагать с подветренной стороны по отношению к другим зданиям и сооружениям.

Между местами вредных газовых выбросов в атмосферу и жилыми или общественными зданиями необходимо предусматривать санитарно-защитную зону. Ширина зоны принимается по нормативным документам в зависимости от класса вредности газовых выбросов. Санитарно-защитную зону благоустраивают и озеленяют.

Наиболее рациональное решение плана получают при прямоугольных очертаниях зданий и застройки. Застройка может быть блокированной, когда отдельные цеха размещаются в одном здании. На генплане указывают высотные отметки местности (360, 361, 359). Все сооружения завода "привязывают" к координатной сетке с указанием расстояний от условной нулевой параллели и условного нулевого меридиана. По этой привязке можно определить расстояние между цехами.

В качестве примера показана привязка цеха 8 и склада 9 к координатным осям. Число с буквой А в числителе показывает расстояние в километрах от условной нулевой параллели, а со знаком "+" дополнительные метры. В знаменателе число с

буквой Б показывает расстояние от нулевого меридиана. Таким образом, расстояние между точками в широтном направлении (снизу вверх) равно 17 км 40 м – 17 км 20 м = 20 м, а в долготном (слева направо) 6 км 80 м – 6 км 10 м = 70 м.

На рис. 5 показано распределение территории предприятия по зонам. В производственной и складской зонах предусмотрены площади под расширение завода. На рис. 5 условно не показаны ограждение территории, проходные, инженерные коммуникации.

3.2. РАЗРАБОТКА И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ

При разработке эскизной схемы производства составляются материальные балансы по стадиям процесса, и выбирается режим работы оборудования. Эти данные являются основой для расчёта технологического оборудования. Как известно, расчёты бывают *поверочными* и *проектными*. При поверочных расчётах по заданной производительности и заданным габаритным размерам серийно выпускаемого аппарата определяют количество таких аппаратов. При проектных расчётах по заданной производительности определяют габаритные размеры оборудования. При расчёте выбирается тип аппарата, по материальному балансу стадии определяют весовые потоки перерабатываемых веществ, энергетические затраты, обеспечивающие нормальный ход процесса и вычисляют основные размеры этого аппарата.

Расчёт оборудования должен быть основан на анализе кинетики процесса, материальных и энергетических соотношениях последних достижений науки и техники [1, 2, 3].

Тип аппарата выбирается с учётом режима его работы, свойств перерабатываемых веществ, способа загрузки сырья и выгрузки готовой продукции и других технико-экономических показателей.

Последовательность расчёта такова:

1) на основании закона сохранения материи составляют материальный баланс процесса:

$$\sum G_n = \sum G_k,$$

где $\sum G_n$ – масса исходных веществ; $\sum G_k$ – масса конечных продуктов;

2) на основании закона сохранения энергии составляют тепловой баланс процесса:

$$\sum Q_n + Q_p = \sum Q_k + Q_n,$$

где $\sum Q_n$ – количество теплоты, поступающего в аппарат; Q_p – тепловой эффект процесса; $\sum Q_k$ – количество теплоты, выносимое из аппарата; Q_n – тепловые потери в окружающую среду;

3) используя законы термодинамики, определяют направление процесса и условия равновесия;

4) исходя из условий равновесия и заданной технологии, выбирают начальные и конечные рабочие параметры процесса;

5) на основании равновесных и рабочих параметров определяют движущую силу процесса;

6) используя законы химической, тепловой или диффузионной кинетики находят коэффициент скорости процесса;

7) исходя из полученных выше данных, рассчитывают основной размер аппарата (ёмкость, площадь поперечного сечения, поверхность нагрева и т.д.)

$$A = M / KД,$$

где A – основной размер аппарата; M – количество продукта (теплоты), получаемого в единицу времени; K – кинетический коэффициент; $Д$ – движущая сила процесса.

Для всех стадий технологического процесса делается анализ и расчёт основных размеров аппаратуры, после чего предварительно выбирается соответствующее оборудование. Основой для выбора оборудования является его надёжность, т.е. гарантия бесперебойной работы в течение установленного условиями технологии срока. Этот расчёт сделан на среднюю часовую производительность. Необходимо при расчёте учитывать перерывы в работе оборудования, связанные с ремонтом, и т.д. Учет перерывов в работе оборудования увеличивает проектную часовую производительность по сравнению со среднечасовой. Таким образом, при выборе оборудования должен предусматриваться резерв его по производительности. Количество рабочих дней для оборудования в году обычно принимают 330, причем не менее 10 % от этого количества отводят на планово-предупредительный ремонт. С учётом данных обстоятельств общий резерв мощности оборудования может достигать 30 %.

