

ОАО «НИЦ «СТРОИТЕЛЬСТВО»

ЦНИИСК им В.А.КУЧЕРЕНКО



П.Г. ЕРЕМЕЕВ

СПРАВОЧНИК

**ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СОВРЕМЕННЫХ
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ
БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ПОКРЫТИЙ**

Москва 2011 г.

П.Г. Еремеев

**СПРАВОЧНИК ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ
СОВРЕМЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ
КОНСТРУКЦИЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ
ПОКРЫТИЙ**



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва
2011

Рецензенты:

заведующий лабораторией «Тонкостенных и пространственных конструкций» НИИЖБ им. А.А. Гвоздева, доктор технических наук,
профессор *В.В.Шугаев*;
главный специалист отдела промышленных и гражданских сооружений ЦНИИПСК им. Мельникова, доктор технических наук
В.А.Савельев.

Еремеев П.Г.

Справочник по проектированию современных металлических конструкций большепролетных покрытий. Справочное издание. – М.: Издательство АСВ, 2011. – 256 с.

Yeremeyev P.G.

THE MANUAL ON DESIGNING OF WIDE-SPAN ROOFS MODERN METAL STRUCTURES

ISBN 978-5-93093-809-8

Справочник содержит основные положения по проектированию современных комбинированных металлических пространственных конструкций большепролетных покрытий. Приведены сведения по применяемым материалам и изделиям (тросы, отливки, опорные части), конструктивным решениям, нагрузкам и воздействиям, методам расчета систем и узлов, изготовлению и монтажу конструкций. Изложено содержание работ по научно-техническому сопровождению, экспериментальному исследованию моделей, мониторингу несущих конструкций при монтаже и эксплуатации сооружения, обеспечению безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях. Даны примеры.

The manual contains fundamentals on designing of present-day steel combined spatial structures of the large-span roofings. It presents data on used materials and structures, constructive decisions, loadings and actions as well as methods of calculation for systems and units and information on fabrication and assembly of designs. The contents of works on scientific and technical support (an experimental research of models and monitoring of bearing structures) are stated. Reliability techniques from progressive collapse at accidental actions are given.

*Заслушано и одобрено на заседании НТС по металлическим
конструкциям ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко*

ISBN 978-5-93093-809-8

© Издательство АСВ, 2011

© Еремеев П.Г., 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	5
Глава 1. Особенности проектирования металлических конструкций большепролетных покрытий	9
§ 1.1. Общие положения.....	9
§ 1.2. Стадии проектирования	13
§ 1.3. Требования к проектной документации	15
Литература	18
Глава 2. Материалы для конструкций и соединений	19
§ 2.1. Общие требования	19
§ 2.2. Дополнительные требования к прокату.....	23
§ 2.3. Дополнительные требования к материалам для металлических тонколистовых (мембранных) конструкций	24
Литература	26
Глава 3. Стальные канаты	28
§ 3.1. Основные положения. Типы и материалы стальных канатов.....	28
§ 3.2. Анкерные устройства и соединительные элементы	37
§ 3.3. Основные положения расчета стальных канатов.....	44
§ 3.4. Краткие сведения о канатах зарубежного производства.....	46
§ 3.5. Примеры расчета	49
Литература	52
Перечень нормативных документов РФ.....	52
Глава 4. Основные требования к проектированию. Расчетная часть.....	55
§ 4.1. Общие требования	55
§ 4.2. Нагрузки и воздействия	56
§ 4.3. Особенности выполнения расчетов	61
§ 4.4. Примеры расчетов	69
Литература	74
Глава 5. Основные требования к проектированию. Конструктивная часть	76
§ 5.1. Общие требования	76
§ 5.2. Основные положения по конструированию некоторых типов современных большепролетных покрытий	79
§ 5.3. Примеры конструктивных решений	110
Литература	121
Глава 6. Узлы и детали.....	123
§ 6.1. Общие требования	123
§ 6.2. Узловые болты-шарниры	125
§ 6.3. Опорные части	130
§ 6.4. Прочие конструкции узлов и деталей.....	139
§ 6.5. Примеры конструктивных решений и расчетов	143
Литература	150

