

УДК 69.057 + 693.554.22

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ ПОТОКОВ НА ЖЕСТКОСТЬ МНОГОЭТАЖНЫХ КАРКАСОВ В ПРОЦЕССЕ ВОЗВЕДЕНИЯ

К.О. Семенов

В статье рассматриваются основные сложности, препятствующие интенсификации процессов возведения многоэтажных каркасных зданий. Дается оценка влияния некоторых организационно-технологических решений на скорость и безопасность строительно-монтажных работ.

Ключевые слова: каркасы, усилия, последовательность монтажа, строповка, податливость узлов.

Современное строительство уходит от типовых унифицированных решений к индивидуальным проектам. Все чаще вместо сборных конструкций используется монолитный железобетон. Это приводит к снижению степени индустриализации строительно-монтажных работ. Перенос основных технологических процессов на стройплощадку негативно сказывается как на стоимости строительства, так и на качестве самой продукции.

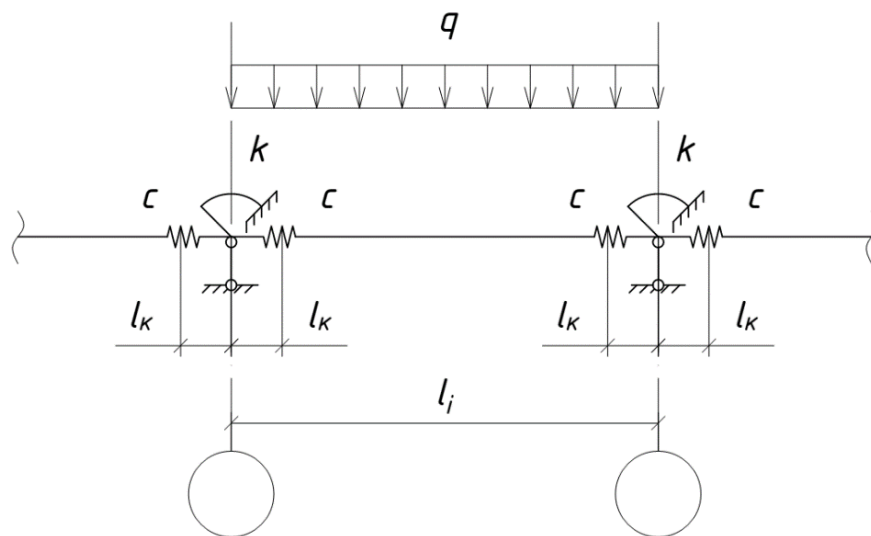
Основными направлениями интенсификации бетонных работ являются раннее нагружение и ускорение набора прочности [1–4], но они хоть и снижают потери времени на технологические перерывы, не могут решить данную проблему полностью. Современные технологии монолитного железобетона практически достигли предела скорости, принципиально определяющегося свойством бетона набирать прочность с течением времени. Избежать технологических перерывов позволяет использование каркасно-монолитной технологии, при которой монтажные нагрузки воспринимает сборный металлический или железобетонный каркас, а монолитное перекрытие может набирать прочность параллельно с его монтажом.

Поскольку второй по величине (после стоимости материалов) частью прямых затрат на строительство является стоимость эксплуатации машин и механизмов, включая заработную плату машинистов, основные цели оптимизации организационно-технологических решений по монтажу можно сформулировать следующим образом:

- 1) монтаж каркаса должен быть ведущим потоком;
- 2) расстроповка конструкций должна производиться сразу же после временного закрепления конструкции, обеспечивающего восприятие всех монтажных нагрузок;
- 3) конструкции должны монтироваться максимально укрупненными блоками, масса которых должна быть близка к грузоподъемности крана.

Сложность определения достаточной для восприятия монтажных нагрузок несущей способности элементов каркаса и их соединений состоит в том, что в период возведения расчетная схема здания не соответствует проектной. Ранее [5] было показано, что с достаточной точностью утверждать о соответствии реальной схемы проекту можно только при отставании бетонирования перекрытий от монтажного горизонта на два и более этажа. При этом должны параллельно возводиться все пролеты, если их количество менее 5, или 5 пролетов при большем их количестве. Для поэтажного деления на захватки это означает шаг потока, равный утроенной продолжительности монтажа одного этажа, что совершенно неприемлемо с точки зрения оптимизации календарного плана по времени.

Уменьшение шага потока возможно при начале бетонирования с отставанием от монтажа на 1–2 захватки. При этом необходимо учесть снижение жесткости нагружаемого уровня. В зависимости от типа соединений конструкций также может потребоваться учет податливости.