Иногда следует иметь в виду при подборе оборудования влияние климатических условий, например, параметры воздуха в процессах сушки, адсорбции, конденсации. Это приводит к сезонным колебаниям производительности проектируемой установки. Естественно, что резерв и сезонные колебания производительности оборудования должны учитываться при подборе мощности электрооборудования, теплоснабжения, водонапорных станций и т.п.

Рекомендуют коэффициент запаса производительности оборудования рассчитывать по следующему выражению:

$$K_3 = 8640 / T_{эф},$$

где 8640 – число календарных часов в году; $T_{эф}$ – эффективный фонд времени или фактическое число часов работы оборудования в году.

С учетом данного коэффициента запаса можно, например, рассчитать общий объём аппарата периодического действия при заданной суточной производительности:

$$V = V_c \tau K_3 / 24\phi,$$

где V – объём аппарата; V_c – суточная производительность по перерабатываемым веществам; τ – время цикла; K_3 – коэффициент запаса производительности; ϕ – коэффициент заполнения аппарата.

Время технологического цикла равно:

$$\tau = \tau_1 + \tau_2,$$

где τ_1 – время реакции; τ_2 – время вспомогательных операций (загрузка, нагрев, охлаждение, промывка и т.п.).

Величина коэффициента заполнения зависит от характера процесса и свойств перерабатываемых веществ. Значение этого коэффициента колеблется в пределах от 0,4 до 0,9. Затем производится механический расчёт оборудования.

Окончательный выбор стандартного оборудования производится по каталогам. Если расчётная ёмкость аппарата окажется больше величины серийно выпускаемого оборудования, то рассчитывают количество стандартных аппаратов.

3.3. РАЗРАБОТКА НЕСТАНДАРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Несмотря на многообразие серийно выпускаемого оборудования, при проектировании приходится для реализации заданной технологии производства предусматривать использование нестандартного оборудования.

Расчёт такого оборудования производится аналогично расчёту стандартного оборудования.

Выбрав тип оборудования и определив его основные размеры технологическое подразделение проектной организации с привлечением специалистов других профилей (механиков, теплотехников, электриков) составляет задание на разработку чертежей нестандартного оборудования.

Техническое задание обычно содержит эскиз разрабатываемого оборудования, назначение, краткое изложение принципа работы, техническую характеристику, физико-химическую характеристику перерабатываемых веществ, их токсичность, огне- и взрывоопасность, способы загрузки и выгрузки и т.д.

Кроме того, при необходимости указывается в задании тип и размер теплообменной поверхности, интенсивность перемешивания и тип мешалки, характеристика привода, его мощность. Также указывается способ установки аппарата (лапы, фундамент), для насадочных аппаратов – тип и объём насадки и т.п. Даются рекомендации по выбору материала для изготовления корпуса и деталей аппарата.

Эти рекомендации определяются коррозионной способностью перерабатываемых в аппарате продуктов, параметрами технологического процесса и т.д.

На основе данного технического задания конструкторский отдел проектной организации разрабатывает чертежи общего вида аппарата и отдельных сложных узлов его. Затем эта проектная документация передается на завод-изготовитель, где конструкторское бюро разрабатывает рабочие чертежи с учетом конкретных условий работы данного машиностроительного предприятия. Эти чертежи при необходимости завод-изготовитель согласовывает с проектной организацией.

3.4. РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СХЕМЫ

Принципиальную технологическую схему разрабатывает технологический отдел проектной организации. Основой для разработки являются эскизная технологическая схема и чертежи общего вида выбранного оборудования. Необходимо обосновать и выбрать способ подачи сырья в цех; решить вопросы, связанные с отгрузкой готовой продукции, обезвреживанием и удалением отходов производства, механизацией и автоматизацией процессов, обеспечением техники безопасности и охраны труда и т.д. Естественно, что при этом схема расширяется и дополняется оборудованием, которое также надо рассчитать как и основное.

При составлении принципиальной технологической схемы аппараты можно изображать в разрезе или по контурам. Материальные потоки между аппаратами наносятся четкими линиями, кроме того, показывают подводку к оборудованию вспомогательных потоков: воды, пара и т.д. Также является обязательным для технологической схемы размещение оборудования по вертикальным отметкам (этажам).

Для примера на рис. 6 представлен фрагмент принципиальной технологической схемы, разработанной на основе эскизной схемы (стадия ректификации).

