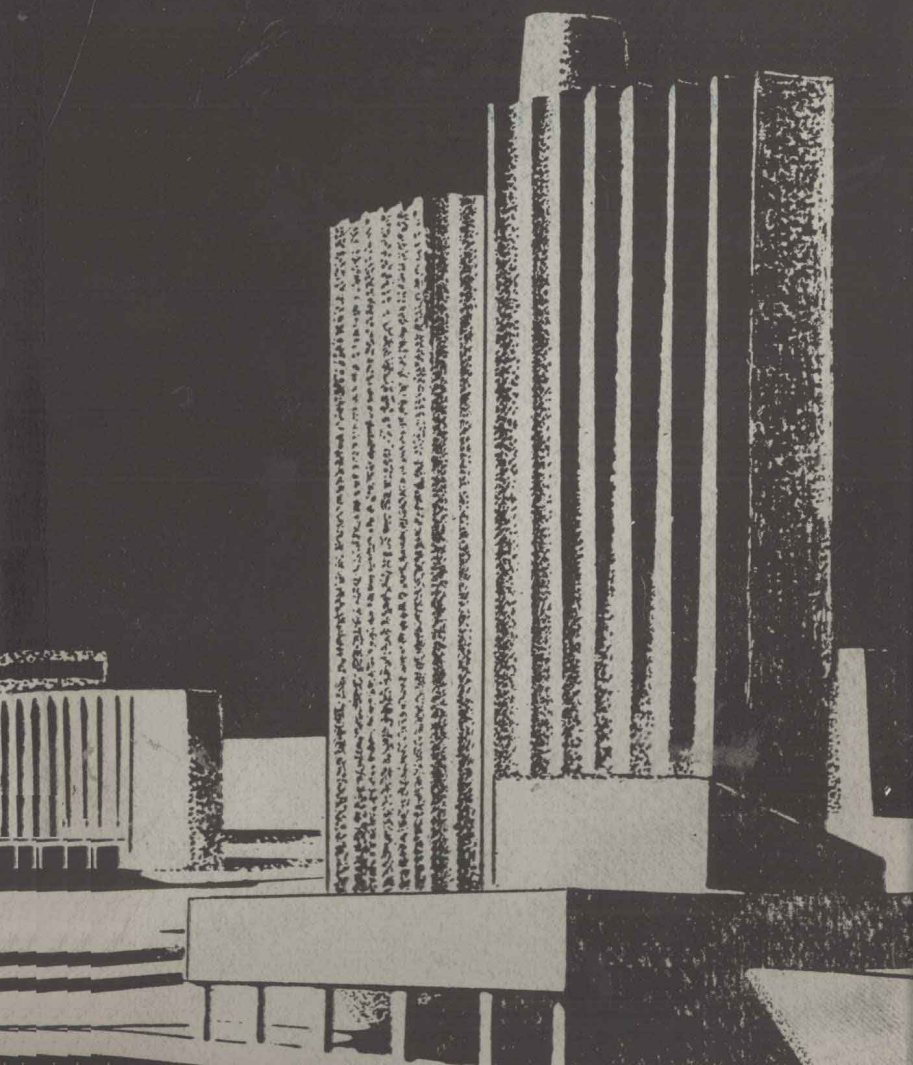


Н. Д. Мардасов,
Е. И. Пугач

МАКЕТНЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ГРАЖДАНСКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ



Н. Д. МАРДАСОВ, **МАКЕТНЫЙ МЕТОД**
Е. И. ПУГАЧ **ПРОЕКТИРОВАНИЯ**
В ГРАЖДАНСКОМ
СТРОИТЕЛЬСТВЕ

МОСКВА СТРОЙИЗДАТ 1980

Печатается по решению секции литературы по градостроительству и архитектуре редакционного совета Стройиздата. Рецензент ЦНИИЭП жилища.

