

## **ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СКОРОСТНОГО ВОЗВЕДЕНИЯ ЗДАНИЙ ИЗ МОНОЛИТНОГО ЖЕЛЕЗОБЕТОНА (ПОТОЧНОЕ ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ)**

*К.А. Мамис*

Рассмотрена организация строительного процесса в скоростном режиме поточным методом. Произведен примерный расчет времени строительства этажа при выполнении монолитных работ поточным методом. Произведен примерный расчет экономической выгоды при организации строительства поточным методом. Определены преимущества выполнения строительных работ поточным методом.

Ключевые слова: организационно-технологические основы; поточное производство работ; ритмичный строительный поток.

Практика показывает, что на сегодняшний день основная тенденция развития современной строительной отрасли связана с расширением применения монолитного железобетона. В связи с этим возрастает объем монолитного домостроения, появляется необходимость снижения трудоемкости и стоимости строительства. Основными направлениями для достижения этого, представляется переход на скоростное монолитное домостроение (далее – СМД), а также совершенствование основ технологии производства опалубочных, арматурных, бетонных работ и организации строительного потока [1, 2, 3, 5].

Степень эффективности железобетонных работ неразрывно связана с календарными сроками и графиком выполнения работ, отражающим последовательность и взаимоувязку различных строительных процессов [1, 4, 5]. Так, звено бетонщиков, приступая к бетонированию, должно найти подготовленный фронт работы: начать укладку бетонной смеси можно лишь только после установки арматуры и опалубки на проектной отметке. Только при таком условии можно работать без простоев. Для достижения этой цели, монолитные работы должны выполняться поточным методом. При этом в СМД наиболее эффективными представляются равноритмичные строительные потоки.

При организации и расчете строительного потока определению подлежат такие параметры потока, которые с учетом рациональной технологии и организации работ на объекте обеспечивают его строительство в пределах нормативной продолжительности, непрерывную загрузку ресурсов (бригад, машин, механизмов) и непрерывность ведения строительного-монтажных работ [4, 5, 7, 8].

Основной задачей оптимизации потока для СМД является сокращение продолжительности строительства, которое обеспечило бы наиболее производительное использование рабочих и механизмов за счет насыщения фронта работ максимальным количеством ресурсов. При этом все расчеты должны базироваться на реальном количестве ресурсов, которые могут быть выделены соответствующими строительными организациями для выполнения объема работ по потоку.

Проектирование поточного производства работ для конкретного объекта должны включать следующие основные действия:

- выделение монтажных зон – частей здания, близких между собой по конструкциям, планировке, этажности, объемам работ и технологии возведения (при строительстве здания большой протяженности);

- расчленение сложных работ, выполняемых в каждой монтажной зоне, на простые процессы, по возможности равной трудоемкости;

- установление целесообразной последовательности процессов возведения объекта и соединение взаимосвязанных процессов в общий совокупный поток. Такое расчленение работ и связка процессов служит предпосылкой непрерывности - одного из важных факторов скоростной организации производства;

- установление необходимого оснащения бригад рабочих строительными инструментами, приспособлениями, что должно обеспечивать высокопроизводительное выполнение закрепленных за бригадами процессов.

При организации и расчете строительных потоков необходимо уделять внимание их технологической увязке. Технологическую увязку потоков выполняют исходя из следующих условий:

- работу на каждой последующей захватке начинают с интервалом, равным шагу потока;

- на одной захватке может работать одна бригада (звено) или несколько бригад с одинаковым ритмом;

- размер каждой захватки (фронт работы) остается неизменным для всех видов работ, выполняемых на захватке;

- после выполнения всего комплекса работ на одной захватке работы на каждой из последующих захваток заканчивают не позднее чем через интервал, равный шагу потока.

Проектирование поточного производства работ неразрывно связано с типами конструкций и качеством их изготовления.

При устройстве монолитных железобетонных конструкций необходимо руководствоваться строительными нормами и правилами (СНиП) и требованиями проекта производства работ (ППР) [13, 14, 15]. Качество выполнения опалубочных, арматурных и бетонных работ определяют общий технологический уровень возведения конструкций, его надежность и долговечность. Использование современных технологий и организации труда, средств комплексной механизации способствуют повышению качества работ и сокращению сроков возведения конструкций.

Как правило, при выполнении монолитных железобетонных работ, возводятся следующие конструкции:

- фундаментная плита, или ростверк;
- колонны или пилоны;
- стены, парапеты;
- балки или ригели;
- перекрытия.