Исходная смесь со склада подается в ёмкость 1, откуда центробежным насосом 2а направляется в кожухотрубчатый подогреватель 3, а затем в среднюю часть тарельчатой ректификационной колонны 4. Колонна имеет встроенный кипятильник кубовой жидкости 5. В результате процесса ректификации в колонне получают пары, обогащенные легколетучим компонентом и кубовый остаток с тяжелолетучим компонентом. Пары направляются на конденсацию в кожухотрубчатый дефлегматор 6. Затем жидкость поступает в разделитель 7, откуда одна часть её (флегма) идет на орошение колонны, а другая часть в виде целевого продукта направляется через кожухотрубчатый холодильник 8 в ёмкость 11 и из нее центробежным насосом 2г на склад. Кубовый остаток из колонны центробежным насосом 2б направляется через кожухотрубчатый холодильник 9в приёмную ёмкость 10, откуда центробежным насосом 2в также передаётся на склад.

На основе разработанных таким образом отдельных стадий составляется полная принципиальная технологическая схема. При изображении аппаратов на схеме масштаб не обязательно выдерживать, но обязательным является изображение всего основного и вспомогательного оборудования с указанием точек установки основных контрольно-измерительных

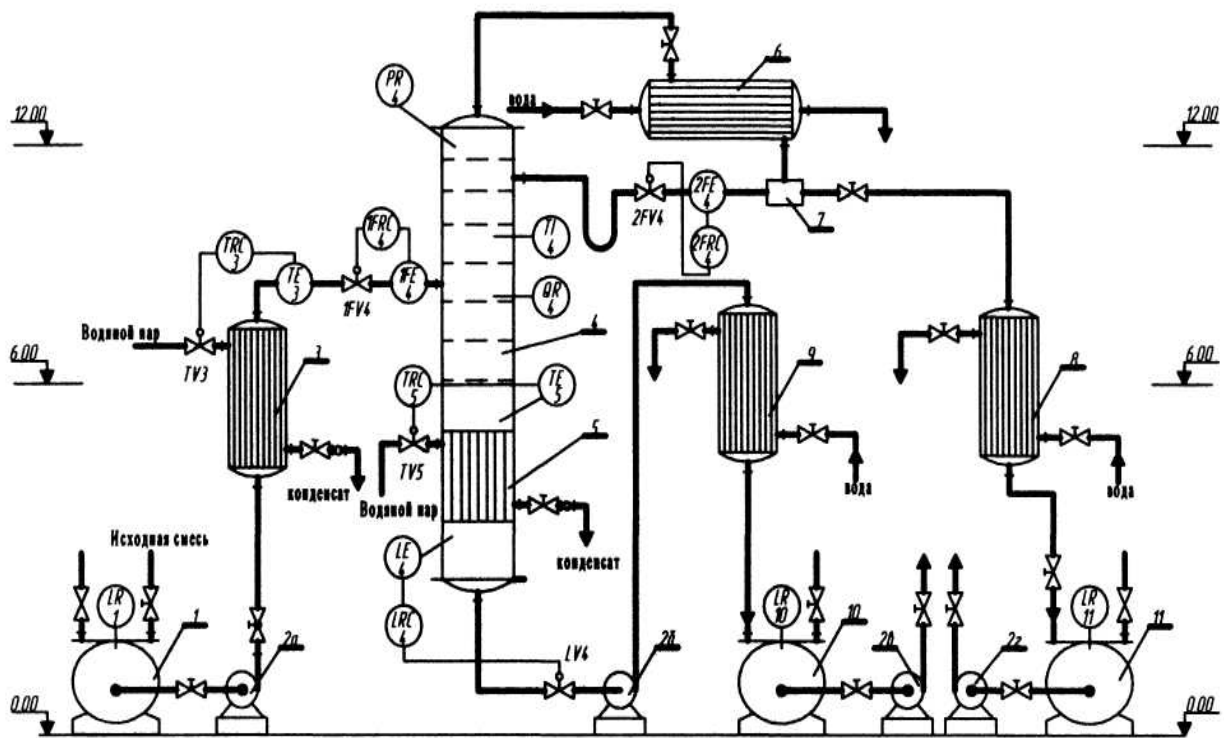


Рис. 6. Принципиальная технологическая схема ректификационной установки:

- 1 – ёмкость исходной смеси; 2 – насосы исходной смеси (а), кубового остатка (б) и для перекачки продуктов на склад (в, з);
 3 – подогреватель исходной смеси; 4 – колонна; 5 – встроенный кипятильник; 6 – дефлегматор; 7 – разделительный стакан; 8 – холодильник дистиллята; 9 – холодильник кубового остатка; 10 – ёмкость дистиллята;
 11 – ёмкость кубового остатка

приборов (условно не показаны). Также является обязательным для технологической схемы размещение оборудования по вертикальным отметкам (этажам).