Глава 7. Научно-техническое сопровождение	151
§ 7.1. Основные положения	151
§ 7.2. Научно-техническое сопровождение проектирования.....	151
§ 7.3. Научно-техническое сопровождение изготовления и монтажа конструкций	155
§ 7.4. Примеры проведения работ по научно-техническому сопровождению возведения уникальных объектов	159
Литература	165
Глава 8. Экспериментальные исследования	166
§ 8.1. Основные положения методики проведения экспериментальных исследований	166
§ 8.2. Конструирование физической модели	172
§ 8.3. Требования по проведению экспериментальных исследований	175
§ 8.4. Примеры проведения экспериментальных исследований крупномасштабных моделей большепролетных объектов	179
Литература	190
Глава 9. Основные требования к мониторингу несущих конструкций и эксплуатации сооружения	191
§ 9.1. Основные положения по мониторингу	191
§ 9.2. Требования по проведению мониторинга	192
§ 9.3. Принципиальная схема организации мониторинга, в том числе с использованием стационарных станций	196
§ 9.4. Критерии контроля напряженно-деформированного состояния и обоснование величин предельно допустимых деформаций несущих конструкций	198
§ 9.5. Эксплуатация сооружения	200
§ 9.6. Примеры проведения мониторинга на большепролетных объектах	208
Литература	220
Глава 10. Обеспечение безопасности большепролетных сооружений от лавинообразного (прогрессирующе- го) обрушения при аварийных воздействиях	221
§ 10.1. Основные положения	221
§ 10.2. Требования к проектированию большепролетных сооруже- ний по обеспечению их безопасности от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения	223
Литература	232
Приложения	234

ВВЕДЕНИЕ

Достижения в области строительной механики и вычислительной техники, разработки и исследований новых конструктивных форм, строительных материалов, технологии изготовления и монтажа создали предпосылки для широкого применения современных пространственных конструкций покрытий большепролетных зданий и сооружений.

Такие системы отличаются конструктивной и статической схемами, применяемыми материалами, очертанием плана, формой поверхности, пролетами, методами изготовления и монтажа.

Эффективность пространственных конструкций по сравнению с традиционными решениями определяется рядом преимуществ, основными из которых являются:

- пространственная работа системы, позволяющая наиболее полно использовать несущую способность материала, снизить собственный вес покрытия, что отражается и на нижележащих конструкциях;

- повышенная прочность, устойчивость, надежность и жесткость конструкций;

- возможность перекрытия без промежуточных опор любых, практически требуемых, пролетов, причем с увеличением пролета экономическая целесообразность применения таких конструкций возрастает;

- снижение трудоемкости и стоимости возведения, сокращение сроков строительства за счет их монтажа, в большинстве случаев без устройства сплошных лесов и подмостей, применения большеразмерных элементов заводского изготовления;

- минимальная строительная высота, что уменьшает расход материалов на стеновое ограждение и снижает эксплуатационные расходы на отопление и вентиляцию здания/сооружения;

- широкие возможности для создания покрытий различной формы в плане и геометрией поверхности, практического воплощения ярких архитектурных замыслов.

Наиболее динамично развиваются в последнее время у нас в стране и за рубежом пространственные комбинированные системы, включающие структурно объединенные растянутые элементы (ванты, мембраны) и элементы, работающие на сжатие и изгиб.

В комбинированных системах удается существенно уменьшить расчетную длину сжато-изогнутых элементов за счет ра-

ционального использования растянутых предварительно напряженных элементов из высокопрочного металла, улучшить работу системы на неравномерные нагрузки.

Область применения таких конструкций – навесы над трибунами стадионов, покрытия спортивных залов, универсальных спортивно-концертных комплексов, магазинов, рынков, выставочных павильонов и т.п.

Существует множество видов комбинированных систем, даже простейшие из них отличаются большой свободой выбора конструктивной схемы, применяемых материалов, методов изготовления и монтажа. Элементарные схемы разнообразными способами объединяются в сложные пространственные структуры.

