

**С.В. Дятков    А.П. Михеев**

# **АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**



**С.В. Дятков, А.П. Михеев**

# **АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

*Допущено Министерством образования и науки  
Российской Федерации в качестве учебника  
для студентов высших учебных заведений,  
обучающихся по строительным специальностям*

*Издание 4-е переработанное и дополненное*



Издательство Ассоциации строительных вузов  
Москва  
2010

**Рецензент:** кафедра архитектуры гражданских и промышленных зданий Московского государственного строительного университета (заведующий кафедрой – профессор *А.К. Соловьев*).

**Дятков С.В., Михеев А.П.** Архитектура промышленных зданий. – 4-е изд., перераб. и доп. Учебник. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2010. – 552 с.

**ISBN 978-5-93093-726-8**

В книге изложены общие принципы проектирования промышленных зданий на современном этапе. Рассмотрены вопросы влияния производственно-технологического процесса и внутренней среды на объемно-планировочные и конструктивные решения зданий с учетом органического единства технических, художественно-эстетических, экономических и экологических требований.

Настоящее издание значительно дополнено новыми конструктивными решениями, особенно ограждающих конструкций с учетом энергосбережения. Публикуется новая глава, посвященная перепрофилированию и реконструкции промышленных зданий.

© Пензенский государственный архитектурно-строительный университет, 2010

**ISBN 978-5-93093-726-8**

© Издательство АСВ, 2010

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Настоящая книга является четвертым изданием – первые три издания выпущены в 1976 и 1984 годах издательством «Высшая школа» и в 1998 году издательством Ассоциации строительных вузов (АСВ). Содержание и последовательность изложенного материала в книге соответствуют программе специальной дисциплины «Архитектура гражданских и промышленных зданий» и требованиям Государственного образовательного стандарта высшего профессионального образования по направлению подготовки дипломированного специалиста 270100 «Строительство».

Книга переработана и дополнена новыми материалами исходя из изменившихся условий в промышленном строительстве. Учтены повышенные требования к энергосбережению, техническому и архитектурно-художественному уровню. Включена новая глава, посвященная реконструкции промышленных зданий.

В связи с появлением на строительном рынке многих новых строительных материалов, изделий и конструкций особое внимание уделено проектированию ограждающих конструкций. В подготовке отдельных глав книги приняли участие профессор, д.т.н. И.Н. Мисанин (глава 12) и доцент, к.т.н. А.В. Гречишкин (главы 7 и 18).

Авторы признательны и выражают глубокую благодарность кафедре архитектуры гражданских и промышленных зданий МГСУ (зав. кафедрой профессор А.К. Соловьев) за ценные замечания по рукописи, высказанные при рецензировании.

Пользуемся возможностью выразить признательность Ассоциации строительных вузов, директору издательства Н.С. Никитиной за поддержку и помощь при окончательной подготовке книги к изданию.

## ВВЕДЕНИЕ

Зарождение промышленного строительства в России относят ко второй половине XVIII века, когда благодаря реформам Петра I там начался подъем экономики. С этим периодом связано быстрое развитие промышленности, особенно металлургической, металлообрабатывающей, текстильной, стекольной и кожевенной. К концу 60-х годов XVIII века в России насчитывалось 663 подобных промышленных предприятия, в 1804 году – уже около 1200 с числом работающих около 340 500 человек.

Строительство металлургических и металлообрабатывающих предприятий велось в этот период преимущественно на Урале. Так, в 1800 году уральская металлургия давала 82% общерусской выплавки стали и 20% мирового производства чугуна. Здесь насчитывалось 32 завода, среди которых наиболее крупными были Нижне-Тагильский, Невьянский, Кыштымский и Уткинский. В 1770-1790 гг. к ним добавились крупные Верхне-Салдинский и Нижне-Иссетский заводы, а также ряд заводов в Прикамье (Елизавето-Пожевский, Полазнинский и др.). В составе этих заводов – доменные, молотовые и литейные производства с довольно высоким по тем временам уровнем технологии.

Однако самой развитой отраслью промышленности на рубеже XVIII-XIX веков была текстильная. Основными ее центрами были Москва, Петербург и Иваново-Вознесенск.

Развивались предприятия оборонного назначения. Крупные пушечные и оружейные заводы были построены в Туле, Петрозаводске и на Урале.

Заводы того периода включали в себя большое количество отдельных цехов (фабрик, как их тогда называли) и всевозможных мастерских, каждый завод изготавливал для себя все необходимое – от кожаных мехов и слесарных инструментов до сальных свечей.

Заводские корпуса, как правило, имели прямоугольные очертания, что соответствовало требованиям технологии и приемам строительства. Жилые дома мастеровых и рабочих людей располагались преимущественно на территории завода. Крупные заводские корпуса выделялись в заводских поселках благодаря своей величине и общему планировочному решению. Суровые и простые объемы фабричных зданий оживлялись самым минимальным количеством деталей утилитарного назначения – фонарями, слуховыми окнами и т.п.

В первой и второй половине XVIII века производственные здания строились преимущественно из дерева. Конструкция производственного здания представляла собой каркас, состоящий из стоек, обвязок и стропил с наружными стенами из несущих стоек и забран-

ных в их пазы бревен и горбылей. Иногда применялись и фахверковые конструкции на каменных фундаментах. Заводские корпуса перекрывались обычно высокой четырехскатной или двускатной кровлей с вытяжными фонарями. Высота покрытия в 2-3 раза превышала высоту стен, что в суровых уральских условиях избавляло от снежных заносов. Применение высоких тесовых и черепичных кровель было оправдано необходимостью установки громоздкого оборудования высоких плавильных печей и обеспечения естественного воздухообмена. Оборудование внутри цехов размещалось на каменных фундаментах, а под стенами часто устраивались свайные основания. Высота рубленых стен достигала 6-7 м.

В конце XVIII и особенно в начале XIX века в заводском строительстве стали чаще употреблять кирпич, камень, металл.

