

УДК 624.01

В. Н. ЛЕВЧЕНКО, В. Ф. КИРИЧЕНКО, А. А. ЧИПИЖКО, Ю. А. КРАВЧЕНКО

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ВЫБОР СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ДЛЯ СОПОСТАВЛЕНИЯ И УСЛОВИЯ ИХ СРАВНИМОСТИ

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы, связанные с выбором вариантов комплексных конструктивных решений или отдельных конструкций на основе технико-экономических показателей предлагаемых вариантов наряду с показателями прогрессивных решений. Анализируются условия сопоставимости и влияние на них различных факторов (влияние массы конструкций, температурных деформаций, учёт связей в здании или сооружении, влияние особенностей крепления конструкций, степени огнестойкости и электропроводимости конструкций). Сложность технико-экономической проблемы с выбором оптимального варианта конструкций состоит в том, что существенное влияние оказывают не только вышперечисленные факторы, но и в том числе технические свойства материала конструкции, тип зданий и сооружений, условия их эксплуатации, природно-климатические и экономико-географические особенности районов строительства.

Ключевые слова: ффективность, сопоставимость, оптимизация, теплопередача, смежные элементы.

Выбор вариантов конструктивных решений (комплексов конструкций) или отдельных конструкций для конкретного объекта строительства рекомендуется производить на основе сопоставления технико-экономических показателей предлагаемых решений или конструкций с показателями лучших, прогрессивных решений, применяемых в данном районе строительства или предусмотренных в проектах, или сопоставляя несколько вариантов решений, возможных для данных условий строительства. Для решения вопроса о развитии базы по производству новых конструкций в том или ином районе строительства необходимо сравнивать предлагаемые новые конструкции с наиболее экономичными для данной области применения конструкциями [5].

Условия сопоставимости

Для обеспечения сравнимости вариантов строительных конструкций они должны иметь одинаковое назначение, быть рассчитанными на одинаковые полезные, ветровые и снеговые нагрузки и запроектированными в соответствии с действующими строительными нормами и правилами, а также техническими условиями для одних и тех же климатических, сейсмических и грунтовых условий и условий эксплуатации. Необходимо обеспечивать по вариантам сопоставимый технический уровень проектных решений конструкций и методов их изготовления и возведения [4, 6].

Следует иметь в виду, что поскольку эффективность применения железобетонных и стальных конструкций в значительной степени зависит от величины нагрузок, пролетов, высот, размеров зданий и сооружений, то при обосновании области рационального их применения рекомендуется сопоставлять конструкции при минимальных, максимальных и наиболее часто применяемых нагрузках на конструкции и других параметрах зданий и сооружений. При определении эффективности применения некоторых типов конструкций в массовом строительстве (например, оболочек) необходимо сопоставлять их с плоскостными конструкциями для зданий различных типов (крановых, бескрановых, оборудованных подвесным транспортом, фонарных и бесфонарных) при различных размерах зданий в плане и различных их высотах, поскольку при изменении типа и площади зданий в значительной степени изменяются влияние продольных и торцовых стен, перегородок, затраты на сборку и демонтаж кондукторов (если они требуются для данного вида конструкций) и другие факторы.

При сравнении ограждающих или несущих-ограждающих конструкций отапливаемых зданий сопротивление теплопередаче их может быть одинаковым и различным. Сопротивление теплопередаче вызывается конструктивными особенностями рассматриваемых вариантов, поэтому необходимо учитывать разницу в единовременных и эксплуатационных затратах на отопление объекта. Для каждого из рассматриваемых вариантов следует принимать параметры конструкций, влияющие на сопротивление теплопередаче, экономически оптимальными.

