

## Производственные факторы, влияющие на процесс возведения монолитных конструкций в зимний период в скоростном режиме

*Р.В. Мотылев<sup>1</sup>, А.Ю. Кагазежев<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, Санкт-Петербург, Россия;*

*<sup>2</sup> Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет, Москва, Россия;*

**Аннотация:** В данной статье выявлены факторы, влияющие на увеличение скорости монолитного строительства многоэтажных зданий и сооружений в зимний период. Установлены организационно-технические решения, которые необходимо учитывать при разработке организационно-технологической документации. Объектом исследования является процесс возведения жилых монолитных зданий в зимний период скоростным методом, предметом исследования – организационно-технические параметры, влияющие на скорость и качество строительных процессов. Практическая значимость данной работы заключается в том, что результаты исследования могут быть использованы для рациональной организации строительного производства его участниками.

**Ключевые слова:** Монолитное строительство, зимнее бетонирование, организационно-технологические решения, скоростное монолитное строительство, организационно-технологический потенциал.

Скоростное монолитное строительство в зимний период сегодня является актуальным направлением в научной области, в связи с увеличением потребности в жилых площадях [1]. Данная технология сегодня имеет множество недостатков в связи со спецификой отрицательных температур и её степени влияния на набор проектной прочности монолитных конструкций. Однако, наиболее сложным является взаимодействие всех этих процессов с необходимыми критериями, являющимися основными при скоростной технологии возведения жилых зданий. Поэтому важно умение заранее предусмотреть всевозможные ситуации при реализации проектов, связанных с возведением жилых зданий в скоростном режиме при отрицательных температурах [2].

Ранее были проведены исследования, в которых были отражены основные шаги, для формирования инструментов, позволяющих оптимизировать все ресурсы организаций для эффективной реализации

---

проекта по скоростной технологии. Необходимо было выявить факторы, влияющие на качественные показатели эффективности возведения монолитных конструкций в зимний период.

Транспортные процессы оказывают ключевое влияние на получение готовой продукции. Выполнение строительно-монтажных работ на площадке без простоев зависит от детального и грамотного процесса разработки графика поставки строительных материалов, а также составления строительного генерального плана, позволяющего правильно отразить места для складирования материалов, и средства для их перемещения. Несоблюдение периода поставки бетонной смеси на строительную площадку может послужить возникновению ряда проблем: холодные швы бетонирования, расслаивание бетона. Для устранения данных последствий снова требуются затраты времени. В связи с этим, возникает необходимость нахождения на стройплощадке оптимального количества транспортных механизмов с обеспечением контроля за их исправностью. В некоторых ситуациях даже приходится задумываться, что будет выгоднее, аренда необходимого количества единиц техники, или же установка бетоносмесительного узла. Также стоит отметить важность сохранения температурных характеристик бетонной смеси в период ее транспортировки от бетонного завода до места производства работ, что требует проведения дополнительных специальных мероприятий.

Теперь перейдем к основным процессам, выполняемым на строительной площадке. Участки бетонирования разбиваются на захватки. Последовательность строительных работ лучше всего вести поточным способом, чтобы при правильной организации рабочего процесса звенья специалистов, выполняющие арматурные, опалубочные и иные работы, не простаивали и всегда были задействованы при производстве работ на захватке.

---

Опалубочные работы являются важным процессом при скоростном монолитном режиме в зимний период. В СП 371.1325800.2017 «Опалубка. Правила проектирования» установлены наиболее эффективные опалубочные системы - применение деревянных балок и ферм.

Использовать деревянную опалубку удобно и экономично, но, если речь идет о скорости производственного цикла, необходимо выбирать материал, который позволяет избежать множество трудозатратных процессов. При появлении алюминиевой и пластиковой опалубки исчезла необходимость обработки бетона от отпечатков деревянной фактуры и других крупных неровностей вследствие деформации древесины, отличительной чертой которой является высокая гигроскопичность (фактор, влияющий на количество циклов применения опалубочных элементов). Более того деревянная опалубка подвергается большему износу при выполнении работ в условиях отрицательных температур окружающей среды.