Мардасов Н. Д., Пугач Е. И. Макетный метод проектирования в гражданском строительстве. — М.: Стройиздат, 1980. — 167 с., ил.

Освещаются вопросы макетного метода проектирования жилых и общественных зданий. Приводится краткий обзор опыта применения макетно-модельного, плоскостного и других модификаций макетного метода проектирования. Особое место уделено изготовлению и практическому применению архитектурных градостроительных макетов, использованию фотографий при макетировании. Даются рекомендации по организации материально-технической базы для внедрения макетного метода, описываются инструменты, материалы и оборудование для макетных работ.

Книга предназначена для архитекторов-проектировщиков и градостроителей.

Ил. 41, список лит.: 49 назв.

М $\frac{30204-252}{047(01)-80}$ 64-80. 4902010000

© Стройиздат, 1980

ВВЕДЕНИЕ

Выполнение обширной программы капитального строительства, принятой XXV съездом КПСС на десятую пятилетку, требует дальнейшего совершенствования проектно-сметного дела.

Проектные организации призваны своевременно обеспечивать возрастающие объемы строительства качественной проектно-сметной документацией без увеличения численности проектировщиков. Это требует резкого повышения производительности труда работников проектных организаций, мобилизации всех резервов проектного производства с целью высвобождения рабочего времени проектировщиков для многовариантной проработки проектных решений, выбора из них оптимальных, обеспечивающих наиболее эффективное использование капитальных вложений в строительстве.

Среди основных факторов роста производительности труда проектировщиков наиболее актуально внедрение новых методов проектирования. Если при выполнении инженерных расчетов и размножении документации, составляющих примерно по 10% от общего объема трудовых затрат на архитектурно-строительное проектирование, используется высокопроизводительная электронно-вычислительная, множительная техника, то при разработке и графическом оформлении проектной документации, на которые затрачивается более 50% рабочего времени проектировщиков, все еще используется традиционное малопроизводительное оборудование, требующее применения в основном ручного труда. Поэтому на принятие проектных решений, их увязку и согласование остается лишь около 30% рабочего времени специалистов.

Опыт многих передовых проектных организаций показывает, что применение новой вычислительной и множительной техники при выполнении основных этапов проектирования традиционными методами не обеспечивает резкого роста производительности труда проектировщиков и не улучшает качество проектирования, а сам процесс разработки проектно-сметной документации остается трудоемким.

Ликвидировать такое положение призваны прогрессивные методы проектирования, среди которых наиболее эффективный — макетный метод. Он предусматривает не только использование новых технических средств, но и качественно изменяет труд проектировщиков, делая его более творческим и продуктивным.

В данной книге в отдельных главах рассматриваются основные модификации как объемного, так и плоскостного макетирования¹, отличающиеся друг от друга используемыми техническими средствами, оборудованием, материалами и технологией работ.

Особое место в книге уделено вопросам организации макетного проектирования, создания специализированных подразделений, обеспечивающих внедрение макетного метода, выделения для этих подразделений необходимой производственной площади, их оснащения требуемым оборудованием, инструментами, приспособлениями и материалами.

Некоторые вопросы рассмотрены авторами в порядке постановки и требуют дальнейшего разрешения как в методологическом, так и в практическом плане. Авторы будут благодарны специалистам, которые направят отзывы о книге в издательство. Эти отзывы помогут в дальнейшей работе авторов по совершенствованию методов проектирования объектов строительства.

Авторы выражают благодарность сотрудникам ряда институтов Госстроя СССР и Госгражданстроя, проектных организаций Москвы, Ленинграда, Киева, специалистам секции проектных организаций Ленинградского Дома научно-технической пропаганды за предоставление материалов, обобщенных в соответствующих разделах книги, а также фотографу-художнику ЛенНИИпроекта С. А. Ефимову.