Сравнивать конструкции необходимо при равной степени их законченности и равном соответствии техническим нормам. Показатели трудоемкости и стоимостные показатели должны быть сопоставимы по методам определения. Так, если для одного варианта затраты труда на возведение приняты по фактическим данным, то и для другого варианта также следует принимать фактические показатели трудоемкости. Нельзя сделать объективный вывод о различной трудоемкости возведения конструкций, определив трудоемкость одного варианта по сметным нормам, а другого – по фактическим данным, так как, с одной стороны, может быть различным перечень учитываемых трудовых затрат, а с другой стороны – фактическая трудоемкость может быть меньше сметной вследствие невыполнения норм выработки.

Не следует ставить условием одинаковость конструктивной формы или сетки колонн при сопоставлении конструкций из различных материалов. Правильнее для каждого материала принимать решение, экономически наиболее эффективное в данных условиях применения.

При оценке эффективности пространственных конструкций (сборно-монолитных железобетонных оболочек покрытий, пространственно-решетчатых стальных конструкций покрытий) по сравнению с плоскостными решениями покрытия важно правильно выбрать сетку колонн. Сетку колонн следует принимать экономически оптимальной для каждого из вариантов, а не одинаковой для всех вариантов. Конечно, выбранная сетка колонн должна удовлетворять требованиям, предъявляемым технологами и касающимся размещения технологического оборудования.

Диаметры напорных трубопроводов рекомендуется принимать оптимальными, применяя при этом трубы, изготовленные из различных материалов (стальные, железобетонные, пластмассовые, асбестоцементные и т. д.).

Учет различий в смежных элементах

При сравнении отдельных конструкций из сборного железобетона, стали, дерева и других материалов большое, а иногда решающее значение имеет, как показали данные проведенных исследований, учет различий в затратах на смежные с рассматриваемыми конструкциями элементы зданий и сооружений [3]. Различия в смежных элементах могут быть вызваны следующими факторами: различной массой конструкций; неодинаковым очертанием верхнего и нижнего поясов ферм или балок покрытий и габаритами балок перекрытий; неодинаковой конструктивной схемой сравниваемых вариантов; неодинаковым расстоянием между температурными швами; различной степенью огнестойкости и электропроводимости конструкций; различным решением связей; различным креплением рассматриваемых конструкций к смежным конструкциям и креплением подвесного подъемно-транспортного оборудования к рассматриваемым конструкциям.

В отдельных случаях возникает необходимость учитывать различия в затратах на другие объекты, а не только на данное здание или сооружение, для которого исследуется сравнительная эффективность применения конструкций из различных материалов.

Проиллюстрируем влияние этих факторов.

Влияние массы конструкций

Масса конструкций из металла в несколько раз меньше массы конструкций из сборного железобетона, что позволяет во многих случаях облегчить нижележащие конструкции, различия в затратах на которые необходимо учитывать при сравнении вариантов конструкций. Так, замена тяжелых железобетонных плит, из которых выполнено покрытие машинного зала главного корпуса ГРЭС, стальным профилированным оцинкованным настилом, укладываемым по прогонам, позволяет благодаря облегчению стальных ферм пролетом 45 м компенсировать дополнительный расход стали на прогоны и настил (таб.).

Облегчение основных несущих конструкций следует учитывать и при сравнении клефанерных панелей, утепленных минераловатными плитами, с обычным решением беспустотного покрытия по прогонам с утеплителем в виде фибролита или пенобетона (таб.).

Таблица – Тяжелые железобетонные плиты покрытия машинного зала главного корпуса ГРЭС

Конструкции	Расход стали, кг/м ² , на покрытия пролетом 45 м при шаге ферм 12 м	
	со стальным настилом и утеплителем из пенопласта	с железобетонными плитами и утеплителем из пенобетона
Стропильные фермы	21	35,5
Связи	4,5	5,7
Прогоны	10	–
Настил	13	–
Железобетонные плиты (3×12 м)	–	12,8
Итого	48,5	54

Влияние очертаний конструкций и конструктивной схемы (формы)

При сопоставлении сегментных ферм и полигональных ферм с пологим очертанием верхнего пояса важно учитывать для полигональных ферм затраты на связи и дополнительные затраты на наружные стены (вследствие большей высоты полигональных ферм на опоре); для сегментных ферм следует принимать во внимание дополнительные затраты на пароизоляцию, утеплитель, стяжку и кровлю (вследствие большей площади кровли и меньшей ее долговечности). Следует учитывать также разницу в затратах на плиты (прогоны и настил) вследствие различной величины снеговой нагрузки.

