

АНАЛИЗ ПРОБЛЕМ ПРОИЗВОДСТВА МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Зырянов Е.В., Зубенко В.А.

**Научные руководители: Н.Г. Василевская, И.Г. Енджиевская,
Сибирский федеральный университет**

На сегодняшний день из существующих технологий возведения зданий и сооружений наиболее перспективным является монолитное строительство. Это - возведение конструктивных элементов из бетонной смеси с использованием специальных форм (опалубки) непосредственно на строительной площадке.

Создается абсолютно жесткий каркас с различными видами ограждающих конструкций. В нашей стране долгие годы предпочтение отдавалось сборному строительству.

Хотя можно отметить, что в 30-е годы - время развития конструктивизма - имелся опыт монолитного строительства. Затем было время строительства из кирпича, позднее - панельное домостроение, и лишь последние 10 лет можно говорить о том, что монолитное строительство заняло свое достойное место. Технология монолитного строительства в Россию пришла с Запада, где просчитывается экономическая обоснованность того или иного проекта, учитывается также не стоимость материалов, а стоимость работы и связанные с этим затраты. В домостроении использование сборных конструкций повышает стоимость монтажа, поэтому западные строительные фирмы их применяют редко, отдавая предпочтение возведению зданий из монолита. Преимуществами монолитного строительства являются возможность получения больших пространственных конструкций, низкая капиталоемкость, короткие сроки строительства и низкие расходы.

Несмотря на множество положительных качеств монолитных конструкций, существует ряд проблем, встречающихся при производстве работ:

Возведение монолитных железобетонных конструкций – довольно трудоемкий процесс. Трудоемкость возведения 1 м³ монолитных железобетонных конструкций в среднем составляет 4-8 чел-час, в том числе, на опалубочные работы приходится 40-45%, на арматурные – 30-35%, на бетонные – 20-25%.

Снижение трудоемкости возведения монолитных железобетонных конструкций на основе совершенствования технологий и внедрения эффективных специализированных технических средств является одной из важнейших задач, стоящих перед строителями.

Другой проблемой при изготовлении монолитных конструкций является правильное проведение бетонирования и создание ровной, прямолинейной поверхности бетона. На качественный результат влияют подготовка форм, качество бетонной смеси, способ ее транспортировки и укладки, а также соответствующее уплотнение и правильный уход во время схватывания конструкции.

Решение данной проблемы ведется в следующих направлениях: совершенствование технологии производства высокомарочных цементов; применение химических и других добавок, уменьшающих расход цемента; применение металлических, в том числе и алюминиевых опалубок; применение арматуры с высокими физико-механическими и химическими свойствами; применение

предварительного натяжения арматуры на бетон; совершенствование средств и методов транспортирования бетонных смесей; совершенствование бетоноводов со сниженным сопротивлением движения бетонной смеси. Существенным является способ подачи бетонной смеси, который зависит от типа конструкции, ее размеров, степени армирования. Для укладки в опалубку меньших размеров и при большем количестве арматуры используется подающее устройство с меньшим выпускным отверстием, чем при бетонировании большой поверхности, как например, монолитного перекрытия. Возможно использование специального рукава.

Строительный процесс по возведению монолитных железобетонных конструкций состоит из заготовительных и построечных процессов, технологически и организационно связанных между собой посредством транспортных операций (рис. 1).

