

Принципы экономии металла в железобетонных конструкциях

А. В. Шилов, В. А. Погорелов, А. А. Теняков
Донской государственной технической университет

Аннотация: Рассматривается вопрос об экономии металла при производстве строительных конструкций. Предлагаются меры по организации эффективного производства в актуальных на сегодняшний день проектах высотных и большепролетных зданий. Рассматриваются меры повышения эффективности строительства.

Ключевые слова: организация строительства; экономика строительства, производство строительных материалов.

Для увеличения экономии металла в многопролетных зданиях целесообразно объединять отдельные поля в неразрезную плиту, ограниченную размерами температурного блока. В соответствии с эпюрой изгибающих моментов и поперечных сил структуру по площади рекомендуется разбивать на ряд зон. В пределах каждой зоны следует принимать одинаковое сечение по проекту.

Сокращению расхода металла способствует также создание разгружающих консолей, размер которых принимается из условия равенства максимальных положительных и отрицательных изгибающих моментов[1].

Для многопролетных производственных зданий с редкой сеткой колонн структурные плиты целесообразно опирать на стержневые капители колонн. При стесненности внутреннего габарита помещений можно применять скрытую капитель, совмещенную с раскосами структуры.

В практике промышленного строительства за рубежом известны следующие примеры формирования структурных плит[1].

1. Из длинноразмерных плоских ферм (являющихся отправочными марками) устанавливаемых наклонно и объединяемых в структурную плиту с помощью линейных элементов.

Известны различные варианты такого решения. В одном из них фермы надпиляются под одним углом, образуя пояса структуры одного направления и соответственно решетку, идущую одним углом.

Известны различные варианты такого решения. В одном из них фермы устанавливаются под одним углом, образуя пояса структуры одного направления и соответственно решетку, идущую под одним углом. Пояса и решетка же других устанавливаемых наклонно и объединяемых в структурную плиту с помощью линейных элементов [2,3].

Известны различные варианты такого решения. В одном из «их фермы устанавливаются под одним углом, образуя пояса структуры одного направления и соответственно решетку, идущую под одним углом. Пояса и решетка же другого направления, идущие под другим углом, создаются короткими доборными элементами.

Имеются случаи установки ферм под углом друг к другу (змейкой). При этом пояса ортогонального направления комплектуются длинноразмерными линейными элементами.

Иногда плоские раскосные или безраскосные фермы располагаются горизонтально, образуя поясную сетку. Решетка образуется доборными элементами из открытых и замкнутых профилей [3,5-7].

2. Из длинноразмерных пространственных ферм треугольного или трапецеидального поперечного сечения, объединяемых в структурные плиты поперечными линейными элементами большой длины и короткими доборными элементами. Для этих структур применяются как открытые уголкового сечения, так и круглые трубы.

3. Из отдельных пирамид, вершины которых объединяются с помощью плоских треугольников, образующих в сборе одну поясную сетку. Основания пирамид соединяются под углом, образуя вторую поясную сетку.

К разновидности такого решения можно отнести, например, устройство поясов ортогональной сетки стержнями [1,7].

Для соединения элементов, идущих не в плоскости фермы, предусматриваются небольшие фасонки, масса которых невелика.

Сборка отдельных элементов в пирамиду также выполняется в заводских условиях путем сварки на фасонках располагаемых в вертикальном или горизонтальном положении [2, с.4-6; 3, с.36].

При монтаже эти фасонки соединяют друг с другом с помощью сварки или двух чашеобразных штампованных или литых дисков, фиксирующих прижимным болтом углы соединяемых пирамид. Такое соединение применяют в конструкциях покрытий производственных зданий сравнительно небольших пролетов.

При поэлементной сборке трубчатых структурных плит используют монтажную сварку на полых шарах и разнообразные по конструктивному решению сборно-разборные соединения [4, с.79; 5, с.27; 6; 7; 8, с.172].

При больших пролетах и тяжелых нагрузках на покрытия за рубежом отдается предпочтение сварным узлам, а при сравнительно небольших пролетах и малых нагрузках чаще применяют сборно-разборные узлы, позволяющие сократить затраты времени и труда на монтаже.

Полый шар для соединения элементов структур обычно имеет диаметр, равный 1,5 — 2 диаметрам грубы, и толщину стенки 1/30 диаметра трубы. Шар сваривается из двух штампованных полушарий на специальном кольце, повышающем устойчивость стенок шара. Требуемая устойчивость стенок шара достигается пересечением его одним из поясов структуры. На устройство шаровых соединений в среднем расходуется до 20% металла.

Более ранним вариантом сборно-разборного соединения пространственно расположенных элементов является соединение на листовых фасонках 4-угольной, 6-угольной или круглой формы, к которым

перпендикулярно их плоскости привариваются четыре (при ортогональных поясах) или три (при гексагональной решетке) листа для присоединения раскосов. В этом случае концы трубчатых стержней сплющиваются и на высокопрочных болтах присоединяются к фасонкам [9-12]. На изготовление таких фасонки расходуется 20—25% массы металла, требуемого для иных конструктивных форм.

Техническим условиям на широко используемую сталь А201. Сварная характеристика этих сталей достаточно высока. Однако спецификации на сорта допускают высокое содержание углерода особенно для толстолистовой стали.

Потому при неблагоприятных условиях, таких например, как высокая степень сжатия в соединениях или низкая температура металла во время сварки, существует опасность возникновения трещин. Данные по этим материалам приведены в таблице.

В последние годы повышенные требования проектирования привели к разработке и внедрению высокопрочных закаленных и отпущенных легированных сталей с пределом текучести порядка 7000 кг/см^2 .

