

ИННОВАЦИОННЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Жаданов В.И., Инжутов И.С.

Оренбургский государственный университет, г. Оренбург
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Современный уровень развития России предопределяет необходимость крупномасштабного расширения строительства зданий и сооружений, как в жилищном секторе, так и в области возведения производственных зданий различного назначения. При расходовании на нужды строительства огромных объемов материальных и энергетических ресурсов повышение эффективности их использования приобретает существенное значение и становится важной народнохозяйственной проблемой. Такое повышение может быть достигнуто за счет увеличения уровня индустриализации и степени заводской готовности строительных конструкций и деталей, расширения практически полносборного строительства и монтажа зданий и сооружений из прогрессивных конструкций, применения новых видов материалов и изделий / 1, 2, 3 /.

Комплексный обзор научно-технической и патентной литературы с глубиной поиска 50 лет в области разработки новых типов строительных конструкций позволил авторам сформулировать основные направления их инновационного совершенствования применительно к зданиям и сооружениям жилого, промышленного и общественного назначения.

1. Разработка конструктивно-технологических систем, обеспечивающих максимальное уменьшение массы зданий. Такой эффект наиболее эффективно достигается путем совмещения в конструкциях несущих и ограждающих функций за счет включения в общую работу конструкций элементов ограждений, решения задач их оптимизации, применения высокоэффективных легких утеплителей и т.п. Снижение массы всех несущих конструкций уменьшает стоимость их транспортировки, устройства для них фундаментов, снижает трудоемкость и стоимость монтажа, при этом сокращаются сроки строительства.

Как пример можно привести разработки авторов в области совмещенных клефанерных плит покрытия «на пролет» и стеновых панелей шириной 1,5 м и 3,0 м с обшивкой, включенной в общую работу конструкции / 4 /. Предложенные конструкции позволяют перекрывать пролеты от 9,0 до 24,0 м, при этом нагрузка от собственного веса плит или панелей не превышает $0,5 \text{ кН/м}^2$ (соответствующий показатель у железобетонных конструкций равен $2,0 \dots 3,2 \text{ кН/м}^2$). Конструктивный прием включения обшивки в общую работу плиты или панели позволяет увеличить геометрические характеристики поперечного сечения на $20 \dots 60\%$ в зависимости от размеров конструкции, количества основных ребер и толщины обшивки.

За счет легкости конструкций в малоэтажных деревянных зданиях открывается возможность применения экономичных фундаментов небольших размеров: ленточных мелкозаглубленных, металлических винтовых или

железобетонных буровых свай и т.п., что позволяет дополнительно сократить сроки возведения проектируемых объектов / 5 /.

2. Внедрение в практику строительства конструкций с максимальной степенью заводской готовности, готовых к монтажу и укомплектованных соединительными деталями, что позволяет резко сократить количество рабочих на строительной площадке и повысить качество строительно-монтажных работ.

Например, конструкции совмещенных клефанерных плит и панелей с односторонней обшивкой на деревянном каркасе / 6 / имеют практически 100% заводскую готовность. На строительную площадку они поставляются с утеплителем и с наклеенным одним слоем рулонного гидроизоляционного материала, при этом за один подъем крана перекрывается от 18,0 до 72,0 м² покрытия или от 9,0 до 18,0 м² стенового ограждения. После монтажа требуется лишь заделка швов между отдельными конструкциями и устройство дополнительных двух-трех гидроизоляционных слоев в покрытии.

3. Применение наружных ограждающих систем с высокими теплотехническими свойствами и герметичными стыками при значительных температурных деформациях. Теплотехнические свойства ограждений следует определять исходя из минимума капитальных и эксплуатационных затрат, основными из которых являются затраты на отопление. Стыки конструкций должны сохранять свою целостность при больших перепадах температур, как в межсезонный период, так и в течение суток.

4. Разработка конструктивных решений стыков и узлов соединения элементов здания с минимальной трудоемкостью их устройства / 7 /. Это направление особенно актуально в районах, ощущающих дефицит рабочей силы и отличающихся суровыми климатическими условиями строительства.

5. Технологическая унификация и возможность производства на существующих заводах. Конструкции различного назначения и формы должны быть унифицированы по технологическим качествам, что будет обеспечивать изготовление их элементов и последующую сборку на технологических линиях без существенной их переналадки и переоснастки. Наличие относительно ограниченного сортамента из серийно изготавливаемых промышленностью унифицированных элементов дает возможность в кратчайшие сроки создавать самые различные конструктивные решения и архитектурные формы любых жилых и производственных зданий, осуществлять строительство с меньшими затратами.

Технологическая унификация обеспечит возможность серийного поточного высокоскоростного производства и строительства экономичных зданий и сооружений, ведь сделать товар качественным и дешевым можно только по «массовым» технологиям. Ярким примером этому могут служить автомобили, компьютеры, видеомэгафоны, фотоаппараты и т.п., которые, являясь конструктивно очень сложными изделиями, стали доступными миллионам граждан из-за низких цен, полученных благодаря конвейеру, а снижение стоимости каждого квадратного метра жилых домов и

производственных зданий на сегодняшний день одна из главных задач, которые стоят перед строительной отраслью России.