На основе выбранных способов подачи сырья, отгрузки готовых продуктов, обезвреживания и удаления отходов, в технологическую схему включаются вспомогательные операции и аппараты (мерники, промежуточную ёмкость, вакуум-насосы, устройства для транспортирования сырья). На линиях материальных потоков наносят арматуру и контрольно-измерительные приборы.

После изображения всего оборудования и материальных потоков аппараты технологической схемы нумеруются, и составляется экспликация. Экспликация оборудования технологической схемы содержит: номер, обозначение чертежа аппарата, наименование оборудования, основную характеристику, количество аппаратов и конструкционный материал.

После разработки технологической схемы составляют полное её описание. Данное описание схемы является составной частью технологических решений проекта. Рекомендуют делать описание схемы по отдельным стадиям технологического процесса, начиная с поступления, транспортировки и хранения сырья в цехе, его обработки, дозирования и загрузки в аппарат. Описание технологической стадии следует начинать с конструкции аппарата, способа загрузки сырья и выгрузки продуктов переработки. Затем освещается процесс данной стадии с указанием параметров его проведения, методов контроля и регулирования.

С той же тщательностью, как технологическая схема, разрабатываются и схемы складских и транспортных операций. Основой для разработки таких схем является анализ работы заводов-аналогов с учётом достижений современной техники. Ошибки и небрежность при разработке схем складских и транспортных операций могут привести к тому, что эти операции станут определяющим фактором в функционировании хорошо спроектированной технологической схемы.

На данной стадии проектирования следует проанализировать возможность перерыва в поступлении сырья и отгрузки готовой продукции. Исходя из этого анализа, запасы сырья на общезаводском складе принимают в пределах 5 – 60 суточной его потребности. При расчёте запасов сырья необходимо учитывать способы и расстояние транспортировки его от поставщика к проектируемому предприятию. Так в некоторых случаях перебои в поставке сырья при транспортировке морским путём могут достигать 6 месяцев. С целью исключения нарушения транспортных перевозок сырья и готовой продукции следует предусмотреть дублирование подъемно-транспортных устройств с учётом продолжительности его ремонта. Например, ленточный конвейер может дублироваться работой напольного транспорта и т.д.

Выбор транспортного и складского оборудования производится на основе свойств сырья и способа доставки его на предприятие. Жидкое сырьё, поступающее на предприятие в железнодорожных или автомобильных цистернах, баках, контейнерах передается в складские ёмкости чаще всего с помощью насосов. Особое внимание следует уделять транспортировке замерзающих материалов. Поэтому необходимо предусматривать обогреваемые цистерны и транспортные трубопроводы. Ёмкости с застывающими жидкостями должны иметь теплообменные элементы, а трубопроводы обогреваются с помощью тепловых спутников (трубопроводы, по которым подается теплоноситель).

3.5. УДАЛЕНИЕ ОТХОДОВ ПРОИЗВОДСТВА

В дальнейшем под термином «отходы» будем понимать получаемые в технологическом производстве нецелевые продукты, которые не могут быть использованы на данном предприятии и продукты, которые после соответствующей обработки можно использовать повторно.

Условно отходы технологических производств можно классифицировать следующим образом:

1. По агрегатному состоянию: твердые; пастообразные; жидкие; газообразные.
2. По коррозионной активности: нейтральные; слабоагрессивные; агрессивные; сильноагрессивные.
3. По воздействию на живые организмы: токсичные; нетоксичные.
4. По характеру выделения: случайно выделяемые; периодически выделяемые.

Как правило, отходами производства являются: отработанная охлаждающая вода, газообразные отходы, жидкие органические соединения, кислотные или щелочные жидкие стоки, условно чистые стоки, хозяйственные стоки, пастообразные и твердые отходы.

Для удаления отходов из аппаратов и их обезвреживания необходимо учитывать следующее. Во-первых, условия выгрузки необходимо предусматривать при конструировании аппаратов, а на основе агрегатного состояния отходов, подбирать способ удаления.

Для выгрузки порошкообразных и гранулированных материалов следует применять пневмотранспорт. Для паст и шламов используется метод разбавления водой или дешёвым растворителем. Затем полученную суспензию перекачивают на станцию очистки.