Примером производственных зданий второй половины XVIII века, возведенных в кирпиче и камне, может служить Нижне-Тагильский завод. Так, пыльная мельница этого завода была расчленена тягами на три яруса, по углам сделаны пилястры, окна обработаны наличниками с треугольными фронтонами. В нижнем этаже по оси здания введены проемы полуциркулярной формы и ряд других архитектурных элементов, свидетельствующих о сходстве промышленных сооружений того времени с другими гражданскими постройками.

В молотовых и других металлообрабатывающих производствах в связи с изменяющейся технологией нередко требовалось увеличение ширины заводских корпусов, т.е. увеличение пролетов, которые обычно перекрывались металлическими фермами. Первые металлические фермы выполнялись в чугуне, ломкость которого и плохая работа на изгиб не давали возможности изготавливать их для больших пролетов. Это способствовало появлению железных клепаных ферм больших пролетов. Так, при строительстве Богословского медеплавильного завода, построенного в 1802 году, были применены железные фермы пролетом 22,5 м из клепаного профилированного полосового железа.

Открытие в 1773 году Кулоном новой теории расчета сводов и арок дало возможность усовершенствовать практические методы расчета конструкций. Это обусловило применение новых конструктивных систем, в частности железных и чугунных опор, балок, стропил и т.п. Появились своды с большими пролетами, армированные железом, более совершенные способы кладки с полной перевязкой рядов кирпичей, деревянные стропильные фермы и перекрытия, подвешенные к ним, и т.д.

В этот период в связи с организацией государственных кирпичных заводов было резко увеличено производство кирпича. Благодаря армированию конструкций стало возможным уменьшение

толщины столбов, стен, увеличение дверных и оконных проемов в стенах. Кровли зданий становятся менее крутыми в связи с использованием в них листового железа.

В начале XIX века при проектировании промышленных зданий впервые стали применять альбомы типовых проектов, наметилась стандартизация конструктивных элементов. Первые такие альбомы были выпущены в 1809-1811 гг. Например, по такому «образцовому» проекту был построен фасад медеплавильного корпуса Богословского завода.

Вместе с промышленными объектами строились административные здания и хозяйственные постройки, которые образовывали архитектурно-целостные производственные комплексы. Среди них Верхне-Исетский и Каменский заводы принадлежали к лучшим произведениям русского промышленного зодчества того времени.

Промышленные предприятия в сложившихся городах размещались преимущественно на окраинах, ниже по течению рек. Крупное промышленное строительство вызвало появление городов нового типа – городов-заводов. К началу XIX века такие города-заводы, как Екатеринбург, Нижний Тагил, Невьянск, Нижняя Салда и др., были довольно значительны. В этих городах завод занимал главное место, и его расположение определяло всю планировку города-завода в целом.

В конце XVIII – начале XIX века к промышленному строительству начали привлекаться архитекторы, получившие образование в Академии художеств. Реформой 1806 года предусматривалось создание института архитекторов заводов, горных округов и главного управления горных заводов Урала. В первой трети XIX столетия на Урале работало свыше 30 архитекторов, строивших и реконструировавших заводы и горные города. Наиболее видными архитекторами были воспитанники Петербургской академии художеств: И.И. Связев, А.З. Комаров, А.П. Чеботарев и др. Совместно с технологами, механиками и гидротехниками они создали ряд заводских комплексов, выполненных на высоком техническом уровне.

И.И. Связев (1797-1875), участвовавший в составлении проектов и перестройке многих заводов на Урале (Боткинский, Богословский, Юговский, Мотовилихинский и др.), проявил себя как новатор в решении конструктивных проблем. Он разработал и внедрил на Богословском заводе деревянные фермы пролетом 34 м, создал и испытал новую систему металлических сегментных ферм для перекрытий цехов больших для того времени пролетов.

А.З. Комаров (1793-1857) был автором ряда выдающихся произведений промышленной архитектуры того времени (Баранчинский, Верхне-Туринский и Кушвинский заводы). Так, Баранчинский

завод состоял из доменного, главного, и двух примыкающих к нему корпусов для литья чугунных изделий. Заводские корпуса образовывали своеобразный двор для выпуска чугуна. Два квадратных в плане башнеподобных объема главного доменного корпуса были завершены куполообразными крышами и объединены одноэтажным

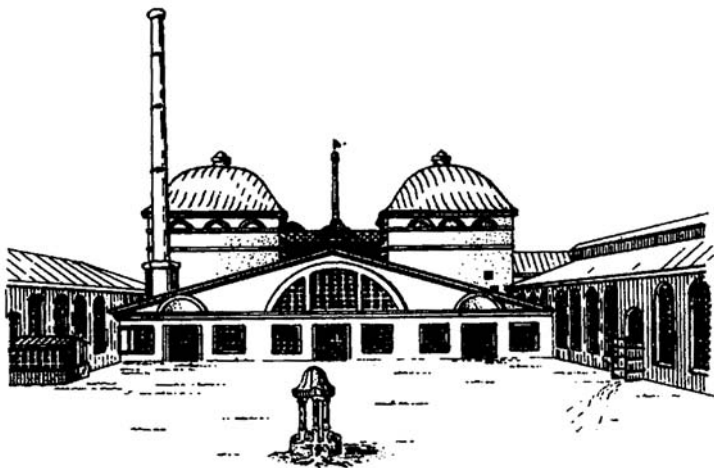


Рис. 1. Баранчинский завод на Урале, 1829-1931 гг.

помещением воздуходувной машины. Арочные окна, прорезывающие фасады всех зданий, охватывали двор, усиливая целостность всего комплекса. Центр протяженного фасада здания подчеркивал огромный арочный проем, завершенный могучим фронтоном. В основу планировочного и конструктивного решений завода была заложена единая модульная сетка с шагом 7,4 и 8,5 м по ширине и глубине. Для того времени это был новаторский прием.

В промышленной архитектуре рассматриваемого периода начала складываться и получать дальнейшее развитие триединая задача – объединение технологических, конструктивных и эстетических качеств в духе принципов архитектуры классицизма.

