Курабекова А.З.,
магистрант,
2 курс, строительный факультет
Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет
Россия, Санкт-Петербург

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕКОТОРЫХ МЕТОДОВ БЕТОННЫХ РАБОТ ПО ЗАМОНОЛИЧИВАНИЮ СТЫКОВ СБОРНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Аннотация: *Целью работы является сравнение некоторых методов зимнего бетонирования стыков сборных железобетонных конструкций. В этой статье рассмотрены самые распространенные методы зимнего бетонирования. Для каждого метода приведены особенности, их достоинства и недостатки. Также приводится сравнение трудозатрат, энергоемкости для сопоставления технико-экономических показателей.*

Ключевые слова: *методы зимнего бетонирования, противоморозные добавки, индукционный прогрев.*

Annotation: *The aim of the work is to compare some methods of winter concreting of joints of prefabricated reinforced concrete structures. This article discusses the most common methods of winter concreting. For each method, features, their advantages and disadvantages are given. A comparison of labor costs, energy intensity for comparing technical and economic indicators is also given.*

Key words: *winter concreting methods, antifrosty additives, induction heating.*

Несмотря на незначительный объем, работы по замоноличиванию стыков конструкций в зимнее время, сложны и трудоемки. Сопряжение стыков конструкций в зимнее время осуществляется с помощью сварки закладных металлических деталей с последующим замоноличиванием или сварки гибкой

арматуры. Основой системы защиты стыков сборных конструкций в соответствии с СП 229.1325800.2014 является обязательное заполнение зазора между сборными элементами раствором на минеральном вяжущем, с последующим уплотнением (чеканкой). Заполнение зазора выполняют на всю его глубину. Стык заполняют бетонной смесью, а затем ее обогревают. Объем необходимой бетонной смеси или раствора для заделки стыков необходимо предусмотреть минимальный, а их твердение обеспечить простыми и экономическими методами. Стыки заделывают после проверки правильности установки конструкций, приемки сварных соединений и выполнения антикоррозионной защиты.

Бетон с противоморозными добавками.

Бетонная смесь с противоморозными добавками укладывается в конструкции при Мп > 3, если она удовлетворяет требованиям проекта. В качестве противоморозной добавки для замоноличивания стыков сборных конструкций применяется нитрит натрия $NaNO_2$. Такой бетон разрешается применять в том случае, если до приобретения критической прочности температура бетона с добавками не опускается ниже -15 ℃ [1]. Преимущества такого метода в простоте реализации, низких трудозатратах, отсутствии специального дорогостоящего оборудования, низкой стоимости материалов [3].

Наряду с тем, что этот метод имеет возможность использования, он обладает относительно малой эффективностью.

Такой метод отличается значительной продолжительностью нарастания прочности бетона стыка. Это зависит от вида и минералогического состава цемента. Кроме того, его недопустимо применять в зонах блуждающего токов и переменных магнитных полей. Также имеются ограничения по составу бетонных смесей. При заделке стыков сборных железобетонных конструкций не допускается применять бетонные смеси со следующими противоморозными добавками: CaC12, NaCl — в случае, если имеются выпуски арматуры или металлические закладные части без специальной защиты. Необходимо провести предварительный подробный анализ конструкции стыков в соответствии с их

классификацией и условиями работы соединений во время эксплуатации. необходимости предохранять от замерзания бетон заделки при понижении температуры наружного воздуха ниже расчетного значения [2].

Инфракрасный обогрев.

Для термообработки стыков применяют трубчатые нагреватели (ТЭНы)- источники инфракрасного излучения. ТЭНы помещают в короба-металлическую опалубку для заделки стыков. Стенки коробов, окрашенные алюминиевой огнестойкой краской, отражают инфракрасные лучи. В России нашли популярность три вида излучателей: металлические ТЭНы, кварцевые и карборундовые стержневые.

Положительным качеством трубчатых электронагревателей является возможность регулирования их температуры. Однако такие нагреватели применяются достаточно редко из-за отсутствия методов их расчета в зависимости от температуры наружного воздуха. Кроме того, после извлечения нагревателей из бетона заделки в нем остаются отверстия, которые необходимо заполнять пластичным раствором. Указанные обстоятельства обусловили весьма небольшую область применения таких нагревателей для заделки стыков с относительно большим объемом бетонируемой полости и с расстоянием между цилиндрами нагревателей не более 200 мм. Преимуществом нагревателей инфракрасного излучения является то обстоятельство, что одновременно с прогревом бетона заделки обогревается бетон стыкуемых сборных элементов [2].

Наиболее эффективным по сравнению с другими способами электротермообработки стыков является электродный прогрев бетона с помощью стержневых, плавающих и струнных электродов.