Одной из проблем, влияющих на скорость возведения монолитных конструкций, является заливка бетонной смеси слоями. Ни дерево, ни алюминий не могут выдерживать такого давления, какое выдерживает сталь. Расчетное сопротивление при сжатии и изгибе стальных конструкций составляет 1000-2200 кгс/см<sup>2</sup>, в свою очередь, расчетное сопротивление древесины клееной равняется 135-180 кгс/см<sup>2</sup>. Благодаря тому, что удерживающая конструкция состоит из нескольких элементов, плотно скрепленных друг с другом, стена получается ровной, а её толщина может достигать внушительных размеров, при этом не придется опасаться за деформацию конструкции. Последующая обработка готовой поверхности минимальна или вообще отсутствует, что также экономит время. Однако стоит отметить, что стальная опалубка, в разы тяжелее, склонна к коррозии и гораздо дороже остальных вариантов, а также несовместима с некоторыми

---

методами зимнего бетонирования, в частности с методами, включающими обогрев бетона при помощи электричества.

Рассмотрим следующий процесс – устройство арматурного каркаса. Механизация данного процесса позволяет резко увеличить выработку, уменьшить трудозатраты и увеличить скорость производства монолитной конструкции в целом.

Относительно недавно в России появились пистолеты для вязки арматуры. Их возможность по ускорению процесса армирования удивляет. Пистолет может заменить до шести вязчиков арматуры, работающих крючками, так как производит вязку за одну секунду. При этом вязальную поволоку не нужно нарезать, достаточно вставить её в пистолет, а он в свою очередь после намотки сам завяжет и отрежет излишки. Это позволяет не только сэкономить время, но и уменьшить затраты на заработную плату.

Существует два варианта изготовления строительных элементов: на заводе и на строительной площадке. Арматурные каркасы, изготовленные вне строительной площадки и привезенные для установки в готовом виде, появились на российском рынке не так давно. Компаний, которые изготавливают и поставляют готовые арматурные каркасы и сетки, становится всё больше. Это неудивительно, ведь данный способ позволяет увеличить темпы армирования в разы, а также сократить бригаду арматурщиков, ведь для установки данной арматурной конструкции потребуется всего пара рабочих. Данный вариант изготовления арматурных каркасов имеет большую актуальность при строительстве в стесненных условиях, так как для изготовления арматурных каркасов непосредственно на строительной площадке необходимо организовывать отдельную площадку для укрупнительной сборки элементов, что зачастую является проблемой. А производство работ в зимних условиях влечет за собой увеличение трудозатрат по данному технологическому процессу.

---

При готовности арматурно-опалубочного блока, переходим к укладке бетонной смеси.

После того, как смесь доставили на строительную площадку, её нужно доставить на монтажный горизонт, высота которого может достигать внушительных размеров. Однако, вместе с задачей «поднять» стоит задача «сделать это в короткие сроки». Классический способ приёмки бетона заключается в заливке емкости (бадьи) объемом два-три куба бетонной смесью и доставке её при помощи крана на нужную отметку. Этот способ простой и дешёвый, но совсем не подходит для «быстрого монолита».

Для ускорения заливки бетонной смеси необходимо применять бетононасос. Они бывают мобильные и стационарные. Стационарными они называются из-за отсутствия возможности самостоятельного перемещения. Тем не менее, зачастую они оснащаются шасси и доставляются к месту проведения работ прицепом.

Автобетононасосы относят к группе мобильной техники, так как агрегат подачи бетонной смеси монтируется на шасси грузового автомобиля. АБН может подавать бетонную смесь на высоту до 70 метров, по горизонтали – до 200м.

После укладки бетонной смеси должно пройти время, прежде чем она наберет проектную прочность. Для достижения марочного значения, как правило, требуется 28 суток. Верно отмечают в своей работе Головнев С.Г. и Беркович Л.А.: «являясь основным конструктивным материалом, бетон, при многих его положительных свойствах, довольно медленно твердеет, что становится тормозящим обстоятельством при возведении зданий».