Вторая половина XIX и начало XX века были одним из наиболее значительных переломных этапов в истории промышленного строительства и архитектуры.

После реформы 1861 года Россия сделала большой шаг вперед в развитии капиталистического производства. По темпам промышленного производства русский капитализм превзошел в этот период многие страны, в том числе Англию, Францию и Германию. Быстро развивающиеся капиталистические монополии охватили и строительство. В 1913 году в России действовали 457 акционерных строи-



тельных обществ, из которых 222 находились в Москве, 156 – в Петербурге и 79 – в остальных городах России.

Развитие промышленности требовало строительства производственных зданий нового типа – одноэтажных, многопролетных, освещаемых верхним светом, и многоэтажных значительной глубины с крупными световыми проемами. В этот период наряду с традиционными отраслями промышленности (металлургия, металлообработка, легкая промышленность) получают развитие электротехническая и газодобывающая промышленность, машиностроение и транспортное строительство.

Новые типы производственных зданий настоятельно требовали новых конструкций разных систем и новых строительных материалов, новых видов механизации и методов организации строительных работ.

В 1886 году в строительстве впервые был использован железобетон, который нашел широкое применение в сооружениях самого различного назначения. Это стало возможным в результате разработки русскими инженерами соответствующих методов теоретических расчетов и конструирования. Например, в 1904 году инженером Н.М. Абрамовым была разработана система колонн «бетон в обойме» из плоских спиралей, позволяющая изготавливать прямоугольные сечения малой площади. Инженер А.Ф. Лолейт впервые в мире разработал безбалочные железобетонные перекрытия, которые были применены при перестройке прядильного корпуса Егорьевской бумаго-прядельной фабрики, а также при сооружении в 1909 году перекрытий в Золоторожском парке московского трамвая.

Новаторские поиски этого периода в области деревянных и инженерных конструкций во многом были связаны с деятельностью русского инженера В.Г. Шухова (1853-1939). Он обосновал закономерность перехода от плоских к пространственным сетчатым конструкциям. Идеи В.Г. Шухова нашли применение во многих сооружениях, в том числе и при перекрытии больших пространств купольными сквозными конструкциями.

Достижением строительной техники, отразившимся на архитектуре того периода, были также новые отделочные материалы: облицовочные кирпич и плитка, специальные виды камневидных штукатурок, разноцветная майолика и др. Значительно шире, чем раньше, в промышленном строительстве стало применяться стекло, листы которого позволяли устраивать светопроемы больших размеров.

Благодаря исследованиям ряда крупных ученых (акад. Е.И. Орлов, проф. Н.А. Белелюбский, проф. Д.И. Менделеев и др.), отделочная техника была обогащена новыми методами повышения водостойкости строительных материалов.

Россия второй половины XIX – начала XX века представляла собой многонациональное государство. В ее состав входила Украина, Белоруссия, Польша, Кавказ, Туркестан (Средняя Азия) и другие так называемые национальные окраины. Наиболее сильное развитие получила промышленность Украины, имевшей огромные природные богатства. Здесь после реформы 1861 года высокими темпами стала развиваться тяжелая и угледобывающая промышленность (Донбасс, Криворожье). Богатейшие месторождения способствовали развитию нефтедобывающей промышленности на Кавказе (Баку, Грозный), по добыче меди (Армения), марганца (Грузия), хлопка-сырца (Средняя Азия).

Однако в становлении промышленности России прослеживалась неравномерность развития как по отдельным регионам, так и по отраслям промышленности.

Если в первой половине XIX века ведущее место в развитии промышленности играл Урал, то во второй половине XIX века большое промышленное строительство было сосредоточено преимущественно в Петербурге, Москве, Екатеринославе (Днепропетровск), Каменске (Днепродзержинск) и других крупных центрах на территориях Польши, Прибалтики и Сибири.

Во второй половине XIX века промышленные здания и сооружения в связи с разделением труда и специализаций промышленности стали дифференцироваться. Появились новые виды прокатных, литейных, доменных, мартеновских и других цехов металлообрабатывающей промышленности, разнообразные многоэтажные здания в текстильной промышленности, новые типы стекольных и кирпичных заводов, различные заводы пищевой промышленности и т.д.

Важную роль в промышленном строительстве в этот период сыграло применение двигателей внутреннего сгорания и электричества. В производственных зданиях появились более широкие возможности механизации технологических процессов, использования новых видов подъемно-транспортного оборудования, в том числе и мостовых кранов. В связи с этим возросли масштабы строительных предприятий и возникли такие новые производственные здания, как большие котельные, тепловые электростанции, кислородные заводы, трансформаторные станции и т.п.

В это время более пристальное внимание стали обращать на создание благоприятных санитарно-гигиенических условий для труда на производстве (бытовые и санитарные устройства в цехах, освещение, аэрация и др.).

Промышленные предприятия продолжали размещать преимущественно в городах. При этом им отводили, как правило, лучшие территории (берега рек и водных бассейнов, вблизи основных транспортных магистралей и т.п.). Это нередко приводило к антисанитар-

ному состоянию водных и воздушных бассейнов городов, нарушало удобства жизни населения и загрязняло города.

По объемно-пространственной структуре и принципам архитектурного построения промышленные здания рассматриваемого периода можно подразделить на четыре группы.

Первая группа включала большие одно- и многопролетные одноэтажные корпуса с верхним фонарным освещением, в которых обычно размещались машиностроительные и металлообрабатывающие производства. Вторая – многоэтажные корпуса (4-6 этажей) текстильного и ему подобного производства. В них, как правило, применяли железобетонные перекрытия, опирающиеся на чугунные колонны. Третья группа включала специальные сооружения, представляющие сочетание объемов разных высот и этажности со сложной конфигурацией (электростанции, доменные печи, эллинги, газовые заводы и т.д.). Четвертая группа объединяла разнообразные инженерные сооружения преимущественно технического характера (элеваторы, зернохранилища, водонапорные башни, холодильники и т.д.).