Различие в затратах на второстепенные несущие конструкции и прочие элементы покрытий необходимо учитывать и при сопоставлении треугольных, сегментных и многоугольных ферм, а также при сопоставлении покрытий с применением сегментных ферм или арок с наружным отводом воды и многопролетных. В последнем случае надлежит учитывать также различия в затратах на колонны, фундаменты и внутренние торцовые стены, перегородки и внутренние водостоки. Следует принимать во внимание различия в затратах на кровлю, стены и внутренние водостоки при сопоставлении оболочек двоякой кривизны и плоскостных конструкций с применением сегментных ферм.

При сопоставлении сборно-монолитных и монолитных многопролетных конструкций покрытий и сборных конструкций покрытий зданий для условий строительства на просадочных грунтах рекомендуется учитывать различия в затратах на фундаменты даже при одной и той же сетке колонн и незначительной разнице в нагрузках от собственной массы покрытий [7]. Необходимость в таком учете вызывается тем, что для сборно-монолитных и монолитных многопролетных неразрезных покрытий требования к разнице в осадке смежных фундаментов более жесткие, чем к разрезным конструкциям.

При сопоставлении конструктивных решений каркасов и покрытий с различной сеткой колонн или различным шагом ферм необходимо учитывать разницу в затратах на пути под мостовые и подвесные краны, подвесные потолки, мостики для обслуживания систем освещения, крепление коммуникаций и т. д. При сравнении конструктивных решений перекрытий, укладываемых на различной высоте, например, при сравнении безбалочных перекрытий с балочными, следует учитывать увеличение строительной высоты этажей при применении балочных конструкций и, как следствие этого, возрастание высоты наружных и внутренних стен и перегородок, а также площади лестничных маршей. В некоторых случаях возможность снижения строительной высоты перекрытия может оказать существенное влияние на выбор типа перекрытия. Такой случай возможен при сопоставлении монолитных безбалочных перекрытий и сборных ребристых перекрытий заглубленных сооружений специального назначения при высоком уровне грунтовых вод.

Влияние температурных деформаций

При сопоставлении стальных и железобетонных колонн для зданий большой площади с покрытием по стальным фермам важно иметь в виду, что применение стальных колонн позволяет принять большее расстояние между температурными швами (до 216 м вместо 72 – 144 м при железобетонных колоннах). При увеличении расстояния между поперечными и продольными температурными швами можно сократить число колонн и уменьшить затраты на фермы и связи покрытий. Этот фактор существенно влияет на показатели и выводы.

Так, для бескранового здания размером в плане 72×216 м с сеткой колонн 12×18 м, высотой 4,8 м с покрытием по стальным фермам при нагрузке от покрытия 3,5 кН/м² применение стальных колонн вместо типовых сборных железобетонных не только не приводит к увеличению расхода стали, а даже,

наоборот, экономит около 1 кг/м² стали. Если же не учитывать разницу в затратах на фермы и связи, то превышение расхода стали на стальные колонны составит 0,8 кг/м².

Этот фактор следует учитывать и при оценке эффективности увеличения расстояния между температурными швами при применении колонн из одного материала (например, железобетонных). Как показывают проведенные рядом институтов расчеты, при использовании железобетонных колонн целесообразно во многих случаях увеличивать расстояние между температурными швами до 144 м, а в отдельных случаях до 216 м.