В то же время развитие в последние десятилетия современных технологий, определившее появление новых форм, материалов, методов проектирования и строительства, вызывает новые и сложные проблемы. Как это ни парадоксально, последствием новизны и инноваций, когда зачастую меняются даже основные принципы традиционного строительного проектирования и практики строительства, являются отказы, которые вызываются отдельными или комбинированными причинами, зачастую не имеющими прецедентов. Новизна технических решений требует от инженера-конструктора глубоких специальных знаний, практического опыта.

В справочнике представлены особенности проектирования современных пространственных большепролетных систем, конструктивные решения покрытий различного типа, даны краткие сведения по нагрузкам и воздействиям, практические рекомендации по расчету и конструированию с учетом вопросов их изготовления и монтажа.

Приведены необходимые для проектирования данные по новым материалам и изделиям, в том числе зарубежным. Большое внимание уделено вопросам конструирования и расчета узлов и отдельных элементов, в том числе с учетом требований иностранных норм. Даны примеры расчета.

Большепролетные сооружения имеют повышенный уровень ответственности по назначению, их обрушение может привести к тяжелым социальным и экономическим последствиям. При их проектировании возникают проблемы, которые не отражены в действующих российских строительных нормах. В настоящем справочнике ставилась задача дать современную информацию по этим вопросам.

Подробно отражены вопросы научно-технического сопровождения строительства, включая экспериментальные исследования моделей, натурные обследования основных несущих конструкций. Определены задачи и основные положения мониторинга сооружений на стадии монтажа и последующей эксплуатации, обеспечения их безопасности от лавинообразного (прогрессирующего) обрушения при аварийных воздействиях.

Справочник включает материалы российских и зарубежных нормативно-технических документов, обобщения опыта разработки и совершенствования новых форм большепролетных систем, широкого комплекса проведенных теоретических и экспериментальных исследований работы конструкций, проектирования, возведения и эксплуатации большепролетных сооружений, возведенных с участием ЦНИИСК им. Кучеренко.

Использованы результаты конструктивных проработок, расчетов и экспериментально-теоретических исследований ряда уникальных объектов: светопрозрачного покрытия Старого Гостиного Двора, покрытия над трибунами стадиона «Локомотив», крытого конькобежного центра (ККЦ) в Крылатском и в Коломне (Московская обл.), Ледового дворца спорта на Ходынке, футбольно-легкоатлетического манежа в г. Казани, навесов над трибунами стадиона «Труд» в Подмосковье, входной группы терминала аэровокзального комплекса Шереметьево-3, стадиона «Зенит» в Санкт-Петербурге, олимпийских объектов в Сочи.

Проектирование осуществлялось рядом организаций в творческом содружестве с ЦНИИСК им. Кучеренко: ГУП МНИИП Моспроект-4 (Е.Е. Бекмухамедов, Д.В. Буш, М.Я. Лившин), ОАО «ГК-Техстрой» (П.Е. Золотов, М.И. Кельман, А.В. Титов), ОАО «Курортпроект» (Н.В. Канчели), ГУП «Татинвестгражданпроект» (В.Е. Портянкин, И.Э. Файзулин), компаниями «Брайдон Лтд» (Великобритания), «БТС ГмбХ» (Германия), «Собек» (Германия), «Фрейссине» (Франция) и др. В работах по исследованиям и проектированию принимали участие сотрудники ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко: Е.Ф. Бородина, И.И. Ведяков, Д.Б. Киселев, И.В. Лебедева, Е.Р. Мацелинский, Ю.П. Назаров, П.Д. Одесский, В.А. Отставнов, Н.А. Попов, В.Д. Райзер, М.Р. Урицкий, Б.С. Цетлин и др. Автор выражает им свою глубокую признательность. Отдельная благодарность компаниям, представившим свои материалы в приложение справочника.