По данному направлению авторами предложена конструкция стеновой панели / 5 /, которая может быть изготовлена на тех же технологических линиях, что и плиты покрытия или перекрытия. Тем самым достигается выпуск полного комплекта несущих и ограждающих конструкций на жилой дом или объект производственного назначения.

6. Разработка строительных конструкций с учетом принципа региональности. Фактор региональности обуславливает необходимость изучения спроса потребителей на тот или иной вид конструкции (материалы, генеральные размеры, вид конструктивной схемы), а также уровня строительной индустрии и сложившегося соотношения цен на различные материалы.

7. Использование принципов пространственности работы и совмещения функций. Пространственность работы достигается за счет включения отдельных элементов (обшивок, вспомогательных ребер) в общую работу конструкции. При этом в отдельных элементах целесообразно сочетать различные функции. Например, в железобетоне плиты КЖС, в металле пространственные конструкции, в дереве – совмещенные плиты покрытия и панели стен.

8. Простота конструктивной формы здания, которая достигается путем использования в соединениях наиболее технологичных и надежных креплений, уменьшения количества узлов и простоты их выполнения, обеспечения работы элементов конструкции на усилия одного знака.

9. Эффективное использование свойств применяемых материалов. Это направление, в основном, хорошо реализуется при разработке комбинированных конструкций (металлодеревянных, сталебетонных, деревометаллических, деревобетонных).

Несомненно, что при разработке новых типов строительных конструкций и конструктивно-технологических систем должна быть обеспечена максимальная степень эксплуатационной надежности, которая может быть достигнута за счет разработки эффективных алгоритмов расчета, позволяющих адекватно оценить фактическое напряженно-деформированное состояние новых типов конструкций, в том числе с учетом включения отдельных элементов в общую работу системы. Также должна быть гарантирована максимальная долговечность отдельных конструкций и зданий в целом, которая достигается за счет специальных конструктивных мероприятий и химической защитой.

Немаловажным фактором является и экономическая эффективность строительных конструкций. Реализация этого требования может быть достигнута как за счет широкого использования методов оптимизации, ориентированных на нахождение наилучших вариантов из множества альтернатив и обеспечивающих снижение расхода материалов как на отдельные конструкции, так и на здание или сооружение в целом.

За последнее десятилетие можно отметить следующие основные реализованные направления совершенствования строительных конструкций.

В области железобетонных конструкций:

- применение высокопрочных бетонов;
- применение облегченных бетонов;
- применение неметаллической арматуры в зданиях и сооружениях;
- разработка совмещенных конструкций типа плит КЖС и пространственных элементов на их основе;
- монолитное домостроение;
- использование современных строительных систем, сочетающих в себе преимущества монолитного и сборного железобетона (например «Куб-2,5»);
- разработка комбинированных конструкций в сочетании с другими конструкционными материалами.

В области металлических конструкций:

- применение высокопрочных сталей, не подверженных практически коррозии;
- применение гофрированных и перфорированных профилей;
- разработка новых типов пространственных конструкций;
- разработка комбинированных конструкций в сочетании с другими конструкционными материалами.

В области деревянных и пластмассовых конструкций:

- применение клееной и обработанной цельной древесины;
- разработка новых типов совмещенных конструкций на основе современных листовых материалов типа OSB, LVL, стекломагнезиты и т.п.;
- применение новых типов соединений;
- малоэтажное домостроение по различным технологическим системам;
- применение блочных, сборно-разборных и мобильных зданий;
- разработка комбинированных конструкций в сочетании с другими конструкционными материалами.

Список литературы

1. Енджиевский, Л.В. *Комбинированные из стали, бетона, дерева пространственные конструкции блочного типа: уч. пособие* / Л.В. Енджиевский, П.А. Дмитриев. - Красноярск: ИПК ОГУ, 2008. – 331 с. ISBN 978-5-7410-0742-6.

2. Канчели, Н.В. *Строительные пространственные конструкции* / Н.В. Канчели. – М.: АСВ, 2003. – 212 с.

3. Стоянов, В.В. *Современные строительные конструкции из металла, дерева и пластмасс* / В.В. Стоянов. – Одесса: ООО «Внеширекламсервис», 2007. – 74 с.

4. Жаданов, В.И. *Большеразмерные совмещенные плиты из клееной древесины и пространственные конструкции на их основе: монография* / В.И. Жаданов, Г.И. Гребенюк, П.А. Дмитриев // Оренбург: ИПК ГОУ ОГУ, 2007. – 209 с.

5. Жаданов, В.И. Совмещенные конструкции ребристых плит на основе древесины для покрытий и стеновых ограждений зданий и сооружений / В.И. Жаданов // Вестник ОГУ, 2006. – № 10. – С. 383 – 392.

6. Инжутов И.С. Атлас узловых систем соединения структурных конструкций: уч. пособие / И.С. Инжутов, В.И. Жаданов, С.В. Деордиев. – Красноярск-Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2014. – 50 с. ISBN 978-5-4417-0441-0.

7. Инжутов И.С. Индустриальные конструкции для строительства малоэтажных зданий и сооружений / И.С. Инжутов, В.И. Жаданов. – Красноярск-Оренбург: ООО ИПК «Университет», 2009. – 416 с. ISBN 978-5-7410-0945-1.