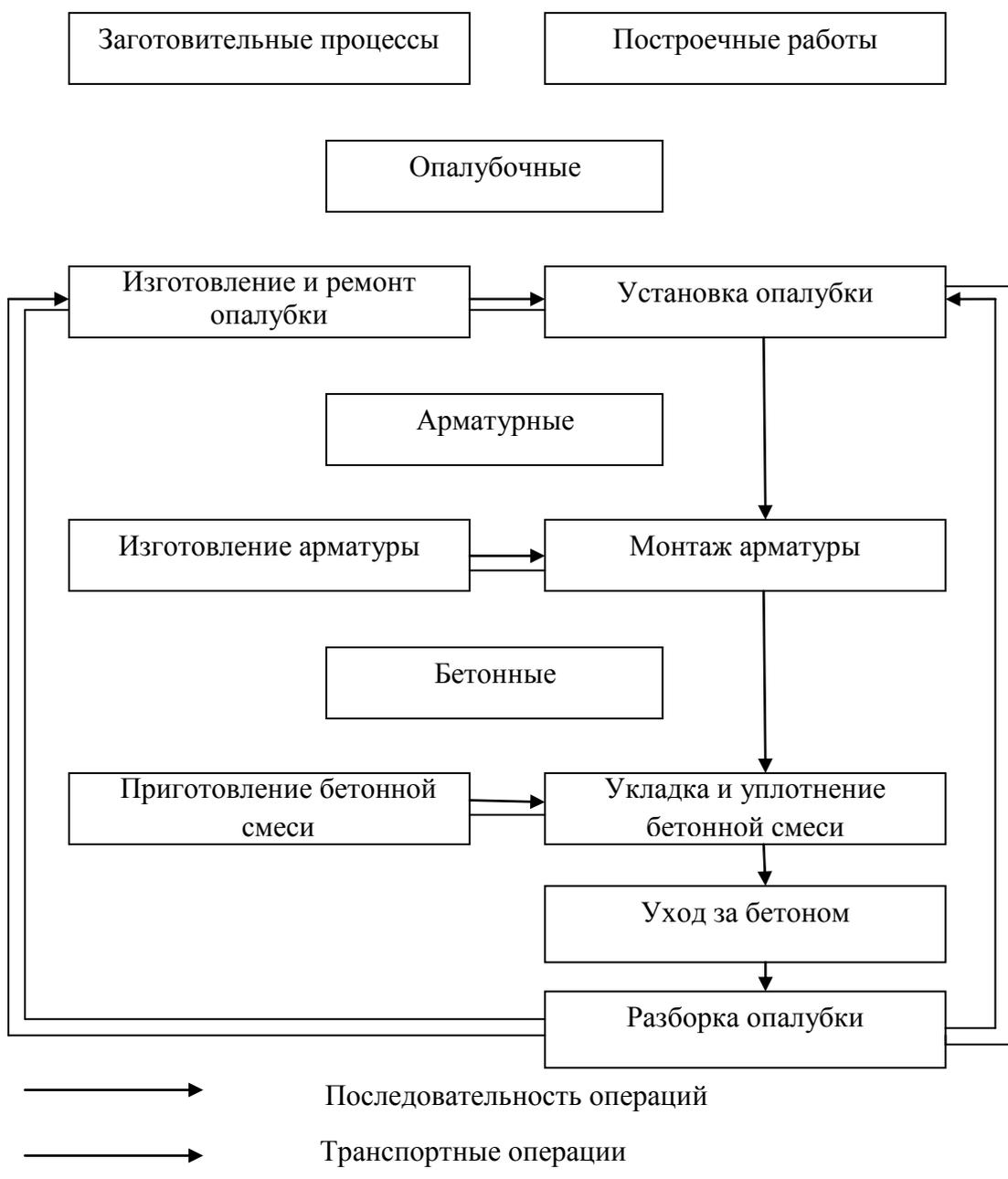


Рисунок 1. Структурная схема комплексного процесса возведения монолитных железобетонных конструкций

Важной проблемой технологии монолитного домостроения в условиях России является задача интенсивности строительства и ресурсосбережения.

Производственный цикл перенесен на строительную площадку под открытым небом, а это значит, что дождь, снег, ветер, жара и холод будут создавать дополнительные трудности производству монолитных конструктивных элементов. Особые сложности возникают в холодное время года, поэтому возникает необходимость ускорения твердения бетона при отрицательных температурах.

Особенно важно соблюсти режимы прогрева конструкций, обеспечить распалубочную прочность бетона. Выдерживание бетона до достижения требуемой прочности – один из важных этапов возведения монолитных элементов зданий. Содержащаяся в бетоне вода затворения на начальном этапе твердения в основном находится в свободном состоянии. При повышении температуры процессы гидратации цементного камня увеличиваются, что приводит к ускорению твердения. При понижении температуры скорость гидратации замедляется, при 5°C останавливается, а при температуре 0°C происходит переход в твердую фазу – лед.

Замерзающая вода увеличивается в объеме, что приводит к нарушению структуры бетона, снижению его физико-технических характеристик и, прежде всего, прочности. При этом морозостойкость и водонепроницаемость монолитного изделия может снизиться в несколько раз.