С эстетической точки зрения архитектура промышленных зданий значительно уступала гражданским. В целом фасады и интерьеры промышленных сооружений отличались от других большой простотой. Обычно промышленные здания выполнялись из неоштукатуренной кирпичной кладки с минимальным количеством архитектурных деталей (выкладки из кирпича, архивольты над окнами, пилястры и т.п.). Вместе с тем широкое применение каркасных конструкций, перекрытий большого пролета, фонарного освещения и т.п. способствовало отработке новых приемов членения и пропорционирования больших поверхностей стен. В ряде промышленных комплексов и отдельных зданий можно было проследить ярко выраженные рационалистические черты архитектуры того периода.

В числе наиболее крупных промышленных предприятий, построенных в рассматриваемый период, выделялись удачным единством конструктивных и технологических требований Путиловский завод в Петербурге, механический завод Гонера (впоследствии завод Ильича), металлургический завод Гужона («Серп и молот»), текстильные фабрики Жиро («Красный Октябрь») и Прохоровская («Трехгорная мануфактура») в Москве, а также ткацкие фабрики в Иваново-Вознесенске (фабрики Гарелина, Бурылина, Зубкова и др.).

Среди предприятий Урала в этот период капитально перестроены Нижне-Тагильский, Надеждинский, Александровский и Нижне-Салдинский заводы, в которых наряду с технологическими изменениями произошло и улучшение архитектурного облика.

Изнурительные 1-я Мировая и Гражданская войны тяжело сказались на экономике России. В 1920 году объем промышленной про-

дукции по сравнению с 1913 годом сократился в 4,5 раза, выплавка чугуна – в 36 раз, стали – в 22 раза, добыча угля – в 3,3 раза, нефти – в 2,4 раза.

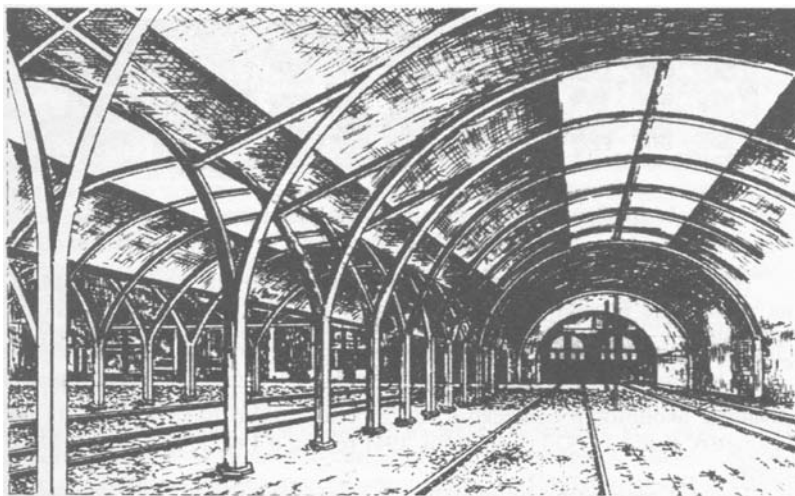


Рис. 2. Сборочный цех Путиловского завода. С-Петербург, 70-е годы XIX века



Рис. 3. Ткацкая фабрика Бурылина. Иваново-Вознесенск, 70-е годы XIX века. Общий вид корпуса

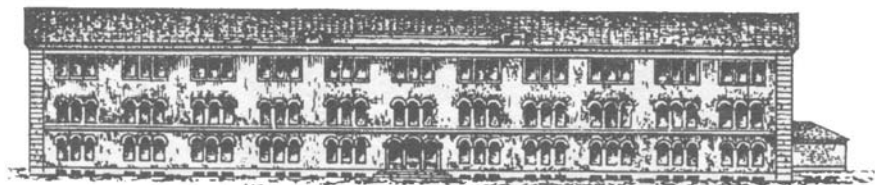


Рис. 4. Здание кузнечной мастерской Арсенала. С-Петербург, 1870 г. Фасад

С учетом исторических событий в советский период (1917-1991) развитие экономики советского государства можно подразделить на два основных этапа: с 1920 по июнь 1941 года и с 1946 до начала 1990-х годов.

Первый этап развития экономики советского государства включал в себя годы восстановления народного хозяйства (1920-1927) и годы планомерного развития по пятилетним планам, начиная с 1928 года.

Первые годы восстановления экономики в основном были связаны с созданием новых тепловых и гидравлических электростанций, а в добывающей и обрабатывающей промышленности – с восстановлением существующих фабрик и заводов. Только 20% средств выделялось на строительство новых предприятий.

К 1928 году были построены электростанции с суммарной выработкой электроэнергии в 5 млрд. кВт-ч в год. В их числе Каширская (1922), Шатурская (1925), Кизеловская (1924), Свердловская (1926), Иваново-Вознесенская ГРЭС (1928), Волховская ГЭС (1926) и др.

Проектирование и строительство электростанций, особенно гидротехнических, представляли собой сложную архитектурную и инженерную задачу. В каждом конкретном случае приходилось создавать уникальные сооружения, сочетающие передовые технологии, смелые строительные решения, архитектурную выразительность, экономичность, обеспечивающие динамичность строительства.

Так, Волховская гидроэлектростанция мощностью 56 тыс. кВт, явившаяся первой самой крупной стройкой того периода, была возведена на бурной и многоводной реке на фильтрующих известняках. Сам гидроузел был размещен компактно – к водосливной плотине длиной 210 м и высотой 17 м под углом примыкала двухсотметровая гидроэлектростанция. Одновременно с созданием крупной энергетической базы было улучшено судоходство на ранее порожистой реке и началось строительство нового города Волхова. Опыт строительства Волховской ГЭС (архитекторы О. Мунц, В. Покровский, А. Тихомиров, Н. Гундобин, инженер Г. Графтио) оказал заметное влияние на дальнейшее развитие архитектуры других гидроэлектростанций.