Объем фундамента (монолитная железобетонная плита толщиной 0,6...0,8 м) жилых точечных 22...25 этажных зданий составляет 8...12 % от общего объема бетона, а трудоемкость работ 8...10 %.

Возведение подземной части здания (фундаментной плиты или ростверка) обычно представляет собой отдельный поток. Количество захваток и объемы работ на захватках при этом чаще всего отличаются от принятых для надземной части (в том числе для подземных этажей). Число рабочих при возведении фундаментной плиты должно составлять 24...27 чел.

Для организации поточного ведения работ при изготовлении основных монолитных железобетонных конструкций подземных этажей и надземной части здания целесообразно эти конструкции объединить в две группы: устройство вертикальных и горизонтальных конструкций. В самостоятельный поток также выделить работы по изготовлению лестничных маршей и площадок.

Для поточного возведения зданий в скоростном режиме приемлемы существующие методы организации строительных потоков. Однако строительство зданий в условиях СМД имеет свои существенные особенности.

На сроки строительства и безопасность работ существенно влияет правильная организация и определение монтажных зон. Монтажной зоной обычно считается площадь строящегося здания, находящаяся под обслуживанием одного монтажного крана. Площадь здания точечного типа представляет собой одну монтажную зону, а для зданий имеющих значительную протяженность в горизонтальном направлении, монтажных зон может быть несколько.

Величина монтажной зоны при скоростном возведении жилых зданий в среднем соответствует 600...1100 м<sup>2</sup>.

Выбор крана осуществляется с учетом возможностей строительной организации и исходя из необходимости обеспечения подачи материалов (карты опалубки, бадьи с бетонной смесью и т.д.) к наиболее удаленной конструкции. Монтажная зона в отдельных случаях может обслуживаться также и двумя кранами. В зависимости от параметров здания (высота, габаритные размеры) и веса перемещаемых грузов целесообразно использовать современные башенные краны.

Разбивку монтажной зоны на захваты возможно выполнять с помощью принципа основывающегося на следующем:

- для организации ритмичного потока без простоев все конструкции делятся на вертикальные (стены, колонны) и горизонтальные (перекрытия);

- основной критерий при делении на захваты – объем бетона, принимаемый на монтажной зоне (под одним краном) за сутки, который зависит от сроков строительства, конструкций, количества опалубки, количества и квалификации рабочих;

- при выборе захваток для вертикальных конструкций необходимо учитывать дальнейшую раскладку элементов опалубки, во избежание лишних переборок, а также обеспечивать фронт работ для дальнейшего устройства горизонтальных конструкций;

- при делении на захваты, необходимо стремиться к тому, чтобы объемы бетона конструкций были примерно одинаковыми;

- каждая следующая захватка перекрытия должна закрывать предыдущую захватку по стенам (колоннам).

При СМД целесообразно использовать технологию возведения конструкций ступенчатым методом, когда стены и перекрытия возводятся на разных монтажных горизонтах (отметках). При этом за один день возводятся одна захватка стен и одна захватка перекрытия.

Разница между смежными монтажными горизонтами при СМД составляет один этаж. При такой технологии объем бетона, укладываемого в конструкцию в сутки под одним краном, по предварительным расчетам составит 95...145 м<sup>3</sup>.

Для организации ритмичного потока, захваты по мере возможности должны быть равновеликими по объемам и трудоемкости. Отклонения трудоемкости процессов между захватками не должны превышать 10...15 %.

При разбивке объекта на захваты и организации работ на монтажных горизонтах, необходимо уделять внимание тому, чтобы было обеспечено удобство доступа рабочих к своим рабочим местам.

Для успешного бесперебойного ведения работ в поточном режиме необходимо комплектовать бригады бетонщиков, арматурщиков, плотников и опалубщиков (монтажников), подбирая их так, чтобы объем выполняе-

мых ими работ на каждом участке-захватке был пропорциональным. Это дает возможность обеспечить планомерный и ритмичный выпуск готовой строительной продукции. В противном случае одна бригада, нагоняя либо опережая другую, не получит достаточного фронта работ, что неизбежно приводит к простоям. Для выполнения каждой из бригад заданного объема работ необходим оптимальный подбор численно-квалификационного состава работников.

Увязки строительного процесса должна выполняться так, что выполнение каждого простого процесса поручается отдельному специализированному звену, которое сохраняя свой неизменный состав, равномерно передвигается по общему фронту работ, переходя с одной захватки на другую, сменяя друг друга, через равные промежутки времени, создавая ритмичный поток. Первое звено всегда выполняет первый по технологической последовательности процесс, последнее – по окончании работы оставляет завершенный конструктивный элемент. На каждой захватке одновременно могут выполняться несколько видов работ, например, опалубочные и арматурные для вертикальных конструкций.