¹ Макетирование — процесс воспроизведения проектируемого объекта, его частей и деталей в виде упрощенного объемного макета, имеющего подобие с ним в трех измерениях (**объемное макетирование**) или в виде плоского изображения объекта в двух измерениях, нанесенного на плоскую основу (лист чертежа, стенд и т. д.), которая позволяет перемещать как все изображение, так и отдельные его части (**плоскостное макетирование**).

Глава I. ОБЩИЕ ПРИНЦИПЫ ОБЪЕМНОГО МАКЕТИРОВАНИЯ

1. УСЛОВИЯ ПРИМЕНЕНИЯ МАКЕТНОГО МЕТОДА В ПРОЦЕССЕ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Восприятие объемно-пространственной композиции проектируемых зданий и сооружений на чертеже существенно отличается от восприятия построенного объекта (т. е. натурального восприятия). Устранение этого серьезного недостатка достигается путем внедрения в практику проектирования макетного метода, который применительно к объемному макетированию получил наименование *макетно-модельного метода*.

Широкое распространение в современных условиях этот метод получил в проектных организациях промышленного профиля. Причем вначале одни проектные организации рассматривали макет как средство для улучшения качества проектной документации, другие как иллюстрацию проекта, третьи как основной вид проектного материала.

Роль макета в процессе проектирования настолько велика и значительна, что без макетирования не может обходиться ни одна проектная организация. Макет позволяет достигать высокого качества и эффективности проектных решений, значительно сокращать сроки и стоимость строительства, улучшать эксплуатацию проектируемых объектов.

Одна из главных задач макетирования — приведение содержания проектной документации в полное соответствие с требованиями и возможностями современного индустриального строительства.

Непрерывно растущие объемы строительства требуют новых прогрессивных форм проектирования и строительства типовых жилых зданий, основанных на замене объекта типизации — целого дома другим, более гибким — блок-секцией, блок-квартирой, объемно-планировочным элементом (ОПЭ) и др. Новые формы нуждаются в тщательной и всесторонней проверке соответствующих

проектных решений на макетах. Несмотря на большую наглядность макета, он не может полностью заменить проектную документацию, разрабатываемую графическим способом. В то же время макет существенно влияет на состав и оформление проекта. На рабочем макете целесообразно осуществлять увязку, проверку и сопоставление различных вариантов проекта, качественный анализ и оценку принятых решений. На проектную документацию возлагается роль передачи всей информации о принятых решениях в графическом виде.

В процессе внедрения макетного метода в некоторых проектных организациях были попытки исключить чертежи и заменить их фотографиями макета, т. е. фоточертежами или самими макетами. Однако фоточертежи не могут полностью заменить графически выполненные чертежи.

Необходимо умело сочетать чертежи и макет, знать возможности того и другого: сложное решать при помощи макета, а простое разрабатывать на обычном чертеже. Использование большого опыта проектирования графическим методом и особенно его научной основы — начертательной геометрии позволяет создать с помощью макетов новую систему проектной документации, более качественную и меньшую по объему, чем при проектировании традиционным методом.

Несмотря на явные преимущества объемного макетирования и неоднократно доказанную его эффективность в конкретных условиях многих передовых проектных организаций¹, он все еще не нашел широкого и полноценного применения из-за сложных условий внедрения, не укладывающихся в существующий традиционный процесс проектирования, а также удорожания себестоимости проектных работ за счет некомпенсируемых дополнительных затрат на макетирование. Определенные трудности при внедрении макетного метода возникают из-за трудоемкости производственных операций по изготовлению масштабных моделей и их монтажу. Так, например, в большинстве проектных организаций макеты изготавливаются из дерева, пластмасс, картона и бумаги преимущественно ручным способом, с подгонкой и склеиванием по месту. До 90% трудовых затрат при макети-

¹ Опыт передовых проектных организаций был рассмотрен и одобрен на семинарах, проведенных ЛДНТП в 1969, 1971, 1974, 1976 гг.

ровании приходится на монтаж и демонтаж макетов, что выполняется вручную.