В новом строительстве значительное место отводилось предприятиям легкой промышленности и строительных материалов. Среди построенных предприятий подобного вида высоким технологическим и архитектурно-конструктивным уровнем отличались льнокомбинаты в Касимове, Пскове, Орше (архитекторы И. Николаев, А. Фисенко), цементные заводы «Гигант», Спасский, Пиколевский, стекольные в Гусь-Хрустальном, Лисичанске, Гомеле, Дагестане и др.

В этих и других промышленных объектах нашли отражение новые прогрессивные технологические решения и архитектурные формы. Так, фабрика «Красная Талка» в г. Иванове (архитекторы Б. Гладков, И. Николаев) представляла собой двухэтажное здание шириной 38 м. Оно впервые было выполнено полностью из железобетонных конструкций и имело сплошное ленточное остекление. Этажи фабрики имели четкое распределение по технологическому принципу. На втором этаже было сосредоточено основное прядильное производство, требующее постоянного режима влажности и хорошего освещения. Последнее обеспечивалось треугольным фонарем над центральной частью цеха и вентиляционными системами, коробка которых размещались в двойном потолке. Благодаря контрасту протяженной средней части с ленточным остеклением и глухими плоскостями торцов был создан выразительный фасад.

С 1928 года страна приступила к реализации широкой программы индустриализации. Была поставлена задача в короткий срок обеспечить мощное развитие всех отраслей промышленности и, в первую очередь энергетики, добывающей и перерабатывающей промышленности, тяжелого машиностроения.

Небывалый объем строительства требовал коренного изменения проектного и строительного дела. Создавались государственные специализированные мощные проектные и строительные организации. К 1930 году были созданы крупные технологические и проектные организации – Теплопроект, Гидроэнергопроект, Гипрозем, Гипромаш, Госпроектстрой (впоследствии Промстройпроект) и др.

Большое внимание уделялось развитию строительной науки. В области промышленного строительства перед учеными стояли задачи скорейшей выработки новых теоретических методов расчета и конструирования различных типов зданий, внедрения в архитектуру новейших научно-технических достижений, выявления эстетических возможностей новой архитектуры, расширения индустриальности строительства, заводского изготовления элементов, а также сокращения сроков возведения зданий.

Квалифицированное решение этих задач в 20-30-х годах стало возможным благодаря трудам проф. А. Кузнецова (1874-1954), акад.

В. Веснина (1882-1950), проф. А. Самойлова (1883-1952), проф. В. Цветаева (1891-1937), проф. В. Кардо-Сысоева (1880-1955), проф. А. Торопова (1882-1964), проф. В. Мовчана (1899-1970), проф. Е. Попова (1901-1969), проф. Г. Орлова (1901-1985), проф. И. Николаева (1901-1979), проф. А. Фисенко (1902-1982), проф. К. Карташова (1902-1972), арх. И. Жолтовского (1867-1950), проф. В. Бургмана (1901-1981), проф. Л. Серка (1882-1954) и др.

Многие из названных ученых сочетали свою научную и практическую деятельность с преподаванием в вузах, придавали огромное значение подготовке архитектурных и инженерных кадров для строительства.

В результате творческой деятельности больших коллективов инженеров, архитекторов и ученых отпала необходимость в приобретении проектов за границей. Проектные организации сами стали выполнять проекты крупнейших промышленных предприятий любых отраслей промышленности.

В 30-е годы были построены тысячи крупных промышленных предприятий. Среди них крупнейший в Европе Магнитогорский металлургический комбинат, гигант тяжелого машиностроения завод Уралмаш в Свердловске (ныне Екатеринбург), автомобильные и тракторные заводы в Москве, Горьком (Н. Новгороде), Волгограде, Челябинске, Ростове-на-Дону, вагоностроительный завод в Нижнем Тагиле и др.

Высокими темпами осуществлялось строительство предприятий энергетики, легкой и перерабатывающей промышленности (текстильные фабрики, хлебозаводы, элеваторы и др.).

Большое внимание было уделено проектированию генеральных планов заводов. Для крупных производств получило развитие структурное зонирование территорий по их характеру. Проводилось объединение основных, вспомогательных, складских помещений и энергохозяйств в отдельные зоны, связанные между собой едиными транспортными и инженерными коммуникациями. Отличительной чертой новых заводов, особенно в тяжелой промышленности, были крупные размеры зданий. В это время настойчиво велись поиски новых архитектурных форм и композиций, нового облика заводов и фабрик при использовании имеющихся строительных материалов и конструкций.

Вместе с тем в этот период имели место неэкономичное использование городских территорий, преувеличение заводских площадей, инженерных коммуникаций, разбросанность производственных и вспомогательных зданий, недостаточное кооперирование предприятий. Явно недостаточное внимание уделялось охране окружающей среды, бытовому обслуживанию работающих, недооцени-





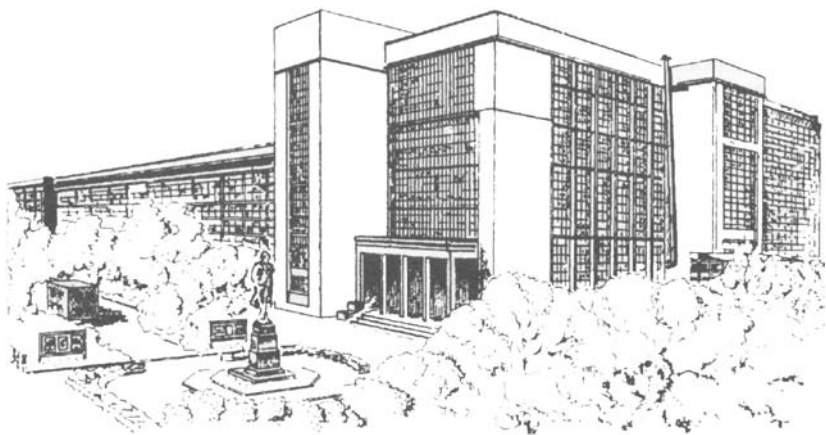


Рис. 6. Автомобильный завод им. Лихачева. Москва, 1935-1937 гг.  
Архитекторы Е. Попов, С. Муравьев, В. Златолинский,  
инж. М. Волчегодский и др.