Расчетная схема горизонтального элемента каркаса

Расчетная схема одного пролета ригеля для общего случая показана на рисунке. В зависимости от числа, расположения и степени натяжения болтов в соединениях металлоконструкций коэффициент податливости может принимать значения от 0 до ∞ . Вследствие относительно больших монтажных допусков соединения на накладках на болтах без контроля натяжения следует считать шарнирными на стадии монтажа. При этом, поскольку накладки по полкам не включаются в работу до достижения балкой определенных прогибов, достигаемых только при нагрузках больше монтажной, их можно устанавливать после расстроповки на этапе устрой-

ства проектного соединения. Для временного соединения достаточно установить болты только по стенке в количестве, необходимом для восприятия собственного веса элемента и нагрузок, возникающих вследствие монтажа.

Коэффициент жесткости узла k оказывает влияние на напряженно-деформированное состояние элементов только при достаточно жестких соединениях (фланцевое, сварное). При делении здания на захваты менее одного этажа возможно бетонирование сразу по монтажному горизонту. В этом случае жесткость узлов минимальна и определяется только жесткостью нижерасположенных колонн. Считаем, что на этаж ниже колонна имеет закрепление в пределах от идеально шарнирного до идеально жесткого. Тогда с ошибкой не более 12,5 % можно утверждать, что:

$$k_{\text{нижн.}} = 3,5 \frac{(EI)_{\text{э}}^{\text{нижн.}}}{h_{\text{э}}^{\text{нижн.}}}, \quad (1)$$

где $(EI)_{\text{к}}$ – жесткость нижерасположенной колонны, $h_{\text{э}}^{\text{нижн.}}$ – высота нижележащего этажа.

Отставание потока бетонирования от потока монтажа увеличивает жесткость узлов k . При вынесенном узле опирания металлической балки на консоль колонны на накладках ненагруженные верхние этажи здания нельзя принимать в расчете жесткими из-за наличия зазоров и допусков, препятствующих своевременному включению в работу всех болтов. В этом случае дополнительная жесткость не будет превышать:

$$k_{\text{верхн.}} \leq 3 \frac{(EI)_{\text{к}}^{\text{верхн.}}}{h_{\text{э}}^{\text{верхн.}}}, \quad (2)$$

где обозначения величин аналогичны соответствующим в формуле (1).

Повышение жесткости каркаса увеличивает опорные моменты балок, на которые следует рассчитывать малодеформативные временные соединения. Для сильнодеформативных соединений расчет не имеет смысла, поскольку момент на стадии монтажа они воспринимать практически не могут.

Для верхних этажей здания жесткость узлов определяется только нижележащей частью, поэтому для сокращения сроков строительства начало работ по бетонированию можно производить с минимальным отставанием от монтажа. При этом время бетонных работ на одной захватке сокращается таким образом, чтобы начало потока бетонирования совпадало с окончанием монтажа необходимого количества этажей. Безопасность работ путем пространственного непересечения в плане работающих бригад в те дни, когда догоняющая монтажников бригада бетонщиков начинает идти с отставанием в целое число этажей, производится путем перестановки двух соседних захваток в потоке бетонирования.

Таким образом, интенсификации процессов монтажа каркасов сборно-монолитных многоэтажных зданий препятствуют недостаточная изученность вопроса фактической жесткости временных соединений, вследствие чего постановка болтов в соответствии с допущениями [6] может привести к обрушениям строящихся зданий. Уменьшение шага потока снижает жесткость каркаса на этапе монтажа, и поэтому может применяться в ограниченном числе случаев. Безопасным путем сокращения сроков строительства является некоторый отход от принципа поточности с выделением в отдельный поток монтажа части каркаса без нескольких первых этажей.

Библиографический список

1. Головнев, С.Г. Технология ускоренного возведения многоэтажных зданий из монолитного бетона / С.Г. Головнев, Л.А. Беркович // Академ. вестник УралНИИПроект РААСН. – 2009. – № 1. – С. 75–77.
2. Коваль, С.Б. Раннее нагружение бетона в условиях различной влажности / С.Б. Коваль, М.В. Молодцов // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2011. – Вып. 12. – № 16 (233). – С. 15–17.
3. Головнев, С.Г. Технология зимнего бетонирования. Оптимизация параметров и выбор методов / С.Г. Головнев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1999. – 156 с.
4. Байбурун, А.Х. Раннее нагружение монолитных конструкций многоэтажных гражданских зданий в зимних условиях: дис. ... канд. техн. наук / А.Х. Байбурун. – Челябинск, 1992. – 211 с.
5. Семенов, К.О. Метод упрощенной оценки усилий в металлических каркасах в процессе монтажа / К.О. Семенов // Строительство и экология: теория, практика, инновации. Сборник докладов I Международной научно-практической конференции. – Челябинск: Изд-во «ПИРС», 2015 – С. 116–118.
6. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. – М.: Минрегионразвития РФ, 2012. – 161 с.

[К содержанию](#)