Газообразные отходы удаляются и транспортируются за счёт избыточного давления, под которым они, как правило, находятся в аппаратах. Эти отходы направляются на сжигание в печи или на так называемый факел. Если эти газы безвредны, то они выбрасываются в атмосферу.

Жидкие производственные отходы, в зависимости от их свойств, удаляются по одной из следующих линий безнапорной канализации.

1. Канализация условно чистых производственных стоков.

В нее направляют отработанную воду из оросительных холодильников, охлаждающих рубашек, конденсаторов и т.п. Эти стоки часто подвергаются отстаиванию, фильтрации и поступают на охлаждение в градирни оборотного водоснабжения, либо эти стоки сбрасываются в водоемы.

2. Канализация ливневых стоков.

В эту канализацию кроме атмосферных стоков сбрасывают воду из холодильников при опорожнении их перед ремонтом. Ливневая канализация в цехе состоит из системы лотков, которые имеют уклоны. Чтобы газы из заводской системы ливневой канализации не попадали в цех, имеются гидрозатворы.

3. Канализации химически загрязненных стоков.

Эта канализация предназначена для стоков, значительно загрязненных органическими и неорганическими веществами, которые требуют сложных методов очистки (механических, физико-химических, биохимических) на специальных очистных сооружениях. В эту канализацию направляют стоки и смывные воды с установок, перерабатывающих токсичные вещества. Иногда такие стоки приходится через гидрозатворы собирать в специальные сборники, затем подвергать их дегазации и лишь потом направлять на очистные установки.

4. Канализация кислотно-щелочных стоков

Кислотные и щелочные стоки разрушительно действуют на металлические и железобетонные конструкции. Поэтому аппаратуру, из которой выводят такие стоки, группируют в одном месте, окружённом кислотоупорным барьером. Внутри этой территории имеется трап, соединенный с заводской системой кислотно-щелочных стоков. Часто кислотно-щелочные стоки нейтрализуются в цехе, а затем направляют в канализацию химически загрязненных стоков.

3.6. КОМПОНОВКА ПРОИЗВОДСТВА

Под компоновкой предприятия понимают проектное размещение оборудования и сооружений, обеспечивающее нормальное течение технологического процесса, безопасность производства и хорошие условия труда при оптимальном объёме строительства.

В каждом конкретном случае следует учитывать специфику производства, климатические условия района строительства и многие другие факторы.

Основой для компоновки является принципиальная технологическая схема, схемы складских и транспортных операций, а также общие виды оборудования [1, 3, 4]. Существуют три варианта размещения оборудования: открытый, закрытый и смешанный.

Открытый вариант характеризуется расположением оборудования на специальных железобетонных постаментов, не защищенных от наружной среды стенами. Такой вариант компоновки вызван тем, что иногда производства связаны с ядовитыми и взрывоопасными веществами, переработка которых в закрытых помещениях чревата созданием опасных концентраций этих веществ.

При открытом варианте этажность железобетонных постаментов определяется технологией и условиями производства. При одноэтажном расположении обеспечивается простота и дешевизна строительных конструкций и транспортных операций, отсутствие лестниц и подъёмников, удобство установки тяжелого оборудования.

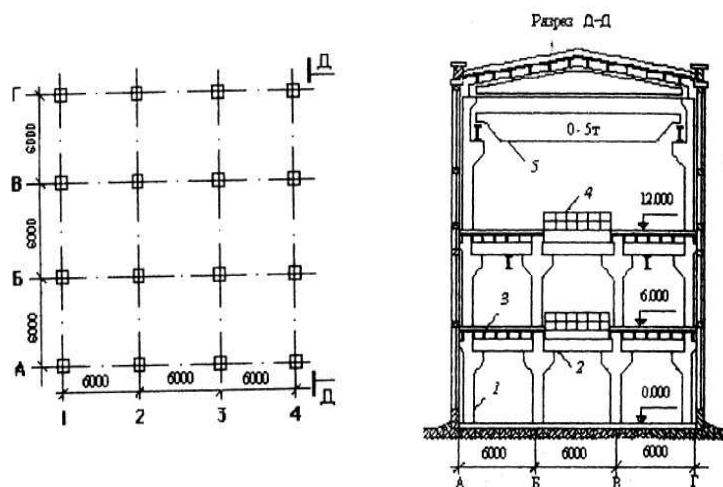
При использовании многоэтажных постаментов обеспечивается самотёк в трубопроводах технологической схемы, что снижает энергозатраты, уменьшается площадь застройки.