Рассматриваемые материалы обладают превосходной свариваемостью, и поэтому используются для сложных работ, выполняемых на строительной площадке. Однако следует помнить, что эти стали требуют особого подогрева и контроля влажности электродов, и, следовательно, более тщательного, чем низкопрочные углеродистые стали, общего надзора над сваркой.

Следует отметить, что этот принцип можно использовать и для создания высокоэффективных узлов плоскостных конструкций, в том числе таких, у которых часть элементов выполняется из прокатных профилей.

Литература

1. Бердичевский Г.И., Светов А.А., Курбатов Л.Г., Шикун Г.А.
-

Сталефибробетонные ребристые плиты размером 6 х 3 м для покрытий. Бетон и железобетон. 1984, № 4. с. 33-34.

2. Вальт А.Б., Кучин В.Н. Прочность бетонов на растяжение. М., "Бетон и железобетон", 1993. № 4. с.4-6

3. Долголаптев В.М. Напряженно-деформированное состояние изгибаемых бетонных элементов, армированных стеклянными стержнями. Автореф. дисс. канд. техн. наук, Киев, 1991. – 48 с.

4. Колбаско Э.Б., Кусов Д.А., Гребенщиков О.В. Надежность и долговечность железобетонных конструкций, армированных базальтовым волокном. В сб. "Реализация научно-технических достижений – основа совершенствования сельского строительства". Ростов-на-Дону, СКВКВНИПИАгропром, 1986. – с.79-85

5. Литвинов Р.Г. Стабилизация развития трещины в изгибаемых железобетонных элементах. М., "Бетон и Железобетон", 1993, № 6, с.27-31.

6. Михайлов В.В. Расчет прочности нормальных сечений изгибаемых элементов с учетом полной диаграммы деформирования бетона. М., "Бетон и железобетон", 1993, № 3, с.26-30.

7. Маилян Р.Л., Маилян Л.Р., Шилов А.В., Абдаллах М.Т. Изгибаемые элементы из керамзитобетона с высокопрочной арматурой без преднапряжения и при частичном преднапряжении. Известия высших учебных заведений "Строительство". Изд-во Новосибирской академии строительства, 1995, №12, с. 19.

8. Маилян Л.Р., Шилов А.В., Абдаллах М.Т. Работа конструктивного керамзитобетона и балок с преднапряженной и ненапрягаемой арматурой. В кн. эффективные технологии и материалы для стеновых и ограждающих конструкций (Материалы международной научно-технической конференции 12-15 декабря РГАС), Ростов-на-Дону, 1994. – с.169-177

9. Новикова В.Н., Николаева О.М. К вопросу о продолжительности функционирования строительной организации. Динамический аспект // Инженерный вестник Дона, 2015. № 3. - URL:ivdon.ru/uploads/article/pdf/ivd_57_Novikova.pdf_0def28790e.pdf

10. Белоусов И.В., Шилов А.В., Меретуков З.А., Маилян Л.Д. Применение фибробетона в железобетонных конструкциях // Инженерный вестник Дона, 2017. № 4. - URL:ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4421

11. Di-Hua Tong, Xue-Ren Wu, Analysis of crack opening stresses for center and edge crack tension specimens, Chinese Journal of Aeronautics, 2014, № 27, pp.291-298.

12. C. Fischer, C. Schweizer, T. Seifert, A crack opening stress equation for in phase and out-of-phase thermo mechanical fatigue loading , International Journal of Fatigue, 2016, № 88, pp.178-184.

References

1. Berdichevskij G.I., Svetov A.A., Kurbatov L.G., Shikunov G.A. Beton i zhelezobeton. 1984, № 4. pp. 33-34.

2. Val't A.B., Kuchin V.N. M., "Beton i zhelezobeton", 1993. № 4. pp.4-6

3. Dolgolaptev V.M. Naprjazhenno-deformirovannoe sostojanie izgibaemyh betonnyh jelementov, armirovannyh stekljannymi sterzhnjami. [Stress-strain state of bent concrete elements reinforced with glass rods]. Avtoref.diss. kand.tehn.nauk, Kiev, 1991, 48p.

4. Kolbasko Je.B., Kusov D.A., Grebenshnikov O.V. V sb. "Realizacija nauchno-tehnicheskikh dostizhenij – osnova sovershenstvovanija sel'skogo stroitel'stva". Rostov-na-Donu, SkvkavNIPIagroprom, 1986, pp.75-85.

5. Litvinov R.G. M., "Beton i Zhelezobeton", 1993, № 6, p.27-31.

6. Mihajlov V.V. M., "Beton i zhelezobeton", 1993, № 3, p.26-30.

7. Mailjan R.L., Mailjan L.R., Shilov A.V., Abdallah M.T. Izvestija



vysshih uchebnyh zavedenij "Stroitel'stvo". Izd-vo Novosibirskoj akademii stroitel'stva, 1995, №12, p. 19.

8. Mailjan L.R., Shilov A.V., Abdal-lah M.T. V kn. jeffektivnye tehnologii i materialy dlja stenovyh i ograzhdajushhih konstrukcij (Materialy mezhdunarodnoj nauchno-tehnicheskoy konferencii 12-15 dekabrja RGAS), Rostov-na-Donu, 1994, pp.169-177.

9. Novikova V.N., Nikolaeva O.M. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2015. № 3. URL:ivdon.ru/uploads/article/pdf/ivd_57_Novikova.pdf_0def28790e.pdf

10. Belousov I.V., Shilov A.V., Meretukov Z.A., Mailjan L.D. Inženernyj vestnik Dona (Rus). 2017. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4421

11. Di-Hua Tong, Xue-Ren Wu. Chinese Journal of Aeronautics, 2014, № 27, pp.291-298.

12. C. Fischer, C. Schweizer, T. Seifert, International Journal of Fatigue, 2016, № 88, pp.178-184.