Итак, в течение первых суток с момента приготовления, бетонная смесь находится в стадии схватывания. Сколько времени потребуется для этого, зависит от температуры окружающей среды и от выбранных методов ускоренного твердения бетона.

---

Однако, ожидание такого исхода событий возможно при нормальных показателях влажности и температуры окружающей среды. При среднесуточной температуре ниже +5 градусов процесс твердения бетона замедляется. С.Д. Петров и А.В. Хитров в своей работе подробно рассмотрели наиболее широко используемые способы обогрева - метод «термоса» и электропрогрев [3].

Толкынбаев Т.А., Головнев С.Г. и Торпищев Ш.К., проводя исследование эффективности противоморозных добавок для зимнего бетонирования монолитных сооружений, объясняют их работу так: «водорастворимые химические добавки понижают температуру замерзания жидкой фазы в бетоне, оказывают влияние на растворимость вяжущего и продуктов гидратации и обеспечивают его гидратацию при температуре до -20 градусов Цельсия за счет систематического таяния льда» [4].

Кроме того, И.А. Иванов и Б.К. Сергеев в своей работе указывают на важность выбора опалубки для процесса бетонирования в условиях отрицательных температур: «утепленная опалубка является более эффективной, создает благоприятные условия твердения бетона, способствует сокращению срока распалубки» [5].

Согласно СП 435.1325800.2018 «Конструкции бетонные и железобетонные монолитные. Правила производства и приемки работ», движение людей по забетонированным конструкциям и установка опалубки вышележащих конструкций допускаются после достижения бетоном прочности не менее 2,5 Мпа. Распалубливание можно осуществлять только тогда, когда бетон наберет 50% проектной прочности, а производить переход на следующую отметку можно при наборе 70% прочности – примерно в период от трех до пяти суток. В своей статье Николенко Ю.В., Манаева М.М. и Сташевская Н.А., указывают на то, что при распалубке перекрытия необходимо оставлять поддерживающие телескопические стойки до тех пор,

---

пока конструкция не наберет прочность, равную 70-80% проектной [6], далее необходимо произвести переопирание из стоек с большим шагом. Данный процесс необходимо повторять до набора проектной прочности бетона. Чем быстрее бетон наберёт прочность, тем раньше будет переход на этаж выше.

Добавление пластификаторов, способствующих повышению подвижности смеси и прочностных характеристик бетонной смеси, позволяет предостеречь от негативных последствий [7].

Не только пластификаторы, но и присадки увеличивают скорость твердения бетона [8]. К ним относят неорганические кислоты, хлористые соли, карбонаты и нитраты. Принцип их работы заключается в следующем: эти вещества повышают растворимость компонентов цемента, при этом вода в растворе быстрее насыщается, и кристаллизация происходит активнее [9]. Но перед их применением стоит обратить внимание на недостатки данных методов: появление высолов на поверхности бетона, понижение прочности бетона при использовании некоторых солей, возникновение коррозии арматуры от воздействия хлоридов. Также некоторые добавки несовместимы с определёнными методами зимнего бетонирования, включающими в себя прогрев бетона [10].

В качестве выводов можно выделить следующие рекомендации. Для увеличения темпов монолитных работ в зимний период, необходимо придерживаться следующих требований:

- обеспечивать своевременную доставку строительных материалов, оптимальное количество транспортных механизмов и их исправность;
  - ведение строительных работ производить поточным способом;
  - подбирать конструкцию и материал для опалубки, опираясь на расчёты нагрузки и давления бетонной смеси на щиты опалубки таким образом, чтобы впоследствии избежать вспомогательных трудозатратных процессов;
-





- механизировать процесс армирования и использовать готовые арматурные каркасы;
- заменять доставку бетонной смеси на монтажный горизонт при помощи крана на стационарные бетононасосы или АБС;
- использовать различные методы прогрева бетона и добавления противоморозных добавок в бетонную смесь при ведении бетонных работ в условиях отрицательных низких температур;
- использовать такие способы увеличения скорости твердения бетона, как снижение водоцементного соотношения, добавление пластификаторов и присадок в бетонную смесь;
- рационально формировать бригады и звенья рабочих, согласно указаниям ЕНиР.