Сборный железобетонный постамент или этажерка состоит из фундаментов, колонн-стоек, плит перекрытия, ферм [4]. Эти элементы являются основными и для закрытых помещений (рис. 7).

Закрытый вариант характеризуется расположением оборудования внутри закрытых производственных зданий. Эти здания могут быть одно- и многоэтажными, что определяется технологией производства и другими факторами, которые были рассмотрены при описании открытого варианта компоновки.

Рис. 7. Строительный план и разрез промышленного здания:

1 – колонна; 2 – ригель; 3 – плита перекрытия; 4 – ограждение; 5 – мостовой кран; 6 – балка



Закрытый вариант компоновки применяется в тех случаях, когда требуются определённые условия окружающей среды (влажность, температура), при производстве таких веществ, как катализаторы, особо чистые продукты, при использовании жидкостей с высокой температурой кристаллизации. Кроме того, расположение оборудования в закрытом помещении применяется в случае суровых климатических условий, когда затрудняется обслуживание и эксплуатация технологической схемы при расположении её на открытой площадке. При закрытом варианте компоновки используют обычно многоэтажные здания с величиной пролетов 12, 18, 24 или 30 м, шаг колонн составляет 6 и 12 м.

Смешанный вариант компоновки характеризуется тем, что часть оборудования размещается на открытой площадке, а другая, требующая постоянного обслуживания и определенных условий окружающей среды, располагается в помещении. Такой вариант компоновки наиболее распространен.

Выбрав вариант компоновки, приступают непосредственно к проектному размещению основного и вспомогательного оборудования. Вначале определяют с учётом технологии производства и условий застройки этажность здания или постамент. Затем на чертежах в масштабе 1:100 изображаются планы каждого этажа, наносится сетка колонн и наружные контуры аппаратов. Аппараты ориентируются относительно осей здания и привязываются к осям колонн, стенам здания и к уже нанесённым на план аппаратам [3]. Это делают вручную или на ЭВМ.

Кроме изображения оборудования в плане по этажам (высотным отметкам) делают поперечные и продольные разрезы цеха, на которых стараются показать все аппараты. Как и на планах, в разрезах цеха оборудование изображается наружными контурами и указывается способ его установки: на фундаменте, на консолях и т.д. К планам и разрезам цеха даётся экспликация, номера аппаратов в которой обязательно должны совпадать с номерами технологической схемы. В экспликации указывается наименование аппарата, конструкционный материал его, номер чертежа, масса аппарата.

Процесс проектного размещения оборудования начинается с выделения групп аппаратов, объединённых определёнными признаками, например, выполняющие сходные технологические операции: выпарные аппараты, колонны. Могут реализовываться и другие принципы группировки: оборудование с большим выделением пыли, вибрирующие агрегаты и т.д. Такой подход при компоновке позволяет выбрать этаж и место на нём для той или иной группы оборудования. Размещая оборудование, следует предусматривать соответствующее расстояние между аппаратами для создания условий монтажа и ремонта. Минимальное расстояние должно быть не менее 0,8 м; люки, краны, вентили должны находиться в доступных местах для обслуживания. В строительных конструкциях следует предусматривать монтажные проёмы для транспортирования аппаратов, демонтажа и ремонта. Оборудование в цехе размещают упорядочено в виде рядов с проходами и проездами. При определении общей производственной площади цеха следует учитывать, что 40...50 % её занимает трубопроводная обвязка.

Группированное и размещённое оборудование вместе со строительными конструкциями образует производственные отделения. В общем случае различают три вида производственных помещений и отделений: основные производственные, вспомогательные производственные и обслуживающие.

К *основным производственным помещениям* относят: аппаратное отделение, склады, компрессорное и насосное отделения, тепловую, водо- и парокolleкторные, операторное отделение.

Производственные помещения в зависимости от перерабатываемых в них веществ с точки зрения пожароопасности подразделяются при строительном проектировании на пять категорий: А, Б, В, Г и Д. В зависимости от категории строительные конструкции цехов имеют те или иные особенности. Например, на случай аварии для уменьшения степени разрушения зданий, в помещениях категории А и Б перекрытия этажей должны иметь взрывные проёмы.

Аналогично классифицируют производственные помещения в соответствии с правилами устройств электроустановок (ПУЭ). Тип электрооборудования и приборов контроля и автоматизации (взрывозащищённый, открытый) зависит от класса помещения по ПУЭ.

Вспомогательные производственные помещения включают вентиляционные камеры, прицеховые электрические подстанции, прицеховые лаборатории.

Обслуживающие помещения: прицеховые ремонтные мастерские, кладовые, бытовки, административные помещения.