Из прифронтовых и временно оккупированных врагом территорий в восточные районы страны были перемещены тысячи крупных заводов и фабрик.

За три года (1942-1944) в восточных районах страны (Урал, Сибирь, Казахстан и др.) было построено 2250 новых крупных промышленных предприятий. В их числе Челябинские трубопрокатный и металлургический заводы качественных сталей, Миасский и Ульяновский автомобильные заводы, Алтайский тракторный, Богословский алюминиевый, Норильский никелевый и др.

Были увеличены мощности многих других производств и особенно электростанций.

На завершающем этапе войны большие усилия были направлены на восстановление разрушенных предприятий. Восстанавливались металлургические заводы и шахты Донбасса и Юга страны, машиностроительные заводы центральной России, а также электростанции, элеваторы, транспортные предприятия и т.д. До окончания войны было восстановлено 6 тыс. промышленных предприятий, в том числе 24 доменные и 128 мартеновских печей, 56 прокатных станов и ряд гидро- и теплоэлектростанций.

В этот период архитекторы и инженеры создали много промышленных объектов, являющихся примерами экономной планировки и отличающихся оригинальностью конструктивных систем из дерева, кирпича и других местных строительных материалов. Для покрытия больших пролетов широко использовались простые дере-

вянные конструкции: брусчатые балки, ригельно-подкосные системы, деревоплиты. При этом учитывалась возможность в дальнейшем замены временных конструкций постоянными. Однако не все промышленные сооружения строились упрощенно. Например, Челябинские металлургический и трубный, Миасский автомобильный и др. были сооружены из капитальных конструкций.

Во время восстановительных работ широко использовались многие смелые инженерные предложения, например метод подъема крупных конструкций и целых зданий (доменная печь № 4 на заводе Азовсталь, ряд элеваторов).

Особенно большое промышленное строительство развернулось после Великой Отечественной войны. К объектам нового промышленного строительства стали предъявлять высокие требования, касающиеся общего технического уровня производства, архитектурного облика, благоустройства и озеленения. В отличие от прошлых лет строительство начали вести укрупненными производственными (объединенными в одном корпусе) зданиями, для обслуживания которых предусматривались комплексы помещений административного, бытового и общественного назначения, научно-исследовательские лаборатории и заводские учебные заведения. Для большинства крупных машиностроительных заводов применялась квартальная планировка территории, в которой концентрировались родственные цехи, удобно связанные транспортными и технологическими коммуникациями, пешеходными магистралями. Большое внимание уделялось созданию предзаводских площадей и планировочной связи промышленных комплексов с прилегающими районами города.

К 1950 году народное хозяйство страны было восстановлено. Промышленность достигла, а по ряду отраслей превзошла довоенный уровень. За период с 1946 по 1950 год было восстановлено и построено около 6200 крупных предприятий (с учетом Украины, Белоруссии и Прибалтики). Характерной особенностью для производственных зданий этого периода было использование принципа так называемых «гибких цехов». Этот принцип, используемый и поныне, заключается в увеличении расстояний между колоннами и получении больших площадей для размещения технологического оборудования и более свободной замены его без существенной реконструкции каркасов здания. В те годы считалось большим достижением использование сетки колонн размерами 12x15 и 12x18 м вместо ранее принятой 6x12 м.

В ряде отраслей промышленности, особенно в машиностроении, по разработкам ЦНИПС, Промстройпроекта и Гипротиса начали применять унифицированные сборные железобетонные конструкции. В 1947 году были пересмотрены и утверждены новые типо-

вые секции одноэтажных промышленных зданий, учитывающие укрупненные сетки колонн и увеличение грузоподъемности подъемно-транспортного оборудования в них.

Среди наиболее значительных объектов, построенных в период с 1946 по 1950 год, высоким техническим и архитектурным уровнем отличались корпуса металлургического комбината Азовсталь, крупных гидротехнических сооружений (г. Углич, Рыбинск), завода Ростовсельмаш и др.

С середины 1950-х годов в строительстве был взят курс на резкое повышение индустриальности и снижение стоимости. Ведущие проектные и научно-исследовательские организации разрабатывали новые нормативные документы по строительному проектированию зданий и сооружений. В области промышленных зданий была принята ориентация на массовое применение простых и четких по конфигурации сооружений преимущественно из сборного железобетона с использованием унифицированной модульной системы параметров. Предпочтение отдавалось укрупненным и блокированным зданиям, в которых объединялись производственные и вспомогательные производства, а сами здания возводились из ограниченного числа типовых строительных конструкций и деталей. Для одноэтажных многопролетных промышленных зданий массового применения была установлена унифицированная сетка колонн 18x12 и 24x12 м, для многоэтажных – единая сетка колонн 6x6 м, а при полезной нагрузке до 750 кг/м<sup>2</sup> рекомендовано переходить на сетку 12x6 м. Все это коренным образом изменяло сложившуюся практику проектирования и строительства промышленных зданий, в том числе меняло и методики архитектурного творчества.

Для более глубокого решения новых проблем в области промышленного строительства в 1961 году был создан Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений (ЦНИИпромзданий). На этот институт возлагалась ответственность по совершенствованию принципов формирования генеральных планов промышленных узлов и предприятий, созданию теории и методик дальнейшей унификации параметров зданий массового применения, совершенствованию архитектуры предприятий, типов зданий, улучшению бытового обслуживания работающих и многое другое.

Работа по разработке и совершенствованию теорий расчета зданий, сооружений и внедрению новых конструкций и материалов была возложена на ряд крупных научных центров: ЦНИИСК, НИИЖБ, Проектстальконструкция, Промстройпроект и др. Важная роль в этом отводилась ученым, работающим в строительных вузах страны. В ряде крупных строительных вузов сложились свои науч-

ные школы по отдельным направлениям строительства. Особенно мощные научные школы сформировались в МИСИ им. Куйбышева (ныне Московский государственный строительный университет), ЛИСИ (Санкт-Петербургский строительный университет) и в вузах г. Воронежа, Ростова-на-Дону, Томска, Новосибирска и Горького (Н. Новгород).