Разделение процессов проектирования и макетирования, наиболее распространенное в проектных организациях, лишает возможности применения объемных макетов при поиске оптимальных проектных решений. Немаловажный фактор, не располагающий проектировщиков к применению объемного макетирования, — отнесение затрат на изготовление макетов к общей стоимости проектирования, что удорожает его на 20—30%.

Несмотря на отмеченные трудности и в целом неблагоприятные условия для внедрения макетного метода при традиционном проектировании, объемное макетирование успешно используется многими передовыми проектными организациями практически всех отраслей строительства. Например, в ряде ленинградских проектных организаций как промышленного строительства (Ленгипрогазе, Ленгипрошахте, Механобре, ПИ-1, Ленфилиале Резинопроекта, ВНИИГе и др.), так и гражданского строительства (ЛенНИИпроекте, ЛенЗНИИЭПе, ЛенНИИПградостроительства, Ленгипрогоре, Ленгражданпроекте и др.) разработка технических и техно-рабочих проектов осуществляется с применением макетного метода. Это оказалось эффективным благодаря упрощению объемных моделей, из которых komponуются макеты.

Дальнейшее распространение макетного метода приведет к применению объемного макетирования на всех стадиях проектирования — от технико-экономических обоснований до рабочих чертежей (рабочего проекта). Такое глубокое проникновение макетного метода в процесс проектирования потребует пересмотра некоторых функций проектировщиков. Например, архитекторы, разрабатывающие проекты жилых и общественных зданий или проекты планировки и застройки городов, районов и других населенных мест, должны будут сочетать в себе функции как проектировщика, так и макетчика. Это позволит архитектору практически осуществлять многовариантную проработку проектных решений на макете и не формально, а фактически глубоко прорабатывать все возможные варианты, выбирать из них наилучший, наиболее эффективный, оптимальный вариант. Для этого архитектор должен освоить передовой опыт монтажа макетов из заранее заготовленных моделей, а также их демонтажа. В свою очередь несколько изменятся функции макетчиков. Их главной задачей станет

изготовление масштабных моделей упрощенных конструкций и создание из них широкого набора моделей типовых и часто применяемых элементов зданий, их конструкций и узлов, т. е. создание моделетеки; совершенствование технологии производства моделей; разработка способов, ускоряющих монтаж и демонтаж макетов из моделей; соблюдение требования достаточной наглядности и точности моделей, составляющих моделетеку; обеспечение сокращения трудовых затрат на изготовление масштабных моделей, их сборку и разборку.

2. КРАТКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ МАКЕТНОГО МЕТОДА

Использование макетов для практических целей строительства в нашей стране имеет многовековые традиции. Еще в Древней Руси при строительстве храмов широко применялись макеты, что подтверждается изображениями на фресках древних новгородских храмов XII в. (изображения Ярослава Мудрого, держащего макет Софийского собора, — на западной стене этого храма, построенного в 1050 г., на стенописи Нередицкой церкви, построенной в 1198 г.¹, и др.) и древними рукописями (например, псковской рукописью начала XII в.). При строительстве сложных и значительных зданий и сооружений на Руси также пользовались их макетами (так называемыми образцами), которые в то время служили источником передачи информации строителям о замысле зодчего.

Русские зодчие XVIII—XIX вв. придавали большое значение изготовлению макетов при разработке проектов. Широко применялись разрезные сборно-разборные макеты для наглядности экстерьера и интерьера здания. Выдающийся пример использования макета в инженерно-конструкторской практике — макет моста через р. Неву, выполненный великим русским изобретателем-самоучкой Кулибиным.

После того как в преддверии XIX в. французский ученый Гаспар Монж в своей работе «Начертательная геометрия» разработал основы проекционного черчения, макеты стали реже употребляться в практике проектирования. Графический метод проектирования вытеснил более дорогостоящий макетный метод, а макеты стали

¹ Строков А. и Батусевич В. Новгород Великий. Л., 1939, с. 55.