Как отмечалось выше, в разработке проекта принимают участие различные специалисты и ведущая роль принадлежит технологу, который на основе принципиальной технологической схемы и решений, принятых при компоновке оборудования, выдает задания на разработку разделов проекта специалистам соответствующих отделов (КИП и А, энергоотделу, отделу генеральных планов, строительному отделу и т.д.).

Например, основой задания для разработки КИП и А служат технологическая схема и компоновочные чертежи. Средства контроля и автоматизации условными обозначениями наносятся на технологическую схему. Поэтому технологи при разработке схемы должны предусмотреть в нижней части чертежа свободное поле шириной около 150 мм. Аналогично выдаются задания и другим специалистам-смежникам. Специалисты при разработке соответствующих частей проекта согласовывают свои решения с технологом и между собой с целью избегания ошибок.

Разработанные проекты важных объектов рассматриваются и утверждаются техническим советом проектной организации. Проект со сметами передается заказчику для согласования с генеральной строительно-монтажной организацией.

4. РАБОЧАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

При двухстадийном проектировании после разработки и утверждения проекта, а также подтверждения поставки запланированного оборудования разрабатывается рабочая документация. Эта документация готовится в составе и объёме, обеспечивающем по ней производство строительных и монтажных работ. Рабочая документация должна включать:

- а) рабочие чертежи объекта;
- б) сметы;
- в) ведомости объёмов строительных и монтажных работ;
- г) ведомости потребности в материалах;
- д) расчёты показателей изменения сметной стоимости работ и затрат при применении в проектах достижений науки, техники и передового опыта;
- е) спецификации на оборудование, опросные листы;
- ж) паспорт строительных рабочих чертежей зданий и сооружений.

Вся эта документация разрабатывается в соответствии с требованиями государственных стандартов и установленных норм.

В состав рабочей документации входят строительно-монтажные чертежи, планы и разрезы размещения оборудования и трубопроводов. Также чертежи элементов нетиповых строительных конструкций, общие виды нетипового технологического оборудования в объёме, необходимом для выполнения конструкторской документации.

В процессе подготовки рабочей документации проектная организация дорабатывает и конкретизирует принципиальные решения, принятые при разработке проекта и его утверждении. При необходимости технологический отдел проектной организации вносит изменения в технологическую схему производства, а затем выполняет все недостающие расчёты, производит разработку компоновки оборудования, корректирует и выдаёт задания проектировщикам других отделов.

Одним из важных этапов подготовки рабочей документации объекта является монтажная проработка. Монтажная проработка – это процесс, конечным результатом которого будут чертежи трубопроводной обвязки технологического оборудования проектируемого производства.

Основой для проведения монтажной проработки служат:

- а) принципиальная технологическая схема производства;
- б) компоновочные чертежи;
- в) чертежи общих видов оборудования;
- г) фрагмент генерального плана предприятия с указанием места расположения проектируемого объекта и направлением эстакад этого предприятия и подземных сетей.
- д) сортаменты труб и их деталей.

Монтажная проработка заключается в трассировке основных технологических магистралей и трубопроводной обвязке каждого узла схемы.

Магистральные трубопроводы иногда делят на связанные с межцеховыми коммуникациями и внутрицеховые.

Вначале производят трассировку первой группы магистралей, а затем внутрицеховых. Магистралей диаметром 200 мм и более располагают у железобетонных колонн, чтобы передавать на них нагрузку. Трубопроводы меньшего диаметра следует помещать под перекрытиями. Рекомендуется также прокладывать их параллельно строительным осям для придания всей системе организованного вида.

На вводах и выводах трубопроводов с горючими газами устанавливается отключающая запорная арматура с дистанционным управлением на расстоянии от 3 до 50 м от стены здания или аппарата, расположенного на открытой площадке. На вводах пара, инертного газа, сжатого воздуха должны быть предусмотрены предохранительные клапаны и редукторы. На трубопроводах большой длины предусматривают П-образные изгибы для компенсации температурных удлинений. При трассировке трубопроводов следует сделать уклон в сторону аппаратов, в которые может сливаться жидкость, остающаяся в трубе.

После трассировки основных технологических магистралей приступают к трубопроводной обвязке каждого узла схемы. Следует учитывать, что в результате неправильной трассировки воздухопроводов они могут стать источниками сильного производственного шума. Поэтому рекомендуют делать радиус изгиба воздухопровода не менее трех его диаметров.

Особое внимание при монтажной проработке должно уделяться борьбе с вибрацией и гидравлическими ударами. Вибрация и гидравлические удары могут привести к износу и разрушению узлов оборудования, трубопроводов, фундаментов, строительных конструкций и т.д.