Электродный обогрев.

Электродный прогрев предполагает введение в бетон или расположение на его поверхности электродов, подключаемых к трансформатору [4]. В итоге электрическое поле обогревает бетон. Вяжущие и заполнители в сухом состоянии обладают высоким сопротивлением, вода является хорошим проводником, вследствие чего свежеуложенный бетон хорошо проводит

электрический ток. Преимуществами электродного метода являются простота использования и быстрый монтаж системы прогрева. Такой метод обладает возможностью прогревать конструкции, имеющие любую форму и любую толщину. Среди недостатков можно выделить большие энергозатраты, т. е. высокая стоимость прогрева. Также добавляются затраты на закупку арматуры или проволоки катанки, т. к. они являются одноразовыми и остаются в теле бетона. Кроме того, для реализации этого метода необходимо большое количество квалифицированных рабочих кадров [6].

Прогрев греющими проводами.

Прогрев греющими проводами происходит изнутри конструкции - кондуктивно, так как источник тепла (провод) укладывается непосредственно внутрь бетонируемой конструкции. После заливки бетона по проводу пускается электрический ток определенных параметров для нагрева смеси изнутри. Кабель не демонтируется и остается внутри конструкции навсегда. В этом состоит большое преимущество данного способа, поскольку, в отличие от всех подобных методов, когда тепло от источника подводится к конструкции извне и осуществляет нагрев с поверхности, используя греющий провод, все тепло передается бетону [3]. Метод характеризуется относительно низкой себестоимостью. К недостаткам метода можно отнести невозможность повторного использования провода, потребность в дополнительном оборудовании (понижающие трансформаторы, кабели, средства тепловой защиты), трудоемкость укладки, необходимость тщательного контроля температурного режима прогрева для предотвращения возможного локального перегрева, что требует высококвалифицированного персонала [7].

В табл. 1 для сравнения приведены некоторые показатели рассмотренных выше методов зимнего бетонирования.

Таблица 1.

Сравнение технико-экономических показателей метод зимнего бетонирования.

Название метода	Затраты труда	Температура применения	Расход энергии
	Чел/час	°С	кВт·ч
Использование противоморозных добавок	0,13	До -15	-
Инфракрасный обогрев	5,25	До -35	120-200
Электродный прогрев	3,03	До -5	80-120
Прогрев греющим проводом	4,07	До -40	80-110

Исходя из технико-экономических показателей, можно сделать вывод, что самым оптимальным применением является использование противоморозных добавок.

Кроме того, практически не применяются бетоны без добавок [8], которые способствуют понижению температуры замерзания воды в бетонной смеси и обеспечивают бетонные работы даже при минусовых температурах. Но важно отметить, что такой метод имеет ограничения по температуре применения. Прогрев греющими проводами применим для очень низких температур, требует регулирования температурного режима твердения бетона, высоких трудозатрат на монтаж проводов. Таким образом, «универсального» метода не существует. Целесообразность применения того или иного метода зависит от таких факторов, как требуемой прочности, от метеорологических условий, а также от наличия энергоресурсов на строительной площадке.

Список использованной литературы:

1. Гныря, А.И. Технология бетонных работ в зимних условиях: учебное пособие /А.И. Гныря, С.В. Коробков.-Томск: Изд-во Том.гос.архит.-строит.ун-та, 2011.-412с.
2. Лунев Ю.В. Технология зимнего бетонирования фундаментных плит и стыков сборных строительных конструкций: автореф. дис. канд. тех. наук (05.23.08)/ Лунев Юрий Владимирович; Новосибирск, 2007- 140 с.
3. Гнам, П.А. Технологии зимнего бетонирования в России /П.А. Гнам, Р.К. Кивихарью // Строительство уникальных зданий и сооружений -2016-№9 (48)-с 7-25.
4. Красовский П.С. Технология кон струкционных материалов. //Хабаровск.: Изд-во ДВГУПС, 2012- 220 с.
5. Шаржукова В.А. Методы зимнего бетонирования монолитных строительных конструкций и их классификация/ МГСУ, 2019.-7с.
6. Остаркова О.А. Технологии прогрева бетона в зимнее время// Молодой ученый №8 (112) 2016- с.278-281.
7. Шеенко И.В. Анализ эффективности некоторых методов производства бетонных работ в зимних условиях// ДГТУ, 2018 г.- 3 с.
8. Головнев С.Г. Зимнее бетонирование: этапы становления и развития // Вестник ВолгГАСУ. Серия «Строительство и архитектура». 2013. № 31(50) ч. 2.- с. 529-534.