Таким образом, работа может идти одновременно на нескольких захватках и находится на различной стадии готовности.

К примеру, при реализации данной технологии в условиях установившегося потока, во время армирования вертикальных конструкций первой захватки на второй захватке должна начинаться установка опалубки горизонтальных конструкций, а когда на второй захватке производится армирование горизонтальных конструкций, на первой захватке необходимо начинать бетонирование вертикальных конструкций.

Более наглядно, реализация организации строительного ритмичным строительным потоком показана на примере, технологии строительства жилого 22-х этажного монолитного здания точечного типа:

- общая площадь этажа 1100 м<sup>2</sup>;
- проектируемые сроки строительства: сентябрь–декабрь, район строительства г. Москва;
- тип используемого бетона: В30 на ШД500 с добавкой НН [12];
- опалубка разборно-переставная щитовая [9, 10];
- выдерживание бетона в опалубке (в соответствии с технологией производства работ) проводится в течение 2-х суток до достижения прочности 40 %  $R_{28}$  с дальнейшей распалубкой и выдерживанием на стойках переопирания до 70 %  $R_{28}$ , при этом [13]:
  - а) при прочности бетона 40...50 %  $R_{28}$  применяется 100 % стоек;
  - б) при прочности бетона более 50 %  $R_{28}$  стойки можно разредить вдвое (50 %);
  - в) при прочности бетона более 60 %  $R$  стойки можно разредить вчетверо (25 %) или с шагом не более 3 м.

- приняты меры по интенсификации твердения бетона (прогрев);
- основные несущие конструкции вертикальные – стены и пилоны, горизонтальные – безбалочное перекрытие. Процентное соотношение бетона вертикальных и горизонтальных конструкций 40 % и 60 %, общий объем бетона на этаже 372,5 м<sup>3</sup>.

Объем бетона монолитных конструкций надземной части – 8550 м<sup>3</sup>.

Для строительства принят 24 часовой рабочий день в 2 смены по 12 часов с 1 выходным в неделю.

Планирование рабочего времени производится из расчета 90 рабочих дней. В этом случае в сутки следует укладывать 95 м<sup>3</sup> бетона: вертикальные конструкции толщиной 0,22 м–38 м<sup>3</sup>, перекрытия толщиной 0,18 м–57 м<sup>3</sup>.

По предварительному расчету количества опалубки для бетонирования одной захватки вертикальных конструкций необходимо иметь в среднем 420 м<sup>2</sup> опалубки. Для обеспечения бесперебойной организации работ необходимо иметь 840 м<sup>2</sup> стеновой опалубки (2 захватки).

Для устройства перекрытия необходимо иметь 1400 м<sup>2</sup> горизонтальной опалубки (3 захватки).

Общая последовательность работ включает:

а) в дневную смену:

- армирование стен из отдельных стержней;
- установка арматурных каркасов пилонов;
- установка и демонтаж опалубки стен и пилонов;
- установка опалубки перекрытия.

б) в ночную смену:

- армирование перекрытия из отдельных стержней;
- демонтаж опалубки перекрытия;
- бетонирование вертикальных конструкций бадьями и бетонирование горизонтальных конструкций с помощью бетононасоса.

Принципы организации работ в условиях установившегося потока следующие:

- демонтаж опалубки вертикальных конструкций на предыдущей захватке и ее подача на следующую захватку для дальнейшего монтажа. Монтаж опалубки выполняется параллельно с армированием вертикальных конструкций с отставанием на 2 часа;

- на захватке, где производится демонтаж вертикальной опалубки, с небольшим отставанием начинается установка опалубки перекрытия. Завершение установки опалубки перекрытия соответствует началу армирования перекрытия (во время бетонирования вертикальных конструкций);

- после завершения установки вертикальной опалубки начинается бетонирование вертикальных конструкций бадьями, работы по бетонированию перекрытия бетононасосом начинают сразу после завершения бетонирования вертикальных конструкций;

– по окончании бетонирования начинаются работы по выдерживанию и уходу за бетоном. Выдерживание бетона без совмещения с другими работами осуществляется: в течение 8 часов ( в том числе 8 часов в опалубке) для вертикальных конструкций (до начала утренней смены), и в течение 24 часов (48 часов в опалубке) для горизонтальных ( до начала утренней смены следующего дня).