Вибрация возникает из-за неуравновешенности масс движущихся частей оборудования (дробилки, грохоты), неравномерной подачи газа или жидкости, природных явлений (ветер, подземные толчки).

Гидравлические удары возникают из-за:

- а) наличия на трубопроводе, гидравлических “мешков” в которых скапливается конденсат;
- б) неверно рассчитанного и подобранного диаметра трубопровода и запорного устройства;
- в) скопления инертных газов и т.д.

Подобные причины приводят к разрыву потока в трубопроводе и удару. Для предотвращения гидравлических ударов при монтажной проработке схемы следует прокладывать газовые трубопроводы с уклоном в сторону аппаратов, служащих для сбора конденсата. Необходимо предусматривать дренаж гидравлических «мешков».

Не менее тщательно разрабатываются крепления трубопроводов и конструкции опор под них. От данных узлов во многом зависит надёжность работы трубопроводной сети, удобство их монтажа и ремонта.

Следующим этапом подготовки рабочей документации является разработка *монтажно-технологической схемы*. Основой для разработки этой схемы служат принципиальная технологическая схема, документы монтажной проработки, чертежи технологического оборудования и средства автоматизации. Монтажно-технологическая схема показывает через трубопроводную обвязку особенности проектируемого процесса и двухстороннюю связь всех технологических узлов со схемой контроля и автоматики. Кроме того, она указывает на возможности применения индивидуальных методов монтажа оборудования и облегчает чтение монтажных чертежей.

При разработке монтажно-технологической схемы аппараты изображаются по высотным отметкам в масштабе и в строгом соответствии с их чертежами. Показываются все штуцеры, люки и пунктиром внутренние устройства. Трубопроводы маркируют в соответствии с принятыми обозначениями и указывают их характеристики (диаметр, толщина стенки, материал). В нижней части схемы вычерчивают условно приборы контроля и автоматики, которые связывают тонкими линиями с аппаратами, показывая, таким образом, весь комплекс взаимосвязанных процессов проектируемого производства.

После разработки монтажно-технологической схемы приступают к выполнению *монтажных чертежей*. Они представляют собой изображение в ортогональных проекциях трубопроводов и химического оборудования проектируемого предприятия. Основой для подготовки монтажных чертежей являются: чертежи монтажной проработки и монтажно-технологической схемы, строительные чертежи и чертежи отопительной и вентиляционной систем. На данном этапе, проектирования делают чертежи разрезов и планов проектируемых объектов в масштабе 1:50. Количество разрезов должно быть таким, чтобы каждый аппарат хотя бы один раз попал в разрез.

Необходимо помнить, что на монтажных чертежах вначале должны изображаться все строительные элементы (колонны, ригели, балки, фундаменты, плиты) и все другие конструкции, которые будут определять места прокладки трубопроводов.

5. РАБОЧИЙ ПРОЕКТ

Выше отмечалось, что выполнение проектной документации в одну стадию – рабочий проект характерно для предприятий технически несложных, а также для тех, которые можно сооружать по типовым проектам. Рабочий проект состоит из следующих разделов:

а) общая пояснительная записка, в основе которой содержатся исходные данные для проектирования: обоснование инвестиций, акт выбора площадки, данные о потребностях в энерго- и трудовых ресурсах.

В этот раздел входят основные чертежи: ситуационный план размещения предприятия, зданий и сооружений с указанием на нем инженерных коммуникаций. При необходимости, делают дополнительные чертежи по так называемой привязке типовых и повторно применяемых проектов;

б) организация строительства: этот раздел готовится в соответствии с нормативными документами, утвержденными Госстроем;

в) сметная документация;

г) паспорт рабочего проекта.

Подготовленный рабочий проект представляется на экспертизу и утверждение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беркман, Б.Е. Основы технологического проектирования производств органического синтеза / Б.Е. Беркман. – М. : Химия, 1970. – 368 с.
2. Основы проектирования химических предприятий и элементы САПР / С.П. Рудобашта, Г.С. Кормильцин, А.А. Лапин, Э.Л. Тудоровский. – М., 1985.
3. Дворецкий, С.И. Основы проектирования химических производств / С.И. Дворецкий, Г.С. Кормильцин, В.Ф. Калинин. – М. : Машиностроение, 2005. – 280 с.
4. Макаревич, В.А. Строительное проектирование химических предприятий / В.А. Макаревич. – М. : Высшая школа, 1977. – 208 с.