Влияние решения связей

При оценке типов основных несущих конструкций, выполненных из различных материалов, следует учитывать горизонтальные и вертикальные связи, обеспечивающие устойчивость конструкции. Учет связей или разницы в затратах на связи необходим и при сопоставлении некоторых вариантов ограждающих конструкций покрытий, например, при оценке эффективности применения в покрытиях со стальными фермами асбестоцементных утепленных панелей и железобетонных плит. Если расход стали на связи при сопоставлении стальных и железобетонных ферм (а также некоторых других конструкций) не учитывался, это приводило в ряде случаев к неверным выводам. Расход стали на связи по стальным фермам достигает 5 кг/м² площади здания (а в отдельных случаях и более), их стоимость составляет до 40 % стоимости стальных ферм.

Влияние особенностей крепления конструкций

Крепление смежных конструктивных элементов, различного оборудования и коммуникаций к конструкциям из сборного железобетона и стали различно. Как правило, такое крепление проще при стальных конструкциях. Для крепления плит покрытия, связей, стеновых панелей, различного оборудования, подкрановых рельсов и т. п. в сборных железобетонных конструкциях предусматриваются стальные закладные детали, расход материалов на которые необходимо учитывать.

При подкрановых балках из железобетона гораздо сложнее крепление подкранового рельса, чем при стальных балках, так как для уменьшения динамических воздействий под рельсы, укладываемые по железобетонным балкам, подкладывают упругие прокладки, изготовленные, например, из прорезиненной ткани. Кроме того, при железобетонных балках под краны грузоподъемностью 10...20 т укладывают крановые рельсы большего сечения, чем при стальных балках.

Влияние степени огнестойкости и электропроводимости конструкций

Для некоторых видов конструкций зданий и сооружений необходимо учитывать разницу в затратах на смежные элементы, вызываемую различной степенью огнестойкости и электропроводимости сравниваемых конструкций.

Так, при сравнении вариантов надземных стальных и сборных железобетонных заглубленных резервуаров, сооружаемых для хранения нефтепродуктов, необходимо учитывать разницу в затратах на освоение территории, ее благоустройство и прокладку трубопроводов, что связано с различным расстоянием между резервуарами (при стальных надземных резервуарах это расстояние должно быть больше).

При сравнительной оценке эффективности применения в зданиях стальных и железобетонных конструкций, характеризующихся различной степенью огнестойкости, следует в необходимых случаях учитывать дополнительные затраты на брандмауэры, противопожарные преграды и устройство спринклера, а в некоторых случаях иметь в виду дополнительные затраты на освоение и благоустройство промышленной площадки, а также на прокладку коммуникаций (в связи с тем, что минимальное расстояние между зданиями I и II степени огнестойкости и зданиями III–V степени огнестойкости различно).

При сравнении железобетонных и легких металлических конструкций покрытий зданий большой площади следует учитывать для последних возможные дополнительные затраты на устройство противопожарных преград, брандмауэров, спринклера и противопожарного водопровода.

ВЫВОДЫ

Наиболее целесообразным может быть только такой метод оценки вариантов конструктивных решений зданий и сооружений, при котором все их разногласия в размере и времени, которое было потрачено на их осуществление, учитывается на единой теоретической основе с учетом всех перечисленных выше факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баращиков, А. Я. Оценка технического состояния зданий и инженерных сооружений [Текст] : учеб. пособие для студентов высших учеб. заведений / А. Я. Баращиков. – Киев : «Основа», 2008 – 315 с.
2. Фадеева, Г. Д. Решение проблем эксплуатации зданий промышленных предприятий [Текст] / Г. Д. Фадеева, И. Н. Гарькин // Молодой ученый. – 2014. – № 12(71). – Часть 1. – С. 120-121. – ISSN 2072-0297.
3. Руководство по эксплуатации строительных конструкций производственных зданий промышленных предприятий [Текст] / ЦНИИПрозданий. – 4-е изд., стереотипное. – М. : Стройиздат, 1981. – 57 с.
4. Левченко, В. Н. Актуальные вопросы проектирования экономических зданий и сооружений путем оптимизации проектных решений и реконструкции действующих предприятий [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Левченко, Н. А. Невгень. – Макеевка : ДонНАСА, 2018. – 198 с.
5. Левченко, В. Н. Выбор оптимальных вариантов инженерных решений [Текст] : учеб. пособие / В. Н. Левченко, Н. С. Летников; Выпуск межведомственной литературы Минвуза УССР. – Киев : [б. и.], 1990 – 80 с.
6. Левченко, В. М. Удосконалення проектних рішень і оцінка ефективності проектів промислових будівель [Текст] : навчальний посібник / В. М. Левченко, Д. В. Левченко ; Міністерства освіти і науки України. – Макіївка : ДонНАБА, 2004. – 310 с.
7. Сарычев, В. С. Эффективность унификации объемно-планировочных и конструктивных решений промышленных зданий [Текст] / В. С. Сарычев, И. Л. Апарин // Экономическая эффективность капитальных вложений и внедрения новой техники в строительство. – М. : Стройиздат, 1985. – 269 с.