употребляться лишь для макетирования уникальных объектов в демонстрационных целях, для проектирования генеральных планов или разработки проектов застройки городов, жилых и промышленных районов и т. д.

В советское время, особенно в послевоенный период, научно-технический прогресс в промышленности привел к значительному усложнению технологии производства. Применение одних графических методов проектирования в этих условиях приводило к грубым ошибкам в проектах, особенно в тех частях, где происходило сопряжение и пересечение технологического оборудования, строительных конструкций и инженерных коммуникаций (трубопроводов, воздухопроводов, кабелей и т. п.). Для предотвращения этих ошибок проектировщики вынуждены были снова обратиться к помощи макета, но уже на более высоком, качественно ином методологическом уровне.

Применение макетного метода проектирования при разработке проектно-сметной документации на объекты промышленности было вызвано резким ростом масштабов строительства, повышением уровня индустриализации и сокращением сроков выполнения строительно-монтажных работ, необходимостью соответствующего резкого увеличения объемов проектной документации и сокращения сроков ее разработки.

В 1968 г. этот метод применялся уже более чем в 130 проектных организациях различных отраслей промышленности и строительства. В настоящее время многие проектные организации промышленного профиля используют макетно-модельный метод как наиболее эффективный на первом этапе проектирования — при поиске объемно-пространственной композиции промышленных зданий и сооружений на генеральном плане, при выборе наиболее рационального расположения технологического оборудования, строительных конструкций, трубопроводов и т. п. Макеты проектируемых объектов собираются, как правило, на специальных стендах из предварительно изготовленных объемных масштабных моделей.

В настоящее время в процессе объемного макетирования промышленных объектов используются следующие основные виды макетов, различающиеся по своему назначению и способу изготовления:

проектный макет и макет генплана используют на стадии технического проекта;

рабочий макет используют на стадии рабочих чертежей;

проверочный макет изготавливают по готовым чертежам проекта, разработанным графическим способом, для проверки правильности задуманного решения;

монтажный макет изготавливают также по готовым чертежам (обычно в масштабе 1:50) с детальной проработкой всех узлов. На этом макете строительные и монтажные организации проверяют, каким способом и в какой последовательности следует производить монтаж оборудования;

учебный макет выполняют (обычно в масштабе 1:20 или 1:10) для обучения кадров эксплуатационников. Применяется в основном на предприятиях с очень сложной техникой, где схем и плакатов недостаточно для обучения обслуживающего персонала. Рекомендуются действующие макеты с показом технологического процесса;

демонстрационные макеты изготавливают по готовым чертежам (обычно в масштабе 1:100 или 1:200) и предназначены как наглядное пособие на различных совещаниях, конференциях, выставках и т. д.

В связи с тем что проектирование с применением макетного метода завоевало большую популярность, был разработан и опубликован ГОСТ ЕСКД (единая система конструкторской документации) 2.002—72 «Требования к моделям, макетам и темплетам, применяемым при проектировании». Этот ГОСТ установил и определенную терминологию, предотвращающую от разнородности и разночтений в этом вопросе.

Данный ГОСТ распространяется на макеты и модели, применяемые в процессе макетно-модельного проектирования, а также на темплеты, применяемые при плоскостном макетировании проектных решений. В ГОСТе приведены основные термины, а также их смысловое значение. В нем установлены масштабы и правила изготовления макетов, моделей и темплетов, применяемых при разработке проектов промышленных предприятий и различных сооружений. Стандарт учитывает рекомендации СЭВа и устанавливает основные термины, которые использованы в данной книге. При рассмотрении особенностей архитектурного макетирования введены некоторые дополнительные терминологические понятия, отвечающие специфике объектов жилищно-гражданского назначения.