Примечание. При пользовании настоящим справочником целесообразно проверить действие ссылочных стандартов на официальном сайте национального органа Российской Федерации по стандартизации в сети «Интернет» или по ежегодно издаваемому информационному указателю «Национальные стандарты», который публикуется по состоянию на 1 января текущего года, и по соответствующим ежемесячно издаваемым информационным указателям. Если ссылочный стандарт заменен (изменен), то при пользовании настоящим стандартом следует руководствоваться замененным (измененным) стандартом. Если ссылочный стандарт отменен без замены, то положение, в котором дана ссылка на него, применяется в части, не затрагивающей эту ссылку.

INTRODUCTION

The spatial systems which were developed under the creation of the large-span roofs vary in their structural and static schemes, applied materials, plan outline, surface form, spans, methods of manufacturing and installation. The combined systems take up a special place among them. They include structurally compound tension elements (cables, thin sheet metal membranes, tents) and some compressed and bending elements. It makes possible to reduce essentially effective length of the compressed – bending elements due to the rational use of the preliminary tensile members made from the high-strength metal to improve the work of the system at non-uniform loads. Their use opens wide opportunities to create large-span structures distinguished by lightness, high technical and economic parameters and architectural expressiveness.

Field of such designs application – canopies above the grandstand of stadiums, roofing of sports halls, universal sports-concert complexes, shops, markets, exhibition halls, etc. There are a great number of the combined systems types. Even elementary of them are remarkable for their big freedom of a choice of the constructive scheme, used materials, outlines of the plan, spans, methods of manufacturing and installation. Elementary schemes by various ways are united in the complex spatial structures.

Manual includes data on materials and products, loadings and actions, methods of calculation of systems and units, the structural solutions of various roofs and the analysis of versions of design schemes. Examples are given.

Much prominence is devoted to the questions of the manufacturing and installation, the maintenance, field observation and monitoring of the basic bearing structures, maintenance of their safety from progressive collapse at accidental actions. Results of constructive studies, calculations, experimental and theoretical researches of some unique objects constructed in Russia are given.

Глава 1. ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ПОКРЫТИЙ

§ 1.1. Общие положения

1.1.1. Настоящий справочник предназначен для проектирования современных комбинированных металлических конструкций большепролетных покрытий зданий и сооружений (далее сооружений) различного назначения с учетом обеспечения требований безопасности, эксплуатационной надежности и долговечности объекта.

Комбинированные системы, включают структурно объединенные растянутые элементы (ванты, мембраны) и элементы, работающие на сжатие и изгиб. В комбинированных системах удастся существенно уменьшить расчетную длину сжато-изогнутых элементов за счет введения небольшого количества дополнительных элементов, улучшить ее работу на неравномерные нагрузки, рационально использовать растянутые предварительно напряженные элементы из высокопрочного металла, существенно уменьшить стрелу подъема конструкции.

1.1.2. При проектировании следует применять прогрессивные конструкции и соединения, выбирать оптимальные в технико-экономическом отношении схемы, сечения элементов, экономичные профили проката и эффективные марки стали, обеспечивающие прочность, устойчивость и пространственную неизменяемость сооружения в целом, а также его отдельных элементов. Надлежит применять конструкции с учетом обеспечения наименьшей трудоемкости и затрат на изготовление, транспортировку и монтаж.

Необходимо, чтобы конструкции были пригодными для использования по назначению в течение проектного срока службы, для чего они должны обладать достаточной несущей способностью и жесткостью.

1.1.3. Следует соблюдать все требования нормативных документов РФ [1.1, 1.2, 1.8, 1.13, 1.14, 1.16, 1.18, 1.22] и Специальных технических условий (СТУ) (см. гл. 7). СТУ должны содержать дополнительные требования на проектирование технически сложного объекта, не входящие в действующие нормативно-технические документы или регламентирующие повышенные требования по нагрузкам и воздействиям, расчетам, проектированию несущих конст-

рукций, применению опытно-конструкторских и исследовательских работ и т.д.

1.1.4. При проектировании стальных конструкций следует соблюдать нормы по защите строительных конструкций от коррозии [1.15, 1.19] и противопожарные нормы проектирования сооружений [1.20], обеспечивать безопасность несущих конструкций от лавинообразного обрушения (см. гл. 10).