Получено 17.12.2018

В. М. ЛЕВЧЕНКО, В. Ф. КИРИЧЕНКО, О. О. ЧИПИЖКО, Ю. О. КРАВЧЕНКО ВИБІР БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ ЗІСТАВЛЕННЯ І УМОВИ ЇХ ПОРІВНЯНОСТІ

ДОНУ ВПО «ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. У статті розглядаються питання, пов'язані з вибором варіантів комплексних конструктивних рішень або окремих конструкцій на основі техніко-економічних показників запропонованих варіантів поряд із показниками прогресивних рішень. Аналізуються умови порівняності й вплив на них різних факторів (вплив маси конструкцій, температурних деформацій, урахування зв'язків у будинку або споруді, вплив особливостей кріплення конструкцій, ступені вогнестійкості й електропровідності конструкцій). Складність техніко-економічної проблеми з вибором оптимального варіанта конструкцій полягає в тому, що істотний вплив виявляють не тільки вищепераховані фактори, але й у тому числі технічні властивості матеріалу конструкції, тип будинків і споруд, умови їх експлуатації, природно-кліматичні й економіко-географічні особливості районів будівництва.

Ключові слова: ефективність, порівняність, оптимізація, теплопередача, суміжні елементи.

VICTOR LEVCHENKO, VLADIMIR KIRICHENKO, ALEKSANDR CHIPIZHKO, IURI KRAVCHENKO

THE CHOICE OF BUILDING STRUCTURES FOR COMPARISON AND THE CONDITIONS OF THEIR COMPARABILITY

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The paper deals with the problems of choosing alternatives of either integrated design solutions or single structures on the basis of technical and economic indices of the proposed alternatives along with advanced solutions indices. The paper reviews both the compatibility conditions and the effect of various factors on them, such as structural weight, temperature strains, considering structural binding, the effect of specific features of structural bracing, grade of fire resistance and electric conductivity of a structure. The complexity of the technical and economic problem of choosing the optimum alternative of a structure is that not only the above mentioned factors but also technical properties of structural materials, type of buildings and structures, application conditions, nature and climate features as well as economic and geographical features of construction areas are to be taken into account.

Key words: efficiency, compatibility, optimization, thermal transfer, abutting members.

Левченко Виктор Николаевич – кандидат технических наук, профессор; проректор по научно-педагогической и воспитательной работе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Кириченко Владимир Федорович – старший преподаватель кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Чипижко Александр Александрович – магистр ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Кравченко Юрий Александрович – магистр ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Левченко Віктор Миколайович – кандидат технічних наук, професор; проректор з науково-педагогічної і виховної роботи ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Кириченко Володимир Федорович – старший викладач кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Чипижко Олександр Олександрович – магістр ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Кравченко Юрій Олександрович – магістр ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Levchenko Victor – Ph. D. (Eng.), Professor, Vice-rector in education and pedagogic activities, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, chancellor's office. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Kirichenko Vladimir – senior lectures, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Chipizhko Aleksandr – Master, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Kravchenko Iurii – Master, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.