За рубежом макетный метод проектирования начал использоваться с конца 40-х годов нашего столетия. Сре-

ди зарубежных фирм существуют две различные точки зрения об использовании макетов в качестве проектного документа. Одни считают возможным полное исключение чертежей и как основной проектный документ используют тщательно проработанный макет с соответствующей маркировкой и окраской. Такой макет направляется непосредственно на строительную площадку; строительно-монтажные работы, а затем и эксплуатация построенного объекта ведутся по макету (фирмы «Флуор», «Канадиэн келлог» и др.). Однако, хотя опыт такой работы и значителен, большинство зарубежных фирм считает подобную практику бесперспективной. По их мнению, основной формой проектной документации должны быть чертежи, которые целесообразно дополнять объемным макетом (фирмы «Империэл кемикл индустриз», «Лог-Электроникс» и др.), причем эти фирмы успешно заменяют графическое выполнение чертежей фоточертежами там, где это возможно. В этом случае макеты значительно упрощаются и используются в процессе проектирования в основном как компоновочные. Для учебных и демонстрационных целей в процессе рассмотрения проекта заказчиком при строительстве за проектированного объекта и его эксплуатации, как правило, изготавливается другой макет.

Многолетний опыт работы накоплен фирмой «Американ моделз», осуществляющей проектирование и строительство предприятий нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. Эта фирма применяет два вида макетов: один в процессе проектирования (проектный макет), а другой учебно-демонстрационный макет, выполняемый по чертежам, разработанным с помощью первого макета.

Проектный макет служит для черновой проработки проектных решений в процессе поиска оптимального варианта, после нахождения которого с него снимаются фоточертежи, а сам макет разбирается. Основные требования, которым должен удовлетворять проектный макет, — максимальная простота моделей, соединительных и крепежных деталей, а также обеспечение минимальных трудовых затрат при изготовлении моделей и сборке макета, осуществляемой инженерами-проектировщиками и чертежниками, прошедшими специальный курс обучения.

Учебно-демонстрационный макет изготавливается макетчиками по готовому проекту и отправляется на строи-

тельство вместе с ним. Требования, предъявляемые к учебно-демонстрационному макету, существенно отличаются от требований к проектному макету: максимальное соответствие натуре; тщательная проработка всех элементов; отделка и окраска с учетом рекомендаций специалистов по промышленной эстетике. Прочность материалов, использованных для изготовления макета, и надежность креплений его элементов должны обеспечивать сохранность при перевозках по железной дороге и автотранспортом, а также при длительном использовании макета на строительной площадке.

Подобная методика применения макетов получила широкое распространение в странах Западной Европы. Например, в Великобритании проектно-строительными фирмами изготавливаются три вида макетов на различных стадиях проектирования — макеты генеральных планов (в масштабе 1 : 192), компоновочные макеты (в масштабах 1 : 50, 1 : 48), а также рабочие макеты, которые рассматриваются как проектная документация и отправляются на строительство вместе с рабочими чертежами (например, макеты трубопроводов, которые изготавливаются в масштабах 1 : 50, 1 : 48, 1 : 32, 1 : 25 или 1 : 24). Фирмы, применяющие макетный метод, как правило, располагают большим набором готовых моделей различного оборудования, аппаратуры, трубопроводной арматуры, элементов строительных конструкций, подмакетников и т. д. Эти заготовки изготавливаются в основном из пластмасс или дерева, что облегчает сборку макетов и способствует сокращению их стоимости.

В последнее время некоторые фирмы специализируются на **изготовлении макетов по заказам** проектно-строительных фирм или промышленных предприятий, осуществляющих реконструкцию своего производства. Датская фирма «Модулекс» выполняет макеты для многих фирм различных стран Западной Европы, а также обеспечивает моделями и элементами-заготовками для изготовления макетов непосредственно в проектно-строительных фирмах-заказчиках.