За период с 1959 по 1965 год вступили в строй более 5500 крупных предприятий.

Грандиозное по масштабам строительство требовало создания соответствующей материально-технической базы. Начиная с середины 50-х годов были приняты меры по интенсивному развитию базы стройиндустрии – заводов по производству строительных материалов и конструкций, средств механизации и автоматизации строительных процессов и др. К 1970 году в стране было сооружено около 300 домостроительных комбинатов. Повсеместно строительная площадка превращалась в сборочно-монтажную, где использовались элементы высокой заводской готовности.

В технической политике в области строительства ведущее место заняли типовые сборные железобетонные конструкции, большое внимание уделялось всемерной экономии металла и дерева.

Среди наиболее крупных промышленных объектов, построенных в 60-е и последующие годы, можно отметить Череповецкий и Западно-Сибирский металлургические комбинаты, Коршуновский и Качкарский горно-обогатительные комбинаты, Конаковскую, Братскую и Красноярскую ГЭС, Назаровскую и Славянскую ГРЭС, первую опытную АЭС в г. Обнинске и последующие за ней АЭС Белоярскую и Нововоронежскую, крупные химические и автомобильные комплексы в г. Тольятти, Набережных Челнах, Братский лесопромышленный комплекс и многие другие.

В этот период новое промышленное строительство осуществлялось в основном за пределами России, в бывших союзных республиках СССР. Крупнейшие промышленные комплексы металлургической и металлообрабатывающей промышленности были построены на Украине, в Казахстане, Белоруссии, республиках Закавказья, Средней Азии и в Молдавии. В пределах России развивалась в основном легкая и перерабатывающая промышленность большей частью за счет технического перевооружения и расширения действующих предприятий.

В решении многих промышленных комплексов, зданий и сооружений находили применение новейшие технологии производства промышленной продукции и соответствующие им архитектурно-строительные решения.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ПРЕДИСЛОВИЕ .....</b>	<b>3</b>
<b>ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>4</b>
<b>РАЗДЕЛ I. ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>27</b>
<b>Глава 1. ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ.....</b>	<b>27</b>
Требования к промышленным зданиям .....	27
Классификация промышленных зданий .....	28
Виды промышленных зданий по архитектурно- конструктивным признакам .....	31
<b>Глава 2. ПРОИЗВОДСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>36</b>
Производственно-технологическая схема как основа архитектурно-строительного проектирования .....	36
Внутрицеховое подъемно-транспортное оборудование.....	37
Требования к освещенности и способы освещения производственных помещений .....	41
Естественное освещение помещений.....	42
Искусственное и совмещенное освещение помещений .....	67
Производственный шум и вибрации. Способы их снижения.....	72
<b>Глава 3. МИКРОКЛИМАТ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПОМЕЩЕНИЯХ .....</b>	<b>88</b>
Температурно-влажностный режим и чистота воздуха .....	88
Способы воздухообмена в помещениях .....	93
<b>Глава 4. ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>99</b>
Виды планировок и блокирование цехов.....	99
Выбор этажности зданий.....	102
Выбор ширины и высоты пролетов, шага колонн .....	103
Выбор профиля промышленного здания .....	106
Открытое расположение технологического оборудования .....	108
Противопожарные мероприятия.....	109

Эвакуация людей из зданий и помещений .....	113
Особенности решения промышленных зданий с особыми производственными режимами.....	118
Принципы конструктивных решений промышленных зданий .....	121
Унификация промышленных зданий и их конструкций .....	122
Привязка конструктивных элементов зданий к разбивочным осям .....	127
Технико-экономическая оценка проектных решений зданий.....	134

## **Глава 5. АРХИТЕКТУРНО-КОМПОЗИЦИОННЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ И КОМПЛЕКСОВ.....**

Промышленные здания как область архитектурного творчества .....	136
Архитектурная композиция промышленных комплексов .....	137
Приемы и средства архитектурной композиции промышленных зданий .....	140
Архитектура интерьеров промышленных зданий.....	146

## **Глава 6. ГЕНЕРАЛЬНЫЕ ПЛАНЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ.....**

Содержание и принципы формирования генерального плана.....	162
Транспорт. Грузовые и людские потоки .....	167
Благоустройство территории .....	171
Технико-экономические показатели генерального плана.....	176

## **Глава 7. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ .....**

Общие положения .....	177
Состав раздела проекта «Охрана окружающей среды» .....	178
Меры, обеспечивающие охрану окружающей среды .....	181

## **Глава 8. БЫТОВЫЕ И АДМИНИСТРАТИВНЫЕ ПОМЕЩЕНИЯ И ЗДАНИЯ .....**

Приемы расположения бытовых и административных зданий и помещений .....	186
Бытовые помещения .....	188
Помещения здравоохранения.....	195
Помещения питания .....	199
Административные помещения .....	201
Объемно-планировочные и конструктивные решения бытовых и административных зданий .....	202