### Литература

1. Ершов М.Н., Лapidус А.А., Теличенко В.И. Технологические процессы в строительстве: Книга 5. Технологии монолитного бетона и железобетона: учебник. М.: Издательство АСТ, 2016. 126 с.
2. Виноградова Е.В. Проблемы управления качеством бетонных работ. Инженерный вестник Дона, 2012, №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1001](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1001).
3. Петров С.Д., Хитров А.В. Ускорение твердения монолитного пенобетона при пониженных и отрицательных температурах. Известия Петербургского университета путей сообщения. 2005. №1. с. 165-170.
4. Толкынбаев Т.А., Головнев С.Г., Торпищев Ш.К. Добавка для зимнего бетонирования монолитных сооружений. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. с. 34-37.



5. Иванов И.А., Сергеев Б.К. Физико-химические процессы в бетоне монолитных конструкций. Вестник Бурятского государственного университета. Химия. Физика. 2012. с. 137-139.

6. Николенко Ю.В., Манаева М.М., Сташевская Н.А. О технологии бетонных работ в монолитном домостроении. Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования. 2014. №4. с. 84-89.

7. Хилажев Д.Р., Горбунов С.П. Исследование влияния активных минеральных добавок и поверхностно-активных веществ на особенности формирования структуры мелкозернистого бетона. Вестник Южно-Уральского государственного строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2013. С. 38-40.

8. Won Joon-Yuen, Lee Sang-Hyun, Park Tae-Won, Nam Kyung-Yong Basic applicability of an insulated gang form for concrete building construction in cold weather. Construction and Building Materials. 2016. № 125. pp. 458 - 464.

9. Lapidus A., Kangezova M., Bidov T. Systematization of organizational and technological aspects of scientific technical support of buildings and constructions over 100m high. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. V. 698. pp 022091-022097.

10. Осипов А.М. Бетонирование при низких температурах. Инженерный вестник Дона. 2012, №4 (часть 2). URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1306](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1306).

### References

1. Ershov M.N., Lapidus A.A., Telichenko V.I. Tehnologicheskie processy v stroitel'stve: Kniga 5. Tehnologii monolitnogo betona i zhelezobetona: uchebnik. [Technological processes in construction: Book 5. Technologies of monolithic concrete and reinforced concrete: textbook.] M.: Izdatel'stvo AST, 2016. 126 p.



2. Vinogradova E.V. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. №3. URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1001](http://ivdon.ru/magazine/archive/n3y2012/1001).
3. Petrov S.D., Hitrov A.V. Izvestija Peterburgskogo universiteta putej soobshhenija. 2005. №1. pp. 165-170.
4. Tolkynbaev T.A., Golovnev S.G., Torpishhev Sh.K. Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura. 2013. pp. 34-37.
5. Ivanov I.A., Sergeev B.K. Vestnik Burjatskogo gosudarstvennogo universiteta. Himija. Fizika. 2012. pp. 137-139.
6. Nikolenko Ju.V., Manaeva M.M., Stashevskaja N.A. Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov. Serija: Inzhenernye issledovanija. 2014. №4. pp. 84-89.
7. Hilazhev D.R., Gorbunov S.P. Vestnik Juzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo stroitel'nogo universiteta. Serija: Stroitel'stvo i arhitektura. 2013. pp. 38-40.
8. Lapidus, A.A. Vestnik MGSU. 2014. № 1. pp. 175 – 180.
9. Lapidus A., Kangezova M., Bidov T. IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2019. V. 698. pp 022091-022097.
10. Osipov A.M. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012. №4 (chast'2). URL: [ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1306](http://ivdon.ru/magazine/archive/n4p2y2012/1306).