1.1.5. Комбинированные стальные конструкции применяются в основном для покрытий большепролетных, в том числе уникальных сооружений.

К большепролетным – относятся покрытия пролетом свыше 36 м [1.23].

К уникальным большепролетным сооружениям относятся объекты, характеризующиеся по критерию технической сложности следующими параметрами [1.9]:

- пролеты свыше 100 м, при конструктивных решениях, прошедших успешную апробацию в практике проектирования, строительства и эксплуатации;

- пролеты свыше 60 м, при принципиально новых конструктивных решениях, не прошедших проверку в практике строительства и эксплуатации, требующих разработки специальных методов расчета, экспериментального исследования на физических моделях и т.п.

1.1.6. Уникальность сооружения определяется также значимостью объекта: количеством людей, постоянно или временно находящихся в пределах территории, размером материальной и моральной стоимости восстановления сооружения в случае аварии [1.10]. Ряд технических источников [1.25] относит к уникальным объектам с количеством людей, находящихся в нем постоянно (свыше 500 человек), либо находящихся там периодически (свыше 1000 человек), либо находящихся около сооружения (свыше 10000 человек).

1.1.7. Уникальные, общественно значимые большепролетные сооружения имеют повышенный уровень ответственности по назначению [1.14, 1.24], отказы которых могут привести к тяжелым экономическим и социальным последствиям.

При проектировании возникают проблемы, выходящие за рамки действующих нормативных документов. В этой связи необходимо учитывать дополнительные требования к номенклатуре и объемам исследований и проектных работ, изготовлению и монтажу конструкций, правилам их приемки и эксплуатации. Для повышения качества проектов и минимизации человеческих ошибок требуется сис-

тема строгого контроля и проверки на всех этапах проектирования, согласования, экспертизы и утверждения проекта.

Обеспечение высокой надежности проектирования и возведения уникальных большепролетных сооружений требует обязательного комплексного научно-технического сопровождения.

1.1.8. Как указано выше, при проектировании уникальных сооружений возникают проблемы, выходящие за рамки существующих нормативных документов. Новизна технических решений требует от инженера-конструктора глубоких специальных знаний, опыта проектирования сооружений подобного рода.

В то же время инженеры не должны быть задавлены возрастающими объемами и деталями современных норм, они должны четко понимать факторы, лежащие в их основе. Безопасность и эффективность строительства лучше обеспечивается специалистами, которые могут видеть «общую картину» и не теряются в деталях. Большое количество информации потенциально означает большие возможности для ошибок.

1.1.9. При проектировании большепролетных сооружений выдвигаемые идеи должны быть технически и экономически обоснованы. Необходим научный комплексный подход при решении задачи выбора рациональных конструктивных решений, увязанных с функциональным назначением, архитектурными замыслами, методами изготовления и монтажа, условиями эксплуатации. В полном объеме должны выполняться требования надежности, технологичности и экономической эффективности, учитываться экологические и социальные факторы.

Наиболее важной особенностью проектирования большепролетных сооружений является генерирование идей, основанных на творческом потенциале инженера, его профессиональных знаниях и опыте. Этот процесс не может быть компьютеризирован, так как созидательные возможности – привилегия человеческого ума и они абсолютно необходимы для решения задач будущего проекта, тем более уникального. Компьютеру следует отвести правильную роль – роль технического инструмента. При выборе расчетной модели, предварительном анализе поведения конструкции очень важны предыдущий опыт и интуиция. Необходимо использовать различные альтернативные подходы.

1.1.10. При проектировании и строительстве необходимо:

1.1.10.1. Учитывать назначение, уровень ответственности, технологические особенности и условия эксплуатации сооружения.

1.1.10.2. Учитывать результаты инженерно-геологических изысканий, климатические факторы, а также сейсмические условия района и места возведения сооружения.

1.1.10.3. Обосновывать основные технические решения, определяющие надежность и безопасность сооружений повышенной ответственности, расчетами, результатами научно-исследовательских и экспериментальных работ, а также результатами специальных (натурных) испытаний основных несущих элементов или узлов.