Далее цикл повторяется до окончания монолитных работ. Распределение работ по бригадам следующее:

– звено арматурщиков вертикальных конструкций выполняет вязку арматуры из отдельных стержней и установку арматурных каркасов пилонов;

– звено опалубщиков вертикальных конструкций выполняет и монтаж, и демонтаж вертикальной опалубки;

– звено бетонщиков – бетонирование вертикальных, а затем горизонтальных конструкций (оператор бетононасоса только на бетонировании перекрытия).

По предварительным расчетам организация строительства подобным образом, позволит возводить этаж из монолитного железобетона со скоростью 2–3 дня. В зависимости от эффективности выполнения опалубочных, арматурных и бетонных работ. Традиционная технология с использованием норм времени ЕНиР 1987 года, имеет среднюю скорость возведения этажа – 6 дней [11].

Помимо преимуществ в скорости, данная технологии по предварительным расчетам экономически более выгодна. Стоимость комплекта опалубки под один кран, как правило, в два раза выше стоимости крана (с учетом высокой амортизации опалубки, которая составляет 20 % в год по сравнению с амортизацией крана – 8 %). В связи с этим, возникает необходимость сокращать амортизационные выплаты по арендуемым кранам и опалубке за счет оптимизации и минимизации количества используемой опалубки, повышения ее оборачиваемости и сокращения сроков строительства, что является важной задачей при организации строительства монолитного здания в скоростном режиме.

При экономической оценке вариантов строительства следует учитывать, что на стоимость проекта влияют трудовые ресурсы, используемые машинами и оборудование, материалы, эксплуатационные расходы на строительной площадке. Кроме того, стоимость проекта может возрасти из-за штрафов и простоев.

Таким образом, предварительный подсчет затрат показал:

– затраты на аренду опалубки при СМД сокращаются на 29 % от затрат на аренду опалубки при строительстве по традиционной схеме;

– затраты на аренду башенного крана при СМД сокращаются на 50 % от затрат на аренду башенного крана при строительстве по традиционной схеме;

– затраты на аренду бетононасоса при СМД сокращаются на 26 % от затрат на аренду башенного крана при строительстве по традиционной схеме;

– затраты на оплату труда и стоимость м<sup>3</sup> бетона сопоставимы по двум технологиям.

Учитывая преимущества строительства поточным методом, возможно его использовать в качестве основного при реализации СМД.

#### Библиографический список

1. Амбарцумян, С.А. Основы проектирования и производства опалубочных работ: дис. ... д-ра техн. наук / С.А. Амбарцумян. – Ереван: ЕрАСИ, 1999.
2. Анпилов, СМ. Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное издание / С.М. Анпилов. – М.: Издательство АСВ, 2009. – 280 с.
3. Афанасьев, А.А. Технология строительных процессов / А.А. Афанасьев, Н.Н. Данилов, В.Д. Копылов и др. – М.: Высш. шк., 1999. – 463 с.
4. Афанасьев, В.А. Поточная организация строительства / В.А. Афанасьев. – Л.: Стройиздат, 1990. – 303 с.
5. Данилкин, М.С. Основы строительного производства. Учебник для ВУЗов / М.С. Данилкин, И.А. Мартыненко, С.Г. Страданченко. – Новосибирск: Изд. Феникс, 2011. – 475 с.
6. Красновский, Б.М. Как остывать бетону / Б.М. Красновский // Технологии бетонов. – 2011. – № 4. – С. 58–61.
7. Соколов, Г.К. Технология и организация строительства / Г.К. Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 2013. – 528 с.
8. Теличенко, В.И. Технология строительных процессов / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Лapidус. – М.: Высш. шк., 2007. – 512 с.
9. Опалубка, строительные леса, инженерное сопровождение: справочник PERI. – Германия, 2008. – 303 с.
10. ГОСТ Р 52085-2003 Опалубка. Общие технические условия. – М., 2003.
11. ЕНиР. Сборник Е-4. Выпуск 1. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций. Госстрой СССР. – М.: Стройиздат, 1987.
12. Руководство по применению химических добавок в бетоне. – М.: НИИЖБ Госстроя СССР, 1981.
13. СНиП 23-01-99. Строительная климатология. – М.: ГУП ЦППС, 2004,
14. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. – М.: Стройиздат, 1987.
15. СНиП III. 15-76 Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ. – М.: Стройиздат, 1977. – 127 с.

[К содержанию](#)