Так как **централизованное обеспечение** проектных организаций **стандартными элементами-заготовками** для макетов перспективно в нашей стране, рассмотрим более подробно опыт работы фирмы «Модулекс». Для создания своих изделий эта фирма провела широкие научные исследования и конструкторские работы. В результате было налажено серийное производство высококачествен-

ных пластмассовых, достаточно прочных и пластичных моделей и других элементов-заготовок для макетов различных расцветок, соответствующих цвету материалов, применяемых в строительстве.

Среди изделий фирмы имеются архитектурно-планировочные модели в масштабах 1:500 и 1:200. Из одних и тех же элементов, входящих в комплект, которым обеспечивает фирма, могут быть собраны архитектурные и планировочные макеты различных размеров и назначения: макет дома на одну семью, здания учреждения, фабрики, сельского поселка, нового жилого района, а также макет отдельного помещения в каком-либо здании. Этот комплект используют проектировщики, специалисты промышленных предприятий, ученые научно-исследовательских организаций. Его также охотно приобретают учащиеся школ и техникумов, студенты вузов.

Среди продукции фирмы «Модулекс» значительный объем занимают наборы моделей-заготовок для промышленного проектирования. Фирмой подготовлены 4 набора, предназначенных для создания макетов предприятий различных отраслей промышленности в масштабе 1:50 и других масштабов.

Все 4 набора можно совмещать по мере необходимости. Например, если проектируемое предприятие имеет площадь застройки больше 2500 м², то его макет можно составить из нескольких наборов, устраивающих заказчика, или можно заказать полный набор и дополнить его пластинами и моделями из другого набора. Эти же наборы могут употребляться и для макетирования объектов гражданского строительства.

Фирмы, подобные «Модулекс», функционируют и в других странах. Например, фирма «Индастриал моделз» (США) и ее филиал в ФРГ изготовляют модели строительных конструкций и обеспечивают ими многих заказчиков. В США выпускают также специальный набор моделей и модельных элементов для сборки макетов строительных каркасов зданий на первой стадии проектирования (эскизный проект).

Анализ зарубежного опыта показал, что, несмотря на широкое распространение макетно-модельного метода в развитых капиталистических странах, ни в одной из них не создано единых нормативных и методических материалов по этому методу. Макеты используются как технические средства для проектирования. Их содержание определяется требованиями заказчиков, а область их

применения распространяется главным образом на здания и сооружения, имеющие большое количество технологического оборудования и сложное пространственное размещение строительных конструкций.

В социалистических странах макетный метод проектирования получил распространение с конца пятидесятих годов. На совещаниях стран — участниц СЭВ, состоявшихся в Лейпциге и в Москве, были выработаны общие рекомендации. В настоящее время макеты широко применяют при разработке проектов более чем в 40 проектных организациях ГДР, во многих организациях ЧССР, ПНР, ВНР и других социалистических стран.

В ЧССР объемное макетирование осуществляется с применением объемных моделей в масштабе 1:50, 1:25, 1:12,5, изготовленных из древесины, в виде металлических отливок, а также в виде отливок или штамповок из пластмасс¹. В ГДР для сборки макетов применяют специальные наборы моделей и модельных элементов, изготавливаемые специализированными предприятиями в массовом количестве. Проектную документацию выпускают в виде обычных графических или фоточертежей, дополняемых макетом. В ЧССР, ГДР и ПНР созданы нормали моделей и модельных элементов.

Сопоставление отечественного опыта с зарубежным позволяет сделать вывод: практика внедрения макетного метода в передовых проектных организациях нашей страны не отстает от передовых фирм наиболее развитых капиталистических и социалистических стран. Направленность дальнейшего развития макетного метода в нашей стране принципиально не отличается от самого передового зарубежного опыта, а в части создания единых инструктивно-методических и нормативных материалов по макетному методу превосходит его.

Однако практику создания специализированных фирм по централизованному выпуску наборов моделей и элементов-заготовок целесообразно использовать при дальнейшем развитии макетного метода в нашей стране. В наших условиях при наличии громадного количества крупных проектных организаций, когда все проектировщики работают на единой методологической основе по единым нормативным материалам, централизация и индустриали-

¹ Святý Милош. Новые изобразительные методы при оформлении проектной чертежной документации. Л., 1976, с. 12.