<b>Глава 9. ПОВЫШЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>206</b>
Совершенствование архитектурно-строительных решений .....	207
Требования энергосбережения как фактор совершенствования архитектурно-строительных решений зданий .....	216
 <b>РАЗДЕЛ II. КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>226</b>
 <b>Глава 10. КАРКАСЫ ОДНОЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>226</b>
Нагрузки и воздействия на здания .....	226
Выбор конструктивной схемы и материалов каркасов .....	228
Железобетонные каркасы одноэтажных промышленных зданий .....	236
Стальные каркасы .....	250
Несущие конструкции из дерева .....	265
Связи .....	268
 <b>Глава 11. КАРКАСЫ МНОГОЭТАЖНЫХ И ДВУХЭТАЖНЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>272</b>
Железобетонные каркасы .....	274
Стальные каркасы .....	287
Конструкции двухэтажных зданий .....	291
Конструктивные решения многоэтажных зданий с техническими этажами .....	293
 <b>Глава 12. БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫЕ ПОКРЫТИЯ .....</b>	<b>297</b>
Покрытия с плоскостными конструкциями .....	297
Пространственные покрытия .....	302
 <b>Глава 13. СТЕНЫ И ОКНА .....</b>	<b>324</b>
Требования к стенам и их классификация .....	324
Фахверк .....	326
Стены из кирпича, мелких и крупных блоков .....	328
Панельные конструкции стен .....	334
Заполнения оконных проемов .....	352
 <b>Глава 14. ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ ПОКРЫТИЙ .....</b>	<b>373</b>
Требования к ограждающим конструкциям. Основные виды .....	373
Покрытия по прогонам .....	375

Покрытия без прогонов.....	387
Кровли и другие элементы ограждающих конструкций покрытия.....	391
Способы водоотвода и область их применения .....	398
Меры по уменьшению снегоотложений на крышах .....	404
<b>Глава 15. ФОНАРИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>404</b>
Типы фонарей и их назначение.....	404
Световые и светоаэрационные фонари .....	406
Аэрационные фонари .....	414
<b>Глава 16. ПОЛЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>417</b>
Требования к полам.....	417
Конструктивные элементы полов .....	419
Полы со сплошными покрытиями .....	421
Полы с покрытиями из штучных, рулонных и листовых материалов .....	425
Основные детали полов .....	429
<b>Глава 17. ЛЕСТНИЦЫ, ПЕРЕГОРОДКИ, ВОРОТА И ДРУГИЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>431</b>
Лестницы .....	431
Перегородки .....	435
Ворота.....	442
Двери .....	446
Подвесные потолки .....	449
Деформационные швы .....	449
Фундаменты под технологическое оборудование .....	454
<b>Глава 18. ОСНОВЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ .....</b>	<b>457</b>
Цели и задачи реконструкции зданий .....	457
Приемы реконструкции зданий .....	458
<b>Глава 19. ЗДАНИЯ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА В РАЙОНАХ С ОСОБЫМИ КЛИМАТИЧЕСКИМИ УСЛОВИЯМИ.....</b>	<b>480</b>
Особенности строительства промышленных зданий в условиях севера и вечномёрзлых грунтов.....	480
Здания, возводимые в южных районах России .....	488



Здания, возводимые в сейсмических районах .....	495
Здания, возводимые на просадочных грунтах .....	504
Здания, возводимые на подрабатываемых территориях .....	509

<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>516</b>
-------------------------	------------

<i>Приложение 1.</i> Нормированное значение к.е.о. при естественном и совмещенном освещении, а также значения нормированной искусственной освещенности .....	518
<i>Приложение 2.</i> Значения коэффициента светового климата $m$ .....	522
<i>Приложение 3.</i> Группы административных районов по ресурсам светового климата .....	522
<i>Приложение 4.</i> Значения световой характеристики $\eta_0$ окон при боковом освещении .....	523
<i>Приложение 5.</i> Значения коэффициента запаса $k_3$ .....	524
<i>Приложение 6.</i> Значения коэффициентов светопропускания $\tau_1, \tau_2, \tau_3$ .....	527
<i>Приложение 7.</i> Значения коэффициента $\tau_4$ , учитывающего потери света в солнцезащитных устройствах .....	528
<i>Приложение 8.</i> Значения $r_0$ для условной рабочей поверхности ...	528
<i>Приложение 9.</i> Значения световой характеристики трапезиевидных фонарей и шедов $\eta_\phi$ .....	529
<i>Приложение 10.</i> Значения световой характеристики $\eta_\phi$ световых проемов в плоскости покрытия при верхнем освещении .....	529
<i>Приложение 11.</i> Значения коэффициента $k_\phi$ .....	530
<i>Приложение 12.</i> Значения коэффициента $r_2$ .....	530
<i>Приложение 13.</i> Значения коэффициента $q$ , учитывающего неравномерную яркость облачного неба МКО ...	530
<i>Приложение 14.</i> Значения средней относительной яркости фасадов экранирующих (противостоящих) зданий $b_\phi$ с параллельным их расположением по схеме рис. 2.7 .....	531
<i>Приложение 15.</i> Значения коэффициента $k_{здо}$ для схемы на рис. 2.7 с параллельным расположением зданий .....	532
<i>Приложение 16.</i> Значения коэффициента отражения некоторых строительных материалов $\rho$ и средневзвешен- ного коэффициента отражения фасада $\rho_\phi$ .....	536

<i>Приложение 17.</i>	Предельно допустимые уровни звукового давления на рабочих местах в производственных и вспомогательных зданиях.....	537
<i>Приложение 18.</i>	Характер ассоциаций, возникающих при восприятии различных цветов .....	539
<i>Приложение 19.</i>	Рекомендуемая цветовая гамма интерьеров производственных помещений .....	539
<i>Приложение 20.</i>	Рекомендуемые значения цветового контраста и количества цвета основных поверхностей интерьеров производственных помещений .....	540
<i>Приложение 21.</i>	Рекомендуемые значения коэффициентов отражения основных поверхностей интерьеров производственных зданий .....	542
<b>ЛИТЕРАТУРА</b> .....		543

Учебник

**Дятков Станислав Владимирович**

**Михеев Анатолий Петрович**

# **АРХИТЕКТУРА ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ**

Научный редактор: *А.П. Михеев*

Редактор: *Г.М. Мубаракишина*

Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Компьютерная верстка: *О.В. Лютова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Сдано в набор 11.07.07.

Подписано к печати 6.09.07. Формат 60х90/16.

Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.

Усл. 34,5 п.л. II завод. Тираж 1000 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)  
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511  
тел., факс: (495)183-56-83, e-mail: [iasv@mgsu.ru](mailto:iasv@mgsu.ru), <http://www.iasv.ru/>