Поскольку твердение бетона при низких температурах воздуха существенно замедляется, то при ее значениях ниже 5°C бетон необходимо прогревать. В настоящее время при отсутствии надежных и недорогих химических добавок – ускорителей твердения бетона технология зимнего бетонирования в основном базируется на применении методов прогрева бетона с его последующим выдерживанием до достижения нормативных критической и распалубочной прочности. Такая технология является, в сущности, ресурсосберегающей, так как ценой дополнительных энергозатрат достигается возможность:

- сократить сроки строительства;
- эффективно использовать трудовые ресурсы и оборудование, в частности, опалубку;
- применять более дешевые бездобавочные бетонные смеси;
- исключить замерзание бетона в раннем возрасте и гарантировать требуемое высокое качество возводимых конструкций.

Существуют различные методы прогрева бетона монолитных конструкций, выбор которых должен быть экономически обоснован с учетом типа конструкций, масштаба строительного объекта, энергоемкости метода, его надежности и трудозатрат.

Еще одной проблемой являются перерывы в бетонировании, что приводит к образованию швов. Непрерывное бетонирование предпочтительнее, так как этот способ обеспечивает наивысшее качество монолитных конструкций, однако по технологическим и организационным причинам это не всегда возможно, поэтому, как правило, проектом предусматриваются холодные швы.

Холодные швы также называют строительными, рабочими швами и швами бетонирования. Образование холодных швов вызвано остановками бетонирования и определяется рядом причин:

- организационных: окончание рабочей смены, ремонт оборудования, нехватка материалов, несовершенную общую организацию работ, технические возможности используемых машин и механизмов;
- технологических: монтаж вышележащих арматуры, лесов и опалубки и ограничение нагрузок на конструкции;
- конструктивных: обеспечение направленных деформаций отдельных участков конструкций и сооружений в целом.

Как правило, возводимые монолитные бетонные и железобетонные конструкции бетонируются отдельными сопрягаемыми между собой участками - блоками (картами) бетонирования.

Холодный шов бетона образуется, когда каждый последующий слой бетонной смеси укладывают на затвердевший (схватившийся) предыдущий слой бетона. Отличительной особенностью холодного шва является то, что сцепление нового бетона с уже затвердевшим бетоном значительно ниже, чем прочность монолитного бетона без холодного шва, вследствие чего снижаются морозостойкость, водонепроницаемость и ухудшается внешний вид конструкций. Это объясняется тем, что холодные швы являются границей, на которой происходит превращение усадочных напряжений сжатия в напряжения растяжения, и поэтому зона шва становится предварительно напряженной. Как известно, бетон хорошо работает на сжатие, менее стоек к изгибающим нагрузкам и значительно хуже противостоит напряжениям растяжения. В результате релаксации напряжений растяжения, реализующихся в виде микротрещин, зона стыка имеет меньшую плотность и прочность, по сравнению с монолитным бетоном и при равных растягивающих напряжениях трещины прежде всего открываются именно по швам.

Важной проблемой является уменьшение сцепления бетона с опалубкой. Это сцепление зависит от адгезии и когезии (прочности на растяжение пограничных слоев в местах контакта «опалубка — бетон») бетона, его усадки и характера формирующей поверхности опалубки.

Если палуба выполнена из слабосмачивающихся (гидрофобных) материалов, например пластика, текстолита и т. п., и имеет гладкую поверхность, сцепление с опалубкой незначительно. Если палуба выполнена из сильносмачивающихся (гидрофильных) материалов, например стали, дерева и т. п., имеет шероховатую поверхность или пористую структуру, сплошность и площадь контакта возрастают и, следовательно, увеличивается адгезия. Так, например, нормальное сцепление для необработанной стали, с тяжелым бетоном марки М150 составляет 0,18, а для стеклопластика — всего 0,03 МПа.

Если адгезия мала, а когезия велика, при распалубке отрыв происходит по плоскости контакта и формирующая поверхность опалубки остается чистой, а лицевые поверхности забетонированной конструкции получают хорошего качества.

Монолитное строительство подразумевает под собой быстрые сроки строительства, однако недостаточный контроль при возведении приводит к низкому качеству монолитных конструкций, ухудшению внешнего вида и, конечно же, к уменьшению прочности бетона, что влечет за собой малую несущую способность.