зация изготовления основных, наиболее часто применяющихся моделей для макетов дает больший экономический эффект, чем это имеет место в самых передовых зарубежных фирмах. При этом происходят значительное сокращение затрат проектных организаций на организацию макетного производства и улучшение качества макетов, что сказывается на повышении эффективности и качества проектирования строительства в целом.

3. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ОБЪЕМНОГО МАКЕТИРОВАНИЯ

Эффективность применения объемного макетирования может быть достигнута путем:

- улучшения качества проектных решений (при ликвидации ошибок, связанных с взаимоувязкой различных частей проектов и др.), сокращения объема проектной документации и сроков ее разработки;

- сокращения стоимости и трудоемкости строительно-монтажных работ и сроков их выполнения;

- сокращение расходов, связанных с эксплуатацией за-проектированных и построенных зданий и сооружений;

- совершенствование самого процесса макетирования;
- улучшения качества подготовки архитектурно-строительных кадров.

Следует подчеркнуть, что эффективность объемного макетирования достигается не за счет сокращения стоимости проектирования. Часто внедрение макетного метода первоначально приводит даже к удорожанию проектной документации за счет дополнительных затрат на выполнение макетно-модельных работ, составляющих до 20—25% и более от стоимости чертежей. Это, кстати, одна из основных причин, препятствующих широкому внедрению макетного метода в небольших и средних (с численностью работающих до 800 чел.) проектных организациях, не имеющих возможность компенсировать увеличение себестоимости проектирования за счет собственной сметы затрат, так как сметами на проектирование эти работы, как правило, не учитываются. Основной экономический эффект от внедрения макетного метода достигается в процессе строительства и эксплуатации ранее запроектированных зданий. Это было доказано уже в первые годы освоения макетно-модельного метода. Так, например, подсчитано, что стоимость выполнения рабочих чертежей нефтехимического производства составляет 1,5—2% от стоимости проектируемого объекта.

Естественно, что удешевление или удорожание проектирования на 20—25% не может существенно влиять на общую стоимость объекта. Оно может быть с лихвой компенсировано резервом на непредвиденные работы, который предусматривается в сводной смете каждого объекта. В то же время экономия на строительно-монтажных работах, обусловливаемая преимуществами макетно-модельного метода, оценивается по самым скромным подсчетам в размере 10—15% стоимости объекта. Эта экономия с избытком окупает дополнительные издержки, связанные с затратами на изготовление макета объекта в стадии его проектирования.

Значительная экономия как в денежном выражении, так и в трудовых затратах достигается и в период эксплуатации объектов, запроектированных с применением объемного макетирования. Здесь в полной мере выявляются преимущества новых проектных решений, принятых в процессе макетирования, многовариантной их проработки на макете. Кроме того, определенные преимущества достигаются при ускорении и повышении качества обучения на макетах кадров строителей и эксплуатационников.

Многолетний опыт применения макетного метода дает возможность более подробно рассмотреть те преимущества в повышении эффективности и улучшении качества проектов, которые открываются перед проектировщиками при внедрении объемного макетирования в практику их работы.

Ликвидация ошибок, связанных с взаимоувязкой различных частей проектов, достигается за счет предоставления реальной возможности для одновременной комплексной работы над макетом проектировщиков, разрабатывающих все основные части проекта: архитектурно-строительную, технологическую, санитарно-техническую, энергетическую и др.

Сочетание наглядности и простоты понимания технического содержания макета, который воспроизводит совмещенное пространственное изображение и взаимное расположение конструкций, оборудования и их частей в привычных для человеческого восприятия формах, обеспечивает практическую возможность быстро обнаружить допущенные ошибки визуально, без тщательного изучения большого количества чертежей проекта и их воображаемого совмещения.