1.1.10.4. Расчеты следует выполнять численными методами с использованием современной вычислительной техники, открывающей возможности решения задач проектирования сложных систем. Для повышения надежности результатов расчеты рекомендуется проводить с применением различных программ, с сопоставлением и анализом полученных данных.

В то же время следует иметь в виду, что использование компьютера имеет и обратную сторону, растет риск ошибок. Необходимо ясное понимание работы сооружения в целом и отдельных его элементов в системе. Такое понимание, основанное на правилах строительной механики, единственный путь безопасного взаимодействия инженера с компьютером. Вслепую расшифровывать численные результаты без первоначальной оценки порядка ожидаемых расчетных величин недопустимо. Для проверки компьютерных расчетов должны использоваться приближенные вычисления.

1.1.11. Область применения большепролетных комбинированных стальных конструкций: козырьки над трибунами стадионов, покрытия целевых спортивных залов (плавательные бассейны, крытые манежи, катки, теннисные корты), универсальные спортивно-концертные комплексы, магазины, рынки, выставочные павильоны и т.п. Такие конструкции могут быть применены в покрытиях различных большепролетных сооружений: ангаров, стоянок для крупногабаритной техники, резервуаров, отстойников, шламбассейнов, сгустителей и т.п.

Современные стальные конструкции покрытий благодаря их малому весу, относительно небольшому количеству элементов, технологичности монтажа могут успешно применяться при строительстве в труднодоступных и северных районах, районах с повышенной сейсмичностью.

1.1.12. Комплекс работ по проектированию уникальных большепролетных сооружений требует достаточного времени и объемов финансирования (существенно превышающих эти параметры для

традиционных объектов), для обеспечения их качества, безопасности, эксплуатационной надежности и долговечности.

§ 1.2. Стадии проектирования

1.2.1. Стадийность и категория сложности объекта определяются заказчиком и проектной организацией и устанавливаются в задании на разработку проектной документации. Для уникальных общественных сооружений, относящихся к объектам первой категории сложности, следует выделить следующие стадии проектирования: архитектурная концепция (АК) и предпроектные предложения (ПП), проект (П) и рабочая документация (РД).

1.2.2. При всей неповторимости большепролетных сооружений их проектирование должно обязательно включать следующие этапы: постановка задачи, разработка и анализ вариантов технических решений, выбор окончательного варианта, разработка проектной документации с тщательной проверкой принятых решений.

1.2.3. Обязательными документами, предшествующими проектным разработкам, являются Техническое задание (ТЗ) и Специальные технические условия (СТУ) на проектирование [1.11]. Эти документы обязаны четко формулировать постановку задач проектирования, определять пути их решения и таким образом воздействовать на качество проекта.

1.2.4. Стадия предпроектных предложений (исследований) является обязательным этапом, необходимым для оценки реальности поставленных задач, их соответствия полученной исходно-разрешительной документации, существующим ограничениям, конструктивным условиям, нормам и правилам. На основании проведенных исследований совместно с заказчиком разрабатывается Техническое задание (ТЗ) будущего проекта.

Стадия предпроектных предложений (концептуального проектирования), начинается с накопления максимальной, разносторонней информации, связанной с постановкой задачи. На этом этапе конструктор разрабатывает и анализирует эскизные варианты технических решений совместно с другими специалистами (архитекторами, технологами, специалистами по изготовлению и монтажу конструкций).

1.2.5. Задача проектирования уникальных большепролетных сооружений – комплексная, проект не может быть выполнен едино-

лично. Обсуждения с опытными специалистами на ранних стадиях проектирования необходимы для оценки вариантов проекта с разных точек зрения. Сравниваются и анализируются различные решения, наилучшие из которых, с учетом всевозможных, зачастую противоречивых требований, принимаются для дальнейшего рассмотрения и разработки. Этот этап предполагает преодоление неопределенностей проектирования, вызванных тем, что выбор решения, как правило, происходит в условиях неполного знания проектируемой системы; большого количества изменчивых и противоречивых задач; субъективностью лиц, принимающих решения.

1.2.6. На стадии эскизного проектирования уникальных большепролетных сооружений необходимо максимально использовать современные достижения: новые типы конструкций, материалы, методы строительства. Этот этап включает изучение и обобщение отечественного и зарубежного опыта строительства, инженерный анализ большого количества аналогичных объектов, разработку новых вариантов конструктивных предложений (исключающих неоправданные риски), выбор основных материалов, согласование противоречий между различными разделами проекта.

1.2.7. Отбор рациональных решений – конечный выбор лучшей идеи. Это может быть или спонтанное решение, или трудоемкая разработка и оценка накопленных идей, возможна проверка первого вторым для установления выполнимости предложения. Когда найдена лучшая идея, начинается ее проверка, которая обычно делается в форме расчетов и чертежей.

1.2.8. Разработка проекта требует специальных сведений о нагрузочных факторах; учета статической и динамической реакции сооружения на различные сочетания нагрузок и воздействий, включая монтажные; устойчивости системы в целом и отдельных структурных элементов; учета геометрической, физической и конструктивной нелинейности; параметрической чувствительности конструктивной системы в зависимости от типа и степени статической неопределимости; надежности и запаса прочности материалов, в том числе усталостной, и т.п.

Необходимы опыт и четкая организация процесса проектирования, научно-техническое обоснование разработки и реализации проекта, решение финансовых и организационных вопросов.

1.2.9. Стадия «Проект» (утверждаемая часть) включает разработку и конкретизацию ранее принятых основных архитектурно-планировочных и конструктивных решений, монтажных схем, узлов

и деталей, применяемых материалов и технологий, предварительных технических спецификаций.

На этой стадии рекомендуется разработка нескольких вариантов, для выбора наиболее рационального по технико-экономическим и другим показателям. Технические решения должны быть обоснованы достаточно подробными расчетами, в том числе компьютерными, на основные сочетания нагрузок.

1.2.10. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения рабочей документации (РД) [1.5, 1.7, 1.12, 1.23] включает выполнение комплексных поверочных расчетов и подробную разработку проектной документации, необходимой для оценки технических решений, производства строительно-монтажных работ и последующей приемки сооружения. Одновременно с РД разрабатываются спецификации на объемы работ и сметная часть проекта.

§ 1.3. Требования к проектной документации

1.3.1. Проектная документация должна давать четкую картину условий использования конструкции во время всего срока ее службы, отражать все конструктивные элементы, содержать полный объем подробных чертежей, обеспечивать требуемую надежность конструкции при возведении и эксплуатации сооружения.

Рабочие чертежи стальных конструкций должны соответствовать требованиям по их изготовлению (ГОСТ 23118 [1.1]) и монтажу (СНиП 3.03.01 [1.18]). Документация КМ должна содержать все данные для заказа металлопроката, метизов, опорных частей, защитных и гидроизоляционных материалов и т.п.

1.3.2. Принятые проектные решения должны удовлетворять ряду ограничений, обеспечивающих выполнение условий прочности, устойчивости и деформативности отдельных элементов и системы в целом; требованиям нормативных документов и СТУ, сортаментов, технологических регламентов на изготовление, транспортировку и монтаж конструкций. Элементы стальных конструкций должны иметь минимальные сечения, удовлетворяющие требованиям действующих норм, с учетом сортамента на прокат.

1.3.3. Подробное техническое задание на проведение работ должно содержать всю информацию, требуемую для проверки расчета строительных конструкций и чертежей. Требования к составу *«Технического задания на проектирование»* достаточно подробно приведены в [1.6, 1.7].

Справочное издание

Павел Георгиевич Еремеев

СПРАВОЧНИК ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СОВРЕМЕННЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ ПОКРЫТИЙ

Редактор: *В.Ш. Мерзлякова*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*
Компьютерная верстка: *О.В. Лютова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98. Формат 60х90/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать офсетная. Усл. 16 п.л. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511
